collection océanides

ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET ÉCOSYSTÈMES PORTUAIRES

Circular economy and port ecosystems

Sous la direction de Yann Alix, Nicolas Mat et Juliette Cerceau

éditions ems
MANAGEMENT & SOCIETE

17 rue des Métiers, 14123 Cormelles-le-Royal

Donateurs de la fondation SEFACIL :

Partenaires scientifiques :

Partenaires exceptionnels :

« Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. »

© Editions EMS, 2015

Nous rappelons qu'il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement sur quelque support que ce soit le présent ouvrage sans autorisation de l'auteur, son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris (Code de la propriété intellectuelle, articles L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2).

ISBN : 978-2-84769-842-8

Sommaire

Préface *7*
Suren Erkman

Chapitre éditorial 9
Yann Alix

PARTIE 1 Apports académiques

Chapitre 1 ..... *27*
Ecologie industrielle et économie circulaire : définitions et principes
Nicolas Buclet

Capsule professionnelle 1 ..... *43*
La Toile Industrielle de l'Estuaire de la Seine : une vision systémique au service du territoire, des ports et des entreprises
Juliette Duszynski, Mathilde Mus & Julien Florant

Chapitre 2 ..... *57*
L'écologie industrielle et son pilotage dans la construction d'une politique publique d'aménagement du territoire en France
Laurent Georgeault

Chapitre 3 ..... *73*
Histoires maritimes et portuaires :
leçons pour l'avenir de l'économie circulaire
Yann Alix & César Ducruet

Chapitre 4 91
Symbioses Port-Ville pour un meilleur ancrage local des activités industrialo-portuaires : l'exemple de Safi au Maroc
Myriam Donsimoni

Chapitre 5 105
Le rôle des ports dans la mise en place de démarches d'écologie industrielle et le développement de l'économie circulaire
Juliette Cerceau & Nicolas Mat

PARTIE 2 L'écosystème portuaire, espace pilote pour la mise en œuvre de l'économie circulaire

Capsule professionnelle 2 127
Le rôle des ports dans la transition écologique des territoires : innovations technique et organisationnelle sur la plateforme industrielle PIICTO à Fos-sur-Mer
Sylvain Pichon, Frédéric Dagnet, Guillaume Junqua & Nicolas Mat

Capsule professionnelle 3 147
Dynamique d'écologie industrielle sur la place industrialo-portuaire dunkerquoise
Karim Taleb, Jean-François Vereecke & Jérôme Bidaut

Capsule professionnelle 4 161
Vers une filière innovante et intégrée de démantèlement des navires : enjeux, innovations et applications
Olivier Pillard

PARTIE 3 L'écosystème portuaire, moteur d'une dynamique locale d'économie circulaire

Capsule professionnelle 5 171
Le port de Strasbourg : animateur de son écosystème portuaire
Emilie Gravier & Bénédicte Sénèque

Capsule professionnelle 6 185
Ecologie Industrielle et Territoriale sur Rhône-Médian : construction d'un projet de territoire autour d'INSPIRA, espace industriel responsable et multimodal
Alice Herbelin, Dimitri Coulon, Vincent Daön & Elisabeth Mouchot

Capsule professionnelle 7 207
Vers la « métropole circulaire insulaire » ? Trajectoire socioécologique de La Réunion
Philippe Serizier

Chapitre 6 223
Bio-resource production on the basis of Industrial Ecology in four European harbours, harbour cities and their region
Leo W. Baas & Murat Mirata

Chapitre 7 243
Stage models of industrial symbiosis: A congruence analysis of Sustainable Connections in the port of Moerdijk
Wouter Spekkink & Frank Boons

Capsule professionnelle 8 267
Amsterdam: Energy port in Transition
Carla Jong & Wouter Jacobs

Chapitre 8 279
Shanghai et son port : une co-évolution énergétique et urbaine
Vincent Aurez, Gabrielle Desarnaud & Jean-Claude Levy

Capsule professionnelle 9 297
Dynamics of circular economy in China: illustration on the industrial port area of Ningbo
Lei Shi, Ying Dong & Zhongfang Wu

PARTIE 4 L'écosystème portuaire, nœud stratégique pour la mise en œuvre de l'économie circulaire au sein d'un réseau portuaire

Capsule professionnelle 10 307
ECOCEM, une double stratégie d'approvisionnement local et mondialisé
Murielle Janin

Capsule professionnelle 11 321
L'écologie industrielle sur le territoire de HAROPA : une stratégie de redynamisation du tissu industriel de l'Axe Seine
Annabelle Alquier, Emilie Mallet & Jean-Paul Raffini

Chapitre 9 329
Essai prospectif sur l'apport des systèmes d'information communautaires dans le déploiement des potentiels de l'économie circulaire au sein des écosystèmes portuaires subsahariens
Yann Alix

Capsule professionnelle 12 349
Transition énergétique et territorialisation des fonctions portuaires agrologistiques. Le cas du port fluvial de Straubing-Sand en Bavière
Antoine Beyer

PARTIE 5 Essais prospectifs

Chapitre 10 359
Quelle échelle pertinente pour une meilleure gestion des ressources en Méditerranée ?
Kelly Robin & Mélodie Merenda

Capsule professionnelle 13 371
Mise en réseau des acteurs portuaires et économie circulaire : témoignages d'un réseau régional et d'un réseau international
Bruno Delsalle & Vincent Wallaert

Capsule professionnelle 14 381
Des plateformes offshore multi usages comme moyen de développer l'économie circulaire en mer
Thomas Lockhart & Rémy-Louis Budoc

Chapitre conclusif et prospectif 393
Nicolas Mat, Juliette Cerceau & Yann Alix

Préface

Suren Erkman
Professeur d'écologie industrielle
Université de Lausanne

L'économie mondiale connaît actuellement une transformation en profondeur de son système énergétique, qu'il est convenu d'appeler « transition » ou « tournant » énergétique selon les pays. Dans ce contexte, les territoires industrialo-portuaires constituent des espaces de première importance non seulement pour le transit de nombreux agents énergétiques, mais aussi pour la transformation et l'expérimentation des modes de production et consommation énergétiques de demain. Par ailleurs, ce défi énergétique se trouve intimement lié à la gestion d'autres ressources dont certaines transitent également par les ports, notamment les minerais.

En tant qu'interfaces stratégiques se trouvant à la confluence de plusieurs problématiques cruciales pour la dynamique du système industriel globalisé, les territoires portuaires jouent un rôle prépondérant dans le commerce international. Ils cherchent aujourd'hui à se positionner par rapport à la transition énergétique (aussi bien pour l'assemblage et la maintenance des champs d'éoliennes *off shore* que dans le domaine des biocarburants, par exemple), mais aussi par rapport aux enjeux urbains liés à l'évolution des territoires côtiers urbanisés.

Ce nouvel ouvrage de la collection « Les Océanides » traite du rôle que jouent et vont jouer dans les décennies à venir les territoires portuaires face à ces enjeux en déclinant, dans leurs stratégies et actions de développement, les principes, concepts et outils de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle dans la perspective d'une optimisation globale et locale de la gestion des ressources. Au-delà de sa pertinence et de son intérêt pour la communauté scientifique

internationale active depuis une trentaine d'années sur la thématique de l'écologie industrielle, cet ouvrage se révèle aussi d'une grande actualité économique et politique. A travers les témoignages et retours d'expériences de près d'une cinquantaine d'acteurs nationaux et internationaux, parties prenantes des territoires portuaires en Asie, en Afrique et en Europe, cet ouvrage collaboratif présente, sans prétendre à l'exhaustivité, une palette variée d'initiatives en cours et en projet au sein des places portuaires à l'échelle mondiale, en matière d'économie circulaire et d'écologie industrielle.

Ces contributions mettent en évidence les enjeux majeurs auxquels se trouvent confrontés différents espace portuaires : la transition énergétique, les défis de la mutation industrielle, de la gestion des conflits d'usages sur l'eau, le foncier entre espaces urbains, agricoles, industriels, portuaires et naturels, etc. Elles témoignent de l'éventail stratégique ouvert par l'économie circulaire et l'écologie industrielle pour réinterroger le rôle des ports au sein des espaces locaux et globalisés :

- la zone industrialo-portuaire comme laboratoire d'initiatives innovantes en matière de gestion des flux de ressources, notamment énergétiques ;
- l'espace urbano-portuaire comme moteur d'un développement territorial plus soutenable ;
- l'espace logistique comme nœud d'une future économie circulaire à grande échelle.

Ces contributions démontrent également l'utilité des stratégies portuaires d'écologie industrielle et d'économie circulaire pour tendre vers des nouveaux modèles de croissance, notamment sobres en carbone fossile.

Nul doute que cet ouvrage contribuera de manière significative à diffuser les idées et susciter les projets pour une plus grande intégration de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle dans les stratégies des grandes métropoles portuaires comme des villes portuaires de plus petite envergure.

Chapitre éditorial

Yann Alix
Délégué Général
Fondation SEFACIL
Le Havre - France

Biographie

Depuis novembre 2010, **Yann Alix** *occupe le poste de Délégué Général de la Fondation SEFACIL, laboratoire d'idées prospectives sur les stratégies maritime, portuaire et logistique. Il a fondé et dirige la collection Les Océanides de la fondation SEFACIL. Après* Les corridors de transport *(2012),* La logistique et le transport des vracs *(2013),* Port-City Governance *(2014). Pour un téléchargement gratuit des textes :* www.sefacil.com

Titulaire d'un PhD de Concordia University (1999) et d'un doctorat en géographie des transports de l'Université de Caen en France, Yann Alix développe des analyses opérationnelles sur les stratégies managériales des opérateurs maritimes et portuaires internationaux. En octobre 2015, Yann Alix a signé avec Dr. Emmanuel Groutel Le temps du bois – Note prospective et stratégique*, production soutenue par l'AFD et document de référence du Forum mondial des bois tropicaux de l'ATIBT 2015. Pour 2016, Yann Alix travaille sur un recueil d'histoires courtes maritimes et portuaires à publier chez EMS Editions.*

Yann Alix agit également en qualité de Business Development Manager chez SOGET SA, en particulier sur les marchés émergents africains et sud-américains. Pour le compte de SOGET SA, il a publié en 2014 un livre blanc intitulé L'avenir sera fluide.

Les Océanides

Pour le quatrième tome de la collection Les Océanides, la fondation SEFACIL continue d'innover sur des thématiques porteuses de sens pour l'avenir des secteurs maritime, portuaire et logistique. La problématique de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle a animé un réseau de plus de 50 spécialistes pour ce nouvel opus de recherche appliquée et pluridisciplinaire.

Lancée en 2012, la collection « Les Océanides » de la fondation SEFACIL produit des contenus innovants qui apportent un éclairage multidisciplinaire et visent à intéresser des audiences nationales et internationales. Le lectorat englobe autant un monde académique en quête d'expériences de terrain que des praticiens avides de références issues de la recherche fondamentale et appliquée. La collection Les Océanides consolide une passerelle unique entre le monde académique/universitaire et les sphères opérationnelle/professionnelle avec une construction méthodologique qui obéit à un double paradigme :

- promouvoir la culture d'une recherche appliquée en langue française ; et,
- assurer une diffusion mondiale des productions par la gratuité des supports papier et électronique.

Les trois premiers tomes de la collection :

- **2012 - Les corridors de transport** (avec la collaboration scientifique du professeur Gustaaf de Monie) ;
- **2013 - Logistique et transport des vracs** (sous la co-direction du professeur Romuald Lacoste) ;
- **2014 - Port-City Governance** (sous la co-direction de Bruno Delsalle et du professeur Claude Comtois).

L'économie circulaire et l'écologie industrielle recouvrent de multiples définitions, applications, acceptations et compréhensions. Afin de ne pas verser dans une démarche trop empirique, le parti pris retenu pour ce quatrième tome a été de restreindre le périmètre aux écosystèmes portuaires. En quelque sorte, seules les expériences originales engagées dans l'environnement portuaire ou en relations directes avec les activités contenues dans les espaces portuaires ont été retenues dans ce travail collaboratif. En nuance par rapport aux trois premiers tomes de la collection Les Océanides, il a été délibérément choisi de favoriser le retour des expériences vécues dans les espaces portuaires français et francophones. Cela n'a pas empêché d'observer les avancées néerlandaises, méditerranéennes ou encore chinoises en la matière.

Le modèle éditorial reste inchangé depuis le lancement de la collection : les contributions s'articulent selon un effet miroir original puisqu'à la lecture de

chapitres de production scientifique/académique/théorique répondent des capsules restituant des pratiques/opérations/retours d'expériences de la part des professionnels, mais aussi d'universitaires ou de gestionnaires qui ont pu éprouver des réalités de terrain lors de leurs expérimentations. Dans le contexte particulier de ce quatrième tome, plusieurs contributions ont l'audace d'interroger les fondements, les projections ou encore les limites de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle. Ce choix revendique aussi l'ambition de la fondation Sefacil de promouvoir une culture de recherche prospective et stratégique au service des secteurs maritime, portuaire et logistique. Des conceptions et représentations ont ainsi été énoncées pour jouer le jeu du débat d'idées alors que d'aucun s'interroge sur les réalités opérationnelles de la future économie bas-carbone.

D'un point de vue méthodologique, la recette testée et approuvée sur les trois premières livraisons a été reconduite avec un *modus operandi* assez unique puisqu'une invitation à produire est adressée directement aux auteurs académiques et aux professionnels praticiens. Une description courte du périmètre, des méthodes et objectifs est adressée au contributeur qui fait une contre proposition. Le tout se trouve entériné par des « allers-retours » entre les contributeurs et un trinôme composé du directeur de la collection et de deux experts internationaux reconnus pour leur savoir dans la thématique centrale de l'ouvrage. Dans le cas présent, des évidences s'imposaient tant les expériences dans certains écosystèmes portuaires font figure de cas pionniers. Il restait à convaincre leurs promoteurs et animateurs à devenir des auteurs et contributeurs pour un ouvrage collaboratif gratuit !

Ce mode co-productif et dynamique continue de garantir la cohérence scientifique et pédagogique de l'exercice des Océanides.

La collection d'ouvrages SEFACIL paraît une fois par an sous forme papier (1 000 exemplaires) et en format électronique téléchargeable sur le site de la Fondation SEFACIL et de ses partenaires. Plus de 600 ouvrages sont diffusés gracieusement sur les 5 continents auprès des autorités portuaires, des ministères de tutelle, des universités, des écoles de commerce et des centres/laboratoires de recherche ainsi que des chercheurs experts du domaine couvert par la production. Ainsi se construit le réseau mondial de compétences, de connaissances et de diffusion de la fondation SEFACIL sans aucune restriction technique ou financière.

Partenariats scientifiques et financiers exceptionnels pour Economie circulaire et écosystèmes portuaires

En plus des donateurs nationaux et internationaux réguliers de la fondation SEFACIL sans qui la collection *Les Océanides* n'existerait pas, ce quatrième tome a reçu le soutien exceptionnel de deux partenaires institutionnels français :

- La Caisse des Dépôts par l'entremise de l'Institut CDC pour la Recherche qui est un programme ayant pour objet le soutien à des travaux de recherche stratégiques ; et,
- L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

Sur le plan scientifique, Dr. Nicolas MAT & Dr. Juliette CERCEAU sont les deux experts qui ont co-dirigé ce quatrième ouvrage.

Nicolas MAT, énergéticien de formation, a complété une thèse de doctorat au sein du Laboratoire de génie en environnement industriel de l'Ecole des Mines d'Alès sur les enjeux d'écologie industrielle et de transition énergétique au sein des territoires portuaires. Dr. MAT coordonne et anime depuis 2013 un groupe de travail national portant sur la transition des territoires portuaires vers une économie circulaire.

Juliette CERCEAU, docteur en Sciences et Génie de l'Environnement de l'Ecole des mines de St Etienne, travaille sur l'écologie industrielle comme processus de construction territoriale dans les territoires portuaires. Chercheur associé à l'UMR PACTE (Politiques publiques, ACtion politique et TErritoire), Dr. CERCEAU aborde les questions liées à la transition socioécologique des territoires en articulant métabolisme territorial, structuration de l'espace, jeux d'acteurs et capabilité collective.

Nicolas MAT et Juliette CERCEAU ont mobilisé leurs expertises, leurs expériences, leurs connaissances et leurs réseaux pour co-construire la trame du présent ouvrage.

Structure de l'ouvrage

Economie circulaire et écosystèmes portuaires regroupe pas moins de 25 contributions impliquant 50 auteurs nationaux et internationaux. La partie 1 intitulée Apports académiques se compose de 5 chapitres et d'une capsule professionnelle. Elle vise à poser les fondements théoriques et pratiques des enjeux, défis et perspectives de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle

en milieu portuaire. Pour étayer les argumentaires et analyses de la partie I ont été colligés dans les parties II, III et IV de nombreux retours d'expériences vécues dans les écosystèmes portuaires français et internationaux. Espace-pilote, nœud stratégique ou encore moteur d'une dynamique « glocale », chaque contribution dissèque les combinaisons complexes d'interactions qui ont permises aux expériences de se tester au sein des différents environnements écosystémiques portuaires. La dernière partie joue le jeu de la prospective avec trois chapitres et deux capsules professionnelles pour réfléchir sur les contours d'une symbiose encore plus inclusive de l'économie circulaire, l'écologie industrielle et des écosystèmes portuaires. Le présent chapitre éditorial sert d'introduction générale alors que les trois co-directeurs proposent un chapitre prospectif en guise de conclusion. Messieurs Bob Nelson, Laurent Castaing et François-Michel Lambert « postfacent » l'ouvrage alors que le Professeur Suren Erkman nous fait l'honneur de ses réflexions dans la préface.

PARTIE 1 – Apports académiques

Nicolas Buclet, directeur du Laboratoire de recherche PACTE et professeur de l'Institut d'Urbanisme de Grenoble à l'Université Pierre Mendès-France, inaugure l'ouvrage par les définitions et les principes qui charpentent l'écologie industrielle et l'économie circulaire. Cette première contribution pose les fondements de la connaissance scientifique et universitaire avec un premier retour rapide sur l'histoire des concepts. L'auteur aboutit au consensus européen et français qui fait de l'économie circulaire le principe de *boucler le cycle de vie des produits, des services, des déchets et des matériaux, de l'eau et de l'énergie.*

Au détour, le professeur Buclet rappelle aussi que l'écologie industrielle est antérieure dans les discours à l'économie circulaire avec des travaux précurseurs dès les années 1980. Les différences relevées dans cette première contribution viennent en écho aux prolégomènes du Professeur Erkman. Ce chapitre laisse entrevoir toutes les dimensions des allers-retours entre les postures académiques et les mises en opération sur les territoires. L'auteur conclut par une analyse des liens qui se tissent nécessairement entre économie circulaire, écologie industrielle et écologie territoriale, sans omettre de faire référence à l'écologie urbaine qui finalement pourrait constituer la quadrature du cercle que les contributions suivantes chercheront à compléter !

Juliette Duszynski, Mathilde Mus et **Julien Florant** de l'Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH) inaugurent les capsules professionnelles avec le projet en cours de développement de la toile industrielle de l'Estuaire de la Seine. Les trois experts placent la systémique des interactions entre parties prenantes au cœur de cette modélisation dynamique réalisée sur le territoire industriel séquanien. Inspirés de l'expérience pionnière de la toile industrielle proposée par l'Agence d'Urbanisme du Dunkerquois, les échanges et les potentialités de mises en relation entre acteurs sont appréhendés dans une vision 2.0 sur l'écosystème industriel et territorial de la Vallée de Seine.
Juliette DUSZYNSKI, Mathilde MUS et Julien FLORANT mobilisent SIG, cartographie dynamique et bases de données complexes pour animer une vision inclusive du territoire afin de faciliter la prospection, la promotion, les simulations ou encore les optimisations d'échanges de flux, de matières, d'énergies ou même d'idées. La coopération par le partage d'une information intelligente et dynamique doit servir les acteurs (industriels, gestionnaires, investisseurs, etc.) dans leurs recherches de synergies et développement. Les trois auteurs concluent que cette toile 2.0 doit être, par son usage et ses résultats, un outil d'attractivité sur un territoire caractérisé par sa forte synergie industrialo-portuaire.

Laurent Georgeault, de l'Institut d'Economie Circulaire (IEC), prend le temps dans son chapitre de repenser l'histoire récente de l'économie circulaire dans le paysage institutionnel et administratif français avec cette singularité liée à l'aménagement planifié du territoire national. Textes, décrets et projets pilotes fondateurs sont ainsi disséqués par l'auteur qui avance cependant que l'écologie industrielle ne s'inscrit pas encore dans une réelle politique publique d'aménagement du territoire.
Laurent Georgeault s'applique ensuite à démontrer combien des processus itératifs ont permis d'aboutir à des méthodologies qui se testent sur des territoires spécifiques. Des processus adaptatifs ont répondu aux questionnements en matière de gouvernance ou encore sur les bonnes échelles territoriales de lecture à considérer.
L'auteur s'attarde d'ailleurs sur les modalités du pilotage par le potentiel et par le risque, ce qui met en lumière les démarches originales arbitrées par les pouvoirs publics en France. L'auteur termine sur la problématique lancinante des bonnes échelles d'appréhension, du global au local en concluant au final que des entreprises n'attendent pas nécessairement les pouvoirs publics pour mettre en œuvre des expériences pilotes.

Yann Alix et **César Ducruet** partagent le chapitre 3 pour considérer l'écosystème portuaire comme le terrain de jeu « naturel » des transformations par le génie humain des énergies, des matières et des flux. En préambule, un raccourci historique met en perspective combien les territoires urbano-portuaires constituent de véritables laboratoires de l'innovation. L'approche systémique défendue par les deux auteurs évoque une forme de déterminisme géographique. L'interface portuaire animée par une communauté élargie d'acteurs constituerait un territoire et une organisation enclins aux collaborations et aux interactions. L'analyse des réseaux maritimes mondiaux permet de tirer de véritables leçons spatio-temporelles sur l'évolution moderne des systèmes territoriaux portuaires. La mutation des hiérarchisations et compétitions constatée sur plus d'un siècle peut (et doit selon les deux auteurs) nourrir les fondements d'une future compétitivité portuaire.
Yann Alix et César Ducruet se livrent à un petit essai de prospective qui revient à ce déterminisme géographique mais aussi industrialo-énergétique, continuant de penser que la rupture physique de charge entre la mer et la terre constitue une réelle opportunité pour l'économie circulaire et l'écologie industrielle au sein des écosystèmes portuaires les plus innovants et visionnaires.

Myriam Donsimoni prend un exemple original avec la grande ville portuaire de Safi au Maroc pour illustrer comment les interactions systémiques entre l'espace portuaire et la ville doivent nourrir un véritable ancrage territorial local. L'auteur reprend les fondements de la gestion complexe des dynamiques territoriales ville-port mais dans l'environnement spécifique du Maroc. Les processus de convergence exigent de repenser les proximités selon Myriam Donsimoni sans pour autant négliger l'ancrage territorial local au profit notamment des populations.

Le projet de nouveau port industriel à Safi se dissèque alors comme un cas d'étude pratique pour que les considérations économiques, industrielles et stratégiques soient convergentes avec la transformation d'une grande ville. Insertion et intégration des riverains, formation et éducation, préservation de l'environnement et projections d'avenir de tout le territoire local-régional sont rappelés par Myriam Donsimoni comme autant de facteurs clés de la réussite systémique d'une telle entreprise.

La première partie se conclut par l'analyse proposée par **Juliette Cerceau** et **Nicolas Mat** qui posent d'emblée comme hypothèse que les ports ont un rôle décisif à assumer dans l'avènement de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle. Les deux auteurs entament leur démonstration en considérant les spécificités des espaces portuaires comme des atouts territoriaux essentiels entre « système-territoire » et « système-monde ». Les retours de

cas pratiques en France et à l'international permettent à Juliette Cerceau et Nicolas Mat d'étayer les fondements des éco-sites, des éco-territoires et des éco-réseaux.
Les ports, et leurs autorités de tutelle, ont comme impératif de reconsidérer une partie de leurs fonctions pour appréhender les défis et perspectives liés à la circulation, le stockage et la transformation des ressources. Les deux experts exhortent même les ports à assumer leur leadership dans la transition énergétique des territoires. Ils persistent sur le rôle des ports dans l'amélioration des performances économiques et environnementales de leurs écosystèmes. L'économie circulaire et l'écologie industrielle constituent pour les deux auteurs des opportunités stratégiques à ne pas manquer pour renforcer l'attractivité et la compétitivité des territoires portuaires.

PARTIE 2 – L'écosystème portuaire, espace pilote pour la mise en œuvre de l'économie circulaire

En phase avec la démonstration du chapitre précédent, cette deuxième partie s'ouvre sur le retour d'expérience des innovations technique et organisationnelle qui ont pu être testées sur la plateforme industrielle PIICTO à Fos-sur-Mer. **Sylvain Pichon** et **Frédéric Dagnet** du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), accompagnés de **Guillaume Junqua** & **Nicolas Mat** du Laboratoire de génie en environnement industriel - Ecole des Mines d'Alès analysent le rôle de l'autorité portuaire dans la transition écologique de l'écosystème dispersé du Grand Port Maritime de Marseille. PIICTO constitue une forme d'aboutissement car le port a été acteur dès les années 2000 de la transition énergétique en adaptant ses territoires tout en facilitant le réseautage et les initiatives des entreprises industrielles. La concrétisation de la mutation industrielle et énergétique de la ZIP de Fos-sur-Mer expose combien une gouvernance territoriale légitime reste le cœur de la réussite d'une telle initiative écosystémique.

Le collectif Dunkerquois porté par la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) expose un retour d'expérience sur une initiative pionnière d'écologie industrielle. **Karim Taleb** (CUD) avec **Jean-François Vereecke** de l'Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque accompagné de **Jérôme Bidaut** de l'École nationale des ponts et chaussées débutent leur travail en rappelant que dès 1999 était préfiguré le contour d'une structure indépendante dans l'objectif de promouvoir l'écologie industrielle sur Dunkerque. L'association ECOPAL dès 2011 fédère la coopération entre acteurs pour déjà opérer de manière collaborative les flux de matière, d'énergie et d'informations. Depuis, ECOPAL ne cesse d'évoluer dans ses prérogatives et ses services, tirant profit de la longue culture industrialo-portuaire du territoire du Dunkerquois.

Karim Taleb, Jean-François Vereecke et Jérôme Bidaut n'hésitent pas à mentionner que la succession des crises traversées par la communauté portuaire a concouru à la mutation du rôle de l'autorité portuaire face aux potentiels de l'écologie industrielle. Cela rejoint les expertises précédentes autant dans la littérature académique que dans les premiers retours d'expériences en France et à l'international. Les trois auteurs énumèrent moult projets et réalisations qui ont abouti à la formalisation de la toile industrielle du Dunkerquois qui offre pour la première fois une vision globale des relations productives du territoire. Le travail de la communauté perdure avec l'élargissement des périmètres pour toujours mieux servir des synergies industrialo-portuaires audacieuses et innovantes.

Olivier Pillard change de registre mais reste dans la circularité économique et la gestion industrielle des matières et des déchets avec une réflexion sur le démantèlement écologique des navires. Le spécialiste français contextualise la filière en rappelant que les normes internationales et l'éclairage médiatique poussent à la constitution de filières innovantes et propres pour gérer l'ensemble des procédés liés au démantèlement intégral des vieux navires. Sans même considérer les potentiels de la plaisance, Olivier Pillard avance que plus de 1000 navires de commerce par an pourraient faire l'objet d'une gestion intégrée, dont deux-tiers sont sous pavillon européen.

Pour que la France se dote d'une politique innovante et avant-gardiste, Olivier Pillard appelle au courage et à l'abnégation afin que les innovations réglementaires et technologiques soient accompagnées d'un appareillage méthodologique simplifié avec des volets administratifs, juridiques et financiers en phase avec les besoins spécifiques de la filière.

PARTIE 3 – L'écosystème portuaire, moteur d'une dynamique locale d'économie circulaire

Emilie Gravier et **Bénédicte Sénèque** entament cette troisième partie avec le retour d'expérience du Port Autonome de Strasbourg (PAS). L'écosystème de Strasbourg, au-delà de sa spécificité fluvio-portuaire, hérite d'une forte interaction avec la ville et ses habitants. Cela a permis de co-créer une communauté d'acteurs qui partage des projets visant à toujours mieux fluidifier les circulations ; que l'on parle des habitants, des matières ou des énergies. Les deux auteurs reviennent sur les fondements de la communauté ou comment les relations ville-port furent au cœur d'un sentiment qui a permis de collaborer au moment d'insuffler des nouveaux projets autour de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle.
Aujourd'hui, le PAS continue de pleinement jouer son rôle d'animateur et de facilitateur dans le déploiement de nouveaux projets en concertation directe avec les entreprises mais aussi d'autres organes publics en charge de la valorisation du territoire. Emilie Gravier et Bénédicte Sénèque mettent en avant la diversité des initiatives et l'émulation collective autour de programmations qui investissent secteurs public et privé. Une fois encore, une gouvernance participative et ouverte est soulignée pour continuer de faire évoluer les applications de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle au sein de la ville et du port de Strasbourg.

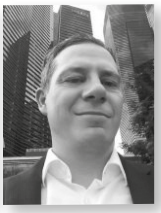
Plus au sud mais toujours dans une dynamique industrialo-fluvio-portuaire, INSPIRA concrétise la vision d'un espace industriel multimodal responsable. **Alice Herbelin, Dimiti Coulon, Vincent Daön** et **Elizabeth Mouchot** insistent sur « l'entre territoire » de la situation géographique du projet INSPIRA alors que d'emblée est invoquée l'écologie industrielle comme catalyseur de projet et d'attractivité dans un contexte de transition énergétique et d'aménagement du territoire. Les auteurs concèdent la complexité d'une gouvernance légitime et unanime sur un territoire avec de fortes implantations industrielles au milieu d'une mosaïque d'autres activités et de services. INSPIRA agglomère des ambitions industrielles qui profitent de l'efficacité d'un embranchement fluvial et d'une installation portuaire dédiée. Une sorte de super aménagement planifié mûrit au fil des ans pour former un écosystème industrialo-multimodal.
Les auteurs voient alors dans Rhône Médian la concrétisation d'un grand projet qui participe au renforcement des bases d'un écosystème déjà reconnu pour sa performance. La co-construction du grand projet avec toutes les parties prenantes privées et publiques tend à démontrer la dynamique du territoire qui se met en marche. L'écologie industrielle apparaît comme un formidable vecteur de

nouvelles croissances pleinement assumées par toutes les parties prenantes en interaction. Les instruments, les méthodes et les innovations se testent pour un accroissement de l'attractivité du territoire ; le tout dans une logique multiscalaire mouvante. Capabilités collective et territoriale offrent alors l'instrumentation d'une liberté résolument innovante.

Philippe Serizier , avec l'aimable concours de Jean-Raymond Mondon, propose une lecture originale du développement de la métropole circulaire insulaire de La Réunion. Le spécialiste de La Réunion revient sur les tenants historiques et sociologiques qui donnent les clés de la compréhension du fonctionnement des territoires productifs portuaires. Les particularités physiques et géographiques doivent pleinement être comprises également pour saisir l'enjeu d'une politique d'économie circulaire promeut par les autorités portuaires. La conflictualité sur des espaces contraints et le manque d'intégration dans les relations ville-port concourent aussi à rendre l'exercice d'une écologie industrielle plus complexe ici qu'ailleurs.
Philippe Serizier rappelle que la contrainte spatiale du système insulaire de La Réunion peut se transformer en une véritable polarité dans une vision écosystémique de l'Océan Indien. A l'heure des rapprochements stratégiques des autorités portuaires, considérer une démarche en réseau régional constitue une innovation majeure, surtout en la rattachant à des ambitions d'écologie industrielle et d'économie circulaire.

Léo W. Baas et **Murat Mirata**, tous deux chercheurs au *Department of Management and Engineering* de l'Université de Linköping en Suède, ouvrent les perspectives en dehors des cas industrialo-portuaires français. EPIC 2020 est un projet transeuropéen coordonné par la ville de Malmöe en Suède et qui englobe trois autres villes portuaires moyennes : Mantova en Italie, Navipe-Akarport en Grèce et Wismar-Rostock en Allemagne. EPIC 2020 signifie Symbiotic bio-Energy Port Integration with Cities by 2020. La bonification planifiée des bioénergies constitue le cœur du projet afin de déployer des stratégies d'optimisation des potentiels que l'on retrouve par la présence d'activités portuaires dans les quatre villes à l'étude.
Les deux auteurs rappellent combien les ports restent des points focaux encore faiblement utilisés dans la circulation et surtout la transformation optimale des bioénergies. Une symbiose industrielle est défendue comme le moyen de produire de la valeur économique et social sur les territoires à l'étude. Léo W. Baas et Murat Mirata analysent comment mettre en place des plates-formes de transformation et de valorisation énergétique de nouvelle génération dans des logiques intégrées locales. EPIC 2020 est à la moitié de son expérimentation qui dure 3 ans et qui implique de nombreuses parties prenantes publiques et privées, académiques et industrielles.

Wouter Spekkink et **Frank Boons** nous emportent aux Pays-Bas, nation très en pointe en matière de transition énergétique et d'écologie industrielle. Les deux universitaires abordent en premier lieu des considérations empiriques sur les trois étapes de la conception de la symbiose industrielle. Après la justification scientifique de leurs choix méthodologiques, Wouter Spekkink et Frank Boons appliquent leurs travaux sur le cas particulier des différentes étapes du développement du parc industriel de Moerdijk aux Pays-Bas. La question centrale posée par les deux chercheurs est de déterminer à quel degré de maturité de la symbiose industrielle se classe l'expérience de la *Sustainable Connections Initiative* (SCI) du parc industriel de Moerdijk. Cette SCI se formalise dès 2009 mais hérite de pratiques d'échange de flux entre compagnies privées déjà présentes sur le site industriel dès les années 1990.
Il est fort intéressant de lire comment ont évolué les échanges de flux entre les acteurs industriels au fil des expérimentations et des progrès en matière de mutualisation et de partage. La maturité du système se retrouve dans les prises de décision et la gouvernance d'un écosystème qui féconde sa légitimité, son utilité et sa productivité par la simplicité et l'efficacité des expérimentations. Tout au long de leur démonstration, Wouter Spekkink et Frank Boons testent leurs propres hypothèses en faisant des allers-retours utiles avec les autres approches défendues par d'autres auteurs.



Carla Jong et **Wouter Jacobs** apportent un retour d'expériences depuis l'une des places portuaires les plus avancées en matière de transition énergétique dans le monde. Le cas du port d'Amsterdam met en perspective combien la volonté collective et participative constitue les piliers de démarches avant-gardistes. Le port d'Amsterdam compose depuis plusieurs décennies avec la ville, ses habitants, les populations rurales adjacentes pour équilibrer le rapport entre retombées positives et externalités négatives. Les deux auteurs soulignent que le plan stratégique 2030 trouve la profondeur de ses ambitions dans cette culture pas toujours simple du dialogue entre toutes les parties prenantes. Aussi, Carla Jong et Wouter Jacobs insistent sur les dimensions écologiques et sociétales des projections du Port d'Amsterdam, résumées de manière très éclairante par *international hub: where Fossil meets Bio, Industrial Hotspot: where Waste meets Energy et finalement Metropolitan centre: where Global meets Local.*
Amsterdam aiguise des éléments de communication au point de faire des déchets des intrants de valeur ajoutée et de faire de la transformation énergétique un argument écologique de développement des activités portuaires et péri-portuaires. Bien au-delà de la simple démonstration marketing, les deux experts néerlandais avancent qu'Amsterdam s'impose comme un des premiers ports

du monde de nouvelle génération. Ils corroborent l'hypothèse partagée par beaucoup dans cet ouvrage que l'interface ville-port doit renforcer son rôle de laboratoire vivant et dynamique des symbioses énergétiques à bas-carbone de demain.

La troisième partie se conclut par deux contributions chinoises, territoire de tous les fantasmes et de tous les discours en matière d'écologie, d'environnement, de ports et de métropoles !

Vincent Aurez, Gabrielle Desarnaud et **Jean-Claude Levy** composent un texte original sur l'évolution récente de Shanghai, un des plus importants ports de la planète mais également une des métropoles les plus bouillonnantes du monde. La longue parenthèse historique donne les clés de lecture d'un territoire urbano-portuaire qui n'a cessé de changer d'orientation au fil de grandes périodes de développement. L'histoire récente éclaire sur l'interpénétration des dimensions géographiques et politiques pour comprendre les problématiques spatiales et énergétiques de la ville-port de Shanghai. La planification et le centralisme s'assument comme les leviers du changement pour que les fondements de l'économie circulaire soient dorénavant les piliers d'un urbanisme intégré nettement moins énergivore. Shanghai nourrit autant le monde entier par son interface portuaire qu'elle s'impose comme une porte d'entrée fondamentale pour les provinces de l'intérieur domestique.
De cette incroyable complexité fonctionnelle et stratégique émergent des expérimentations d'une envergure incomparable. Les trois auteurs expliquent combien l'énergie et l'écologie se sont imposées comme des sources de « co-évolution » dans les aménagements fonciers et fonctionnels de la mégalopole portuaire qui conserve d'immenses territoires agricoles pour raccourcir les circuits d'approvisionnement ! Une logique « intégrationniste » est explicitée par Vincent Aurez, Gabrielle Desarnaud et Jean-Claude Levy, ce qui permet de saisir toute l'ampleur d'un chantier d'économie circulaire à ciel ouvert !

Lei Shi, Ying Dong et **Zhongfang Wu** nous font traverser l'immense embouchure du fleuve Huangpu pour nous transporter sur l'autre rive du delta du Yangzi, dans ce qui constitue l'autre plus grand port du monde ! En effet, au-delà du fait que Shanghai et Ningbo se disputent la première place mondiale, ces deux territoires industrialo-portuaires hébergent plusieurs projets pilotes d'économie circulaire programmées depuis 2010 par Beijing. Les cas du *Beilun Port* et du *Beilun District* sont analysés

par les trois auteurs qui étayent les différentes étapes qui ont permis une transformation radicale de l'écosystème industriel en place. Les processus de production et de transformation ont été repensés dans une logique d'économie circulaire afin d'être moins énergivores tout en améliorant considérablement leurs performances écologiques. Plusieurs filières ont été ainsi restructurées dans une échelle de lecture d'envergure régionale avec des cartographies dynamiques qui ne sont pas sans rappeler les initiatives de Dunkerque ou de la Vallée de Seine en France.
Lei Shi, Ying Dong et Zhongfang Wu décrivent un développement éco-industriel remarquable qui s'incruste dans une logique de transition écologique régionale. En guise de conclusion, les auteurs font remarquer que l'exemple de Beilun dépasse largement les cadres théoriques avec le déploiement d'améliorations techniques et technologiques, le tout inséré dans une ambition politique clairement affichée et un pragmatisme de marché jamais renié.

PARTIE 4 – L'écosystème portuaire, nœud stratégique pour la mise en œuvre de l'économie circulaire au sein d'un réseau portuaire

Murielle Janin présente le retour d'expérience d'ECOCEM, groupe spécialisé dans la valorisation de matériaux considérés comme des déchets industriels (le laitier granulé de haut fourneau). L'exemple d'ECOCEM illustre ces très nombreuses entreprises qui aujourd'hui utilisent les déchets issus de leurs activités industrielles pour les réinjecter comme matières premières dans d'autres cycles de production, industriels ou non. Murielle Janin met en avant deux logiques d'écoulement de ces laitiers industriels puisque la première relève de l'opportunité de la proximité géographique alors que la seconde tire profit d'une vraie logique de marché entre une offre et une demande globalisées. D'un côté, ECOCEM France est la preuve qu'une démarche structurée (étude du métabolisme territorial) soutient une synergie industrialo-énergétique à une échelle finalement très locale. La demande nationale pousse ECOCEM à soigner des acheminements plus éloignés sur le territoire national via des transports massifiés. De l'autre, ECOCEM Irlande et ECOCEM Hollande illustrent comment le changement des pratiques et des mentalités industrielles étendent les limites spatiales d'une circularité économique et écologique qui peut devenir européenne, pour ne pas dire planétaire.

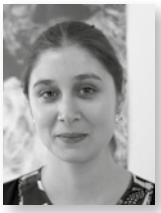
La question des échelles spatiales reste au cœur de la démonstration de la capsule professionnelle d'HAROPA. **Annabelle Alquier, Emilie Mallet** et **Jean-Paul Raffini** considèrent l'Axe Seine comme le nouveau terrain d'investigation d'une redynamisation industrielle à l'ère de l'économie décarbonnée. Après l'industriel avec ECOCEM et les urbanistes avec l'AURH, HAROPA prend l'angle de vue d'une autorité portuaire « tricéphale » qui considère que les synergies de la transition énergétique transgressent les limites des périmètres fonciers de chacun des trois ports pour se diluer sur d'immenses corridors logistico-énergétiques.
Les trois auteurs soulignent que la voie fluviale doit impérieusement s'imposer comme un atout qui reste sous-estimé dans les futures intégrations et interactions industrielles. HAROPA désire s'imposer comme le chef d'orchestre d'une future stratégie dimensionnée à l'échelle d'un territoire qui devrait, par ailleurs, profiter des volumes et valeurs issus des grands chantiers industriels et du BTP avec le Grand Paris.

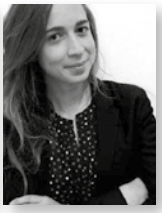
Antoine Beyer résume avec cette nouvelle production combien des initiatives portent déjà les fruits d'une transition énergétique réussie. Le cas du port fluvial de Straubing-Sand en Bavière montre aussi que la mutation des fonctions portuaires peut s'expérimenter presque n'importe où, au plus près de territoires qui peuvent paraître déconnectés des grandes innovations du portuaire maritime. A l'instar des ambitions exprimées par HAROPA, le transport fluvial est identifié comme le vecteur de transport qui supporte l'avènement de systèmes productifs inventifs par la valorisation des produits agrobiologiques et bioénergétiques. La cohérence d'ensemble tient dans le cluster qui a été créé avec toutefois des limites comme l'analyse avec justesse Antoine Beyer. L'autorité portuaire et le volontarisme public, une fois encore, demeurent des leviers essentiels dans le succès de cette mutation innovante.
Le cas de Straubing-Sand parait d'autant plus novateur que le *bioport* et le système de transport fluvial viennent en relais d'un changement radical du mode de production agricole régional avec l'assentiment des professionnels et des populations. A l'heure où les fondements de l'économie verte restent encore trop flous, Antoine Beyer met en perspective les premiers résultats d'un changement de paradigme pour redonner de l'attractivité à un territoire qui fait le pari de l'inventivité collective et l'envie de produire, transporter et distribuer de la manière la plus intégrée que possible.

PARTIE 5 – Essais prospectifs

Pour ouvrir cette dernière partie, Yann ALIX transporte la réflexion au sud du Sahara, dans des autorités portuaires en pleine mutation avec la croissance des flux et des valeurs qui transitent par des terminaux maritimes réinvestis par les grands opérateurs mondiaux. L'hypothèse de ce premier chapitre prospectif repose sur l'idée que la gestion harmonisée et dématérialisée des flux d'informations au sein des communautés portuaires peut raisonnablement devenir le substrat de futures logiques d'économie circulaire.

Des opportunités économiques, industrielles et logistiques doivent naitre de cette aptitude à travailler ensemble et surtout cette empathie à partager des informations. Toutes les initiatives détaillées dans cet ouvrage collectif ont un point commun décisif : l'envie et la capacité de travailler ensemble en adoptant le principe d'échanger des informations, du savoir et du savoir-faire. La créativité d'une nouvelle génération d'entrepreneurs éduqués africains peut inventer les bases totalement originales d'une circularité économique pas du tout explorées dans les sociétés postindustrielles des pays développés. De nombreux exemples tendent déjà à démontrer que le pragmatisme et l'opportunité peuvent être les meilleures motivations pour faire de l'écologie un vecteur de création de valeur.





Kelly Robin et **Mélodie Merenda** recentrent la projection sur le pourtour Méditerranéen en s'interrogeant une fois encore sur la pertinence de l'échelle géographique pour pouvoir déployer une stratégique fédératrice et légitime en matière de gestion des ressources. L'Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED) place le débat politique au cœur d'une réflexion qui transcenderait les clivages entre les rives nord et sud, les différences de développement et même les antagonismes de l'écosystème Méditerranéen. Il en ressort que les enjeux écologiques et environnementaux pâtissent encore et toujours des atermoiements politiques et du manque de vision communautaire et intégrée.

Kelly Robin et Mélodie Merenda mettent en avant de vraies avancées comme celles expérimentées à Tanger Med, véritable phare de l'Afrique portuaire ouest-méditerranéenne où Renault par exemple mène des innovations industrielles et logistiques intéressantes sur les plans écologiques et environnementaux. Les deux auteurs saluent aussi la prise en main par les communautés portuaires d'initiatives souvent locales-régionales. Reste à faire progresser pas-à-pas les fondements d'une vision progressiste d'une communauté Méditerranéenne unie.

Bruno Delsalle et **Vincent Wallaert** offrent un regard croisé et singulier sur les rôles respectifs joués par l'Association Internationale Ville & Port d'une part, le GIP Agence des Villes et Territoires Méditerranéens Durables d'autre part. En écho des contributions prospectives précédentes, les deux auteurs évaluent la puissance des réseaux dans la propension à mieux travailler ensemble, pour diffuser et faire connaître les dynamiques de l'économie circulaire. Capitalisation, coopération, co-portage et diffusion sont les termes qui reviennent dans les discours de l'AIVP et de l'AVITEM. Les deux auteurs insistent sur le côté très appliqué et opérationnel aujourd'hui constaté dans les développements urbano-portuaires en matière d'économie circulaire. Bruno Delsalle et Vincent Wallaert, chacun dans sa logique, insistent sur le caractère inclusif des démarches ; l'AIVP constatant par exemple l'impérieuse prise en compte de l'expression citoyenne dans les futurs développements urbano-portuaires alors que l'AVITEM exhorte à toujours plus d'actions et un peu moins de discours !

Thomas Lockhart et **Rémy-Louis Budoc** projettent un développement portuaire en mer qui atteste, s'il le fallait encore, que l'audace et l'innovation demeurent au cœur des initiatives d'économie circulaire. La plateforme offshore multi-usages au large des côtes Guyanaises propose une lecture prospective modulaire et évolutive afin que chaque usage potentiel puisse finalement trouver une forme de synergie avec les autres usages espérés sur le même territoire off-shore. Transport, logistique, énergie, biomasse, transformation des ressources, biotechnologies, la liste des marchés de l'économie maritime offshore semble presque infinie tant les potentiels existent et sont avérés. Toutefois, l'approche de Thomas Lockhart et Rémy-Louis Budoc retient la circularité économique comme un principe fondateur d'un nouveau type d'écosystème portuaire en quelque sorte déterritorialisé. L'accompagnement scientifique de DCNS apporte aussi le signal fort d'une R&D appliquée au service d'une économie circulaire vecteur de valeurs ajoutées, d'emplois et de services. Les ambitions de la performance environnementale se conjuguent alors sans détour avec les ambitions de la performance économique.

L'éco-conception explicitée dans cette dernière capsule et son inclusion dans la réalité économique, sociale et environnementale de la Guyane résonnent comme une forme de synthèse au final. Le Port Offshore MultiUsages (POMU) symbolise, depuis sa conception jusqu'à son intégration dans l'écosystème territorial de la Guyane, une projection pour mieux répondre aux défis énergétiques d'une société bas-carbone plus respectueuse de l'environnement et des ressources naturelles.

Partie I

Apports académiques

Chapitre 1

Ecologie industrielle et économie circulaire : définitions et principes

Nicolas Buclet

Professeur à l'Institut d'Urbanisme de Grenoble
Université Grenoble Alpes, France
Membre du laboratoire PACTE

Biographie

Après un doctorat en économie au CIRED sur la question des politiques publiques et de l'harmonisation européenne dans le domaine de la gestion des déchets d'emballages ménagers, **Nicolas Buclet** *intègre le CREIDD en 2000 et dont il prendra la direction entre 2006 et 2010. C'est au CREIDD, sous l'impulsion de Dominique Bourg, qu'il aborde les domaines de l'écologie industrielle et de l'économie de fonctionnalité. Ces thèmes sont en particulier abordés sous l'angle des procédures de prise de décision collectives, de la compréhension des comportements individuels et collectifs face aux enjeux du développement durable et, plus généralement sous l'angle des questions de coordination entre acteurs.*

Nicolas Buclet a été nommé professeur à l'Institut d'Urbanisme de Grenoble (Université Pierre Mendès-France) en septembre 2010 et chercheur au laboratoire PACTE dont il est directeur depuis septembre 2011. Il s'efforce de contribuer à l'émergence d'un champ disciplinaire émergeant : l'écologie territoriale qui, tout en s'inspirant de certaines méthodologies en écologie industrielle, vise à tenir compte de l'apport des sciences du territoire pour mieux caractériser un système territorial délimité et les dynamiques qui y ont cours.

Introduction

L'économie circulaire fait aujourd'hui partie du paysage français et s'insère dans les discours portés par les acteurs institutionnels, que ce soit à l'échelle locale ou nationale. L'introduction de ce double terme est cependant assez récente et, bien que de nombreux acteurs opérationnels et institutionnels s'y réfèrent comme d'un objet de connaissance commune, il n'est pas certain que chacun en ait la même idée, ni ait une idée précise de l'ensemble des implications induites par l'usage de ce terme.

Il nous importe donc ici, dans un premier temps, de rappeler la façon dont est définie l'économie circulaire par les institutions françaises, voire européennes. Dans un second temps, nous montrerons que ce qui est derrière l'économie circulaire correspond largement à la définition de l'écologie industrielle dans le monde scientifique. Nous indiquerons enfin comment, en particulier dans le monde des sciences humaines et sociales, la question du territoire, dans un contexte général d'émergence des sciences du territoire, a invité un certain nombre de chercheurs à se positionner autour du concept d'écologie territoriale.

Nous conclurons sur les limites à notre sens de l'économie circulaire, telle qu'envisagée aujourd'hui.

L'économie circulaire : de quoi parle-t-on ?

L'économie circulaire existe en tant que concept depuis de nombreuses années. Ainsi dans l'ouvrage fondateur pour la communauté francophone de Suren Erkman (1998), il y est question de mettre en œuvre diverses stratégies d'écologie industrielle pour aller vers une économie circulaire (sans que ce terme soit explicitement défini, nous y reviendrons). A cette même période, émergent de par le monde des textes juridiques introduisant l'économie circulaire.

C'est le cas en Allemagne en 1996, avec une loi dite sur l'économie circulaire dont l'objectif principal concerne la réutilisation et le recyclage des déchets. La promotion de l'économie circulaire est également en vigueur dans le plan quinquennal chinois lancé en 2006, mais était déjà présente dans l'arsenal juridique de ce pays depuis quelques années. Lorsque ce concept émerge dans les débats institutionnels français, et se trouve au cœur des débats du Grenelle de l'Environnement, menés à partir de 2007, il y a donc des précédents de par le monde.

L'économie circulaire telle que portée par les institutions françaises et européennes

L'économie circulaire consiste à boucler le cycle de vie des produits, des services, des déchets, des matériaux, de l'eau et de l'énergie. Cette définition est plus ou moins reprise par les acteurs institutionnels avec des variantes quant à l'accent mis sur tel ou tel autre aspect.

Si l'on se rend sur le site internet du ministère en charge des questions environnementales, il est indiqué que « l'économie circulaire désigne un concept économique qui s'inscrit dans le cadre du développement durable et dont l'objectif est de produire des biens et des services tout en limitant la consommation et le gaspillage des matières premières, de l'eau et des sources d'énergie. Il s'agit de déployer une nouvelle économie, circulaire, et non plus linéaire, fondée sur le principe de "refermer le cycle de vie" des produits, des services, des déchets, des matériaux, de l'eau et de l'énergie »[1]. Cette définition indique nettement la connotation économique du concept, élément intéressant sur lequel il nous faudra revenir.

Dans le cadre de la conférence environnementale tenue les 20 et 21 septembre 2013 sous l'égide de ce même ministère, les participants à la conférence appellent à engager la transition vers un modèle économique circulaire, impliquant non seulement du recyclage, mais également « une utilisation plus efficace

[1] http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-enjeux-de-l-economie.html consulté le 03 juillet 2015.

des ressources, en modifiant les modes de production et de consommation, en allongeant la durée de vie de la matière, en promouvant l'éco-conception de produits réutilisables et recyclables »[2]. Si le mot d'ordre se situe donc principalement au niveau d'une optimisation de ce que l'on peut produire avec les ressources disponibles, d'autres aspects sont évoqués comme les enjeux de biodiversité, la lutte contre l'étalement urbain et l'artificialisation des sols[3]. Au-delà de cette intention de ne pas oublier d'autres questions socio-écologiques d'importance, le cœur des débats a porté sur l'éco-conception des produits, la lutte contre l'obsolescence programmée, l'interdiction des sacs plastiques, ou encore la promotion de la consigne. On demeure donc avant tout fixés sur la question des ressources et de l'optimisation des modes de production et de consommation.

Cette façon de voir l'économie circulaire se retrouve également au niveau de l'Union Européenne. A cette échelle institutionnelle, il s'agit d'une stratégie de gestion des ressources fondée sur une culture du recyclage, et formalisée le 2 juillet 2014 par la publication d'une communication de la part de la Commission européenne[4].

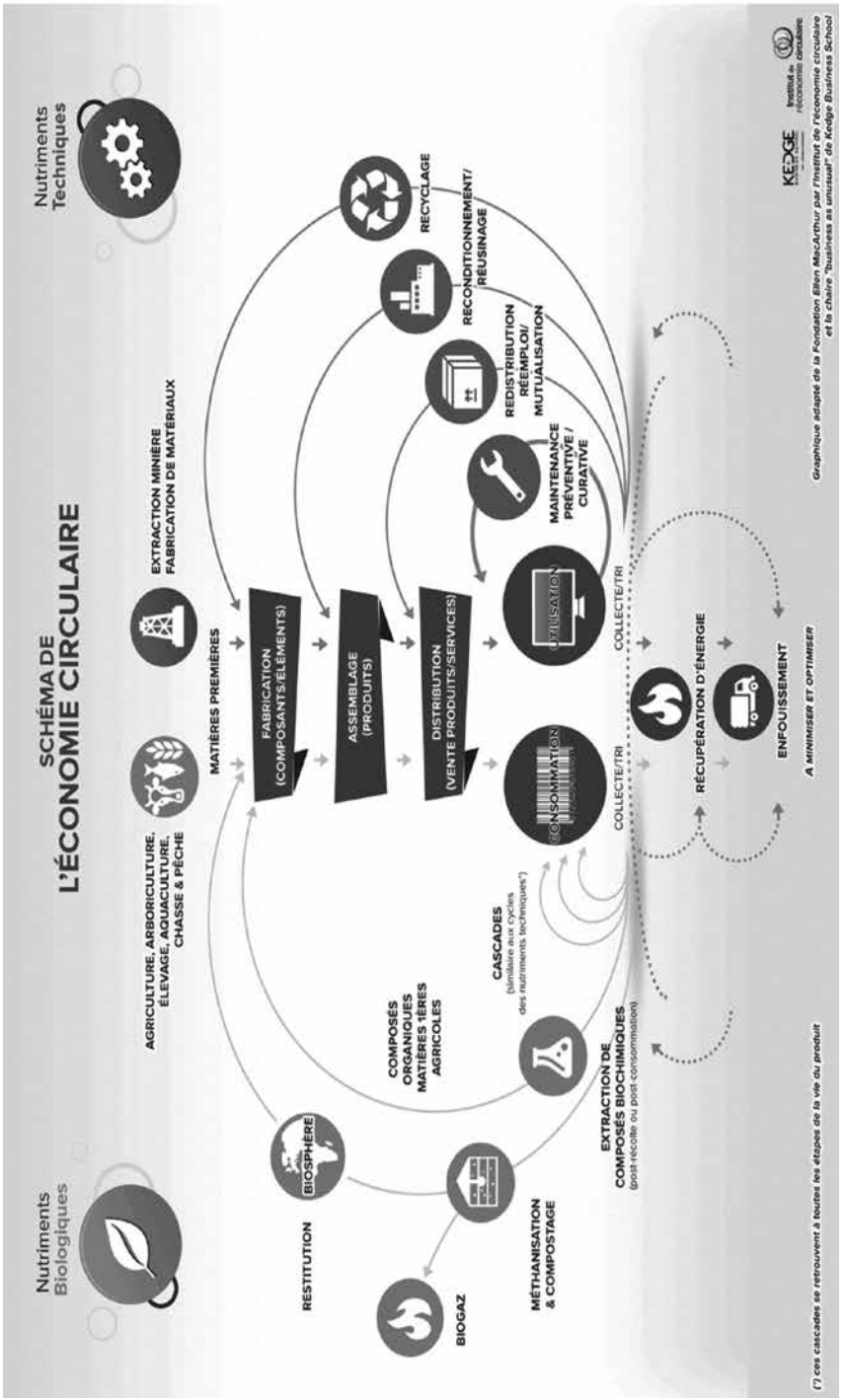
Selon cette communication, les systèmes d'économie circulaire permettent à la valeur ajoutée des produits de circuler le plus longtemps possible au sein du système économique et éliminent la notion de déchets. Le document, à l'instar de ce que produisent les institutions françaises, insiste d'abord et avant tout sur une démarche de rationalisation poussée.

[2] http://www.developpement-durable.gouv.fr/Economie-circulaire,33986.html consulté le 06 juillet 2015.

[3] Serge Orru, Restitution de la table ronde sur l'économie circulaire à la Conférence environnementale, 20 et 21 septembre 2013, Palais d'Iéna, Paris.

[4] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social committee and the Committee of the regions, "Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe", http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf, consultée le 6 juillet 2015.

Figure 1 : Graphique adapté par l'Institut d'Economie Circulaire à partir d'un schéma de la Fondation Ellen Mac Arthur (2013)



Une vision systémique de l'économie circulaire

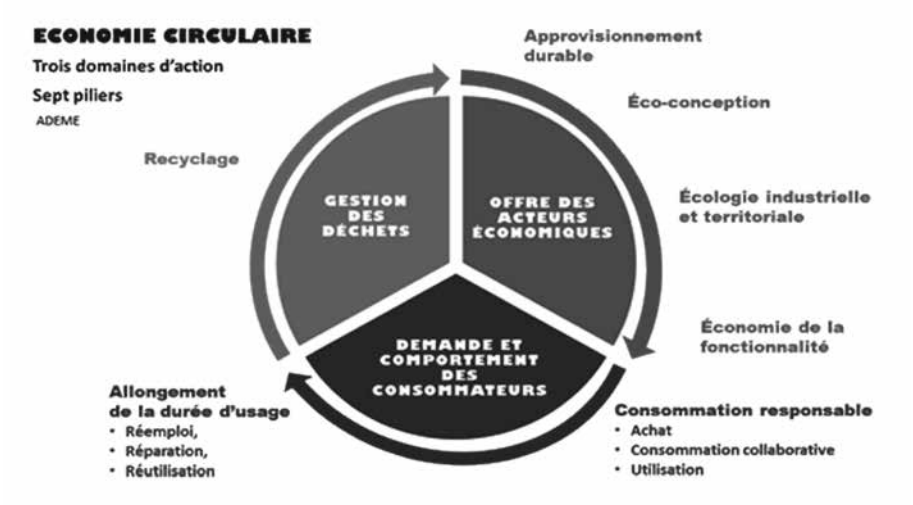
Si l'on revient à l'échelle française, il est important de ne pas oublier ce qu'en dit un acteur incontournable en matière de gestion des questions environnementales, à savoir l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Cette institution privilégie une représentation systémique de l'économie circulaire. Cette représentation articule les enjeux de préservation de l'environnement et de développement économique selon une approche de l'ensemble du cycle de vie des produits, de la fabrication aux « 3R » (réparer, réutiliser, recycler), en passant par les pratiques de consommation.

Cela aboutit à :

– 3 domaines d'actions reposant sur 7 piliers : l'écologie industrielle étant l'un des piliers de l'économie circulaire (ce qui nous le verrons, est une reconstruction pour le moins étonnante de la montée en puissance de ces concepts) ;

– une approche de type « cycle de vie », où chaque étape entraîne la suivante.

Figure 2 : Une définition de l'économie circulaire par l'ADEME



(source : ADEME, 2015)

Economie circulaire et écologie industrielle : quelles différences ?

L'émergence de l'écologie industrielle

Historiquement, l'expression écologie industrielle apparaît avant celle d'économie circulaire. « L'expression et le concept apparaissent de manière sporadique dans la littérature scientifique des années soixante et soixante-dix » (Erkman, 1998, p. 12). En 1983, sort le premier ouvrage s'y référant explicitement, intitulé « L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle » (Billen *et al.*, 1983)[5]. Quelques années plus tard, en 1989, est publié l'article « Stratégies for manufacturing » (Frosch & Gallopoulos, 1989)[6] qui prône le passage d'une économie linéaire où les ressources sont extraites massivement de l'écosystème puis rejetée sous forme polluante dans celui-ci, à une économie circulaire, dématérialisée, ne puisant que marginalement des ressources non renouvelables dans l'environnement.

Les auteurs parlent plus particulièrement de la nécessité d'évoluer vers un écosystème industriel, avec une optimisation de la consommation d'énergie et de matière, suivant l'analogie avec les écosystèmes biologiques comme un objectif vers lequel tendre, sans pour autant imaginer l'atteindre (Frosch & Gallopoulos, 1989, p.144). Ce serait, toujours selon ces auteurs (1989, p. 152) la tâche de l'écologie industrielle en tant que discipline d'analyser le potentiel et les conséquences de la mise en place d'écosystèmes industriels.

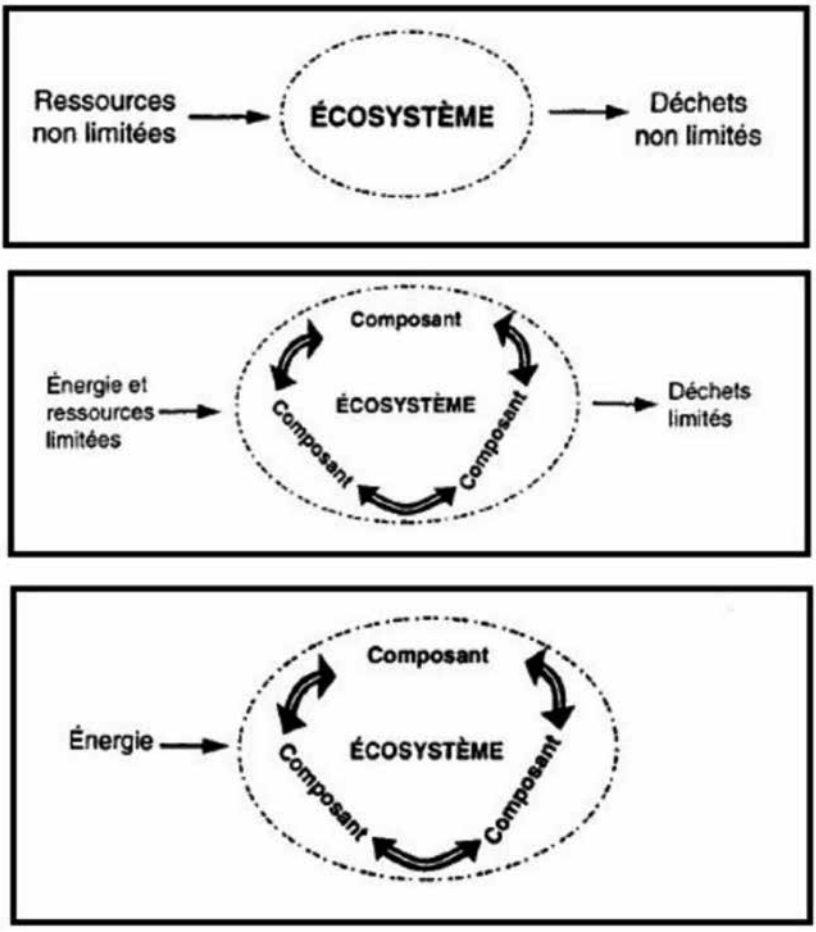
Cinq ans plus tard, Graedel et Allenby publient un ouvrage intitulé « Industrial Ecology » (1994)[7] dans lequel ils développent notamment la question de l'analogie entre écosystèmes naturels et écosystèmes industriels. De cette analogie, ils retirent notamment le concept d'évolution des sociétés industrialisées d'un type d'écosystème absolument pas durable (type I), vers un type II d'écosystème bien plus durable, vers enfin un écosystème de type III totalement durable.

[5] Billen G., Toussaint F., Peeters P., Sapir M., Steenhout A., Vanderborght J-P., 1983, *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*. Centre de recherche et d'information socio-politiques (CRISP). Bruxelles.

[6] Frosch R., Gallopoulos N., 1989, « Strategies for Manufacturing ». *Scientific American Review*. 261. pp.144-152.

[7] Graedel T., Allenby B.R., 1994, *Industrial Ecology. Englewood Cliffs (NJ), Prenctice Hall Inc.*

Figure 3 : Les divers stades d'écosystèmes selon Graedel et Allenby.



(source, Erkman, 1998, pp.43-44)

On passerait par ces stades d'une société se comportant comme si les ressources étaient infinies, vers une société assumant le fait que les ressources sont finies, l'écosystème de type III étant l'idéaltype vers lequel les sociétés industrialisées devraient évoluer pour assumer totalement une posture de durabilité. Nous voyons bien, avec ce dernier schéma, la forte circularité que préconise l'écologie industrielle. Dès lors, on perçoit ici difficilement la différence entre économie circulaire et écologie industrielle, d'autant que les principaux axes stratégiques de l'écologie industrielle (Erkman, 1998, p. 47) sont les suivants :

– valoriser les déchets comme des ressources ;

– boucler les cycles de matière et minimiser les émissions dissipatives ;

– dématérialiser les produits et les activités économiques ;

– décarboniser l'énergie.

Ces quatre axes sont indubitablement comparables avec ce qui est promu aujourd'hui par les institutions en matière d'économie circulaire.

L'évolution dans la pratique du concept d'écologie industrielle

Au vu de ce que nous avons rappelé, il ne fait nul doute qu'écologie industrielle et économie circulaire décrivent une même réalité, se réfèrent à de mêmes objectifs et à une même volonté d'accroître la durabilité des sociétés industrialisées. D'où vient alors le besoin de ce nouveau terme qu'est l'économie circulaire, puis sa confusion avec l'écologie industrielle, voire l'absorption de l'écologie industrielle par l'économie circulaire ?

La raison est essentiellement liée à la façon dont l'écologie industrielle a été mise en œuvre, avec l'essor des symbioses industrielles, mais également la façon dont elle a été mise en scène. Progressivement on en est venu, dans la pratique, à réduire l'écologie industrielle à cette forme particulière d'écosystème industriel, qui présuppose des formes de coopération entre entreprises et collectivités territoriales à une échelle relativement locale.

Dans ce cadre particulier, et dans la plupart des projets observés (le premier d'entre eux étant l'emblématique cas de Kalundborg, au Danemark, importante zone portuaire au sein de laquelle se sont développées d'importants et nombreux échanges de flux de matière et d'énergie entre acteurs), l'enjeu est de coupler une meilleure gestion des contraintes environnementales avec le développement économique d'un territoire.

L'accent mis sur Kalundborg et d'autres symbioses a renforcé l'idée que l'écologie industrielle devait s'occuper prioritairement d'écologie dans l'industrie et non pas tant d'écologie dans la société industrielle. C'est en ce sens que le périmètre de ce sur quoi sont sensés travailler ceux qui cherchent à développer l'écologie industrielle s'est centré non seulement sur la notion de symbiose industrielle, mais surtout sur sa mise en pratique au sein de parcs éco-industriels. Un parc éco-industriel vise « une valorisation systématique de l'ensemble des ressources dans une région donnée » (Erkman, 1998, p. 29). L'engouement pour le concept a été réel autant dans les pays industrialisés que dans ceux aspirant à rejoindre les premiers, sur l'ensemble des continents.

Une bifurcation entre le monde académique et le monde institutionnel

L'écho donné à la mise en pratique technique et opérationnelle de l'écologie industrielle, focalisée sur les symbioses industrielles, a ainsi en quelque sorte contribué à occulter le sens plus global (notamment écologique, systémique, environnemental, politique, organisationnel, etc.) que le monde académique avait initialement donné aux termes d'écologie industrielle et à faire glisser le sens de ce que l'on entend par écologie industrielle. De ce glissement, l'on comprend qu'ait émergé chez certains le sentiment que l'écologie industrielle ne représentait qu'une stratégie limitée parmi d'autres au sein du concept plus large d'économie circulaire. Cela ne porterait pas à confusion si le basculement sémantique d'un terme à l'autre s'était effectué de façon concertée et homogène.

Or, si le terme d'économie circulaire est entré dans le langage courant des institutions politiques et des acteurs de terrain, notamment en ce qu'il passerait mieux dans le monde économique, le monde scientifique a parcouru une autre direction, maintenant une préférence pour l'écologie industrielle. La première raison est liée au fait que la communauté scientifique internationale s'est structurée autour de l'expression « industrial ecology », se reconnaît dans toute la richesse de l'expression, réifiée par de nombreux travaux à la fois théoriques et empiriques.

Au niveau francophone par ailleurs, les chercheurs en sciences sociales ont pour certains souhaité basculer vers l'expression « écologie industrielle et territoriale », ceci afin de sortir le champ disciplinaire à la fois d'une vision restreinte au monde industriel et d'une approche majoritairement portée par les sciences de l'ingénieur. Cette bifurcation consacre néanmoins une différence entre des travaux scientifiques intéressés par les dynamiques de l'écologie industrielle à une échelle locale et la volonté des institutions publiques de promouvoir une économie circulaire de façon globale, l'écologie industrielle devenant l'une des stratégies permettant d'appliquer à l'échelle locale l'économie circulaire.

L'importance de la méthode d'analyse du métabolisme

Avec le glissement progressif vers le concept d'économie circulaire, les acteurs se sont cependant éloignés d'un point méthodologique considéré comme central en écologie industrielle, à savoir le recours à l'analyse du métabolisme d'un système, en particulier industriel. Il est en ce sens significatif que l'Institut de l'Economie Circulaire n'évoque même pas cette méthode lorsqu'il est question de définir l'économie circulaire[8]. Rappelons que par analyse du métabolisme d'un système, l'écologie industrielle vise à mesurer l'ensemble des flux de matière

[8] http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire_a361.html, consulté le 26/07/2015.

et d'énergie qui circulent au sein du système, qui y entrent en provenance de l'extérieur et qui en sortent. Ce bilan permet d'établir un état des lieux quantitatif des interactions au sein du système et de celui-ci avec l'extérieur. On peut alors comprendre quels sont les principaux flux dont il conviendrait de boucler la circulation, ceci afin d'en accroître l'utilisation, de réduire les prélèvements dans l'environnement ainsi que les rejets polluants.

L'analyse du métabolisme d'un système est donc au cœur de toute démarche d'écologie industrielle. Or, il convient nécessairement d'établir le périmètre du système que l'on souhaite analyser, opération d'autant plus complexe que l'on en élargit l'échelle. Ce sont donc aussi les contraintes méthodologiques qui poussent la réflexion en écologie industrielle à se localiser, à s'établir à l'échelle d'un territoire restreint. Sans doute s'établit ici l'une des différences proclamées avec l'économie circulaire, celle-ci s'établissant sans considération précise d'échelle. Dans cette optique, le métabolisme est majoritairement mis au service de l'optimisation des synergies éco-industrielles, en couplage avec « l'identification et la réduction des pertes de matière dans un objectif de limitation des impacts environnementaux des procédés industriels et des coûts de matières premières » (Barles, 2010).

Vers une écologie territoriale ?

Tant l'économie circulaire que l'écologie industrielle, malgré des trajectoires de départ différentes, ont aujourd'hui dans le contexte français une visée essentiellement opérationnelle ou, tout du moins, une finalité assez proche des préoccupations des acteurs du terrain. L'optimisation environnementale, via le principe du bouclage des flux au sein des procédés de conception, production et consommation, vise à accroître la durabilité de notre société. Elle peine cependant à prendre véritablement en compte les dynamiques territoriales et, in fine, comme l'avaient en leur temps remarqué certains auteurs, par son côté essentiellement organisationnel et technique l'écologie industrielle contribue surtout à réduire la non durabilité de notre société plutôt qu'à fonder les conditions de sa durabilité (Ehrenfeld, 2004).

Ce qui distingue l'écologie territoriale

Si avec l'économie circulaire, l'action est le moteur de la réflexion portée par les institutions en charge des questions de durabilité, si avec l'écologie industrielle la réflexion scientifique est fortement reliée à la mise en œuvre d'une durabilité produite par le progrès organisationnel et technique, l'écologie territoriale considère à la fois nécessaire de s'extraire d'une vision trop liée aux enjeux technologiques et de développer une connaissance non directement finalisée. Si au sein de la communauté scientifique travaillant sur l'écologie industrielle,

il existe en effet quelques voix discordantes, la technologie demeure en effet le vecteur principal de durabilité. Face aux reproches formulés *l'International Society for Industrial Ecology* a réagi et, à compter de la conférence organisée en 2007 à Toronto, a mis en avant la nécessité de travailler avec les sciences sociales et de prendre en compte également les enjeux de consommation[9]. Il n'en demeure pas moins que l'écologie industrielle ne se départit que très partiellement de son orientation de départ.

L'écologie territoriale porte un projet différent de celui de l'écologie industrielle, tout en en étant extrêmement proche d'un point de vue méthodologique. Le rôle des sciences sociales y est affirmé d'emblée mais surtout, nous l'avons dit, l'enjeu de connaissance prime sur l'action. Les chercheurs en écologie territoriale souhaitent certes participer aux débats sur ce que constitue une société durable, mais considèrent que cela passe d'abord par une compréhension plus globale de ce que sont les relations d'une société humaine avec son environnement. La recherche menée depuis une dizaine d'années investigue en particulier au-delà de notre société industrialisée.

Des travaux sont menés sur les sociétés préindustrielles, afin d'en analyser le métabolisme. Ainsi, on en sait davantage sur l'évolution de la fonction alimentaire à Paris ou Londres sur plusieurs siècles, ou encore sur l'importante question de l'eau à New York ou Athènes[10]. Emerge alors la notion de trajectoires socio-écologiques des villes et territoires analysés, qui permet de saisir la façon dont s'articulent les régimes socio-économico-techniques avec leur environnement géo-chimico-physique, et comment à chacun de ces régimes correspond un mode de prélèvement et/ou de bouclage (ou absence de bouclage) des flux biogéochimiques particulier.

Autre différence de taille, si l'écologie industrielle comprend avant tout le territoire comme une réalité de terrain, un contexte qu'il s'agit d'appréhender dans ses dimensions physiques, organisationnelles, économiques, en vue de faciliter la mise en œuvre de synergies éco-industrielles, l'écologie territoriale prend le territoire pour objet d'étude à part entière. Les questions culturelles, d'identité du territoire, sont partie intégrante de la réflexion sur ce qu'est un territoire, et pas seulement sur comment fonctionne un territoire. Comment ses occupants se définissent-ils ? Quels enjeux définissent-ils à partir de quel projet politique ? Comment le territoire engendre-t-il les richesses dont bénéficient ses occupants ? Toutes ces questions, à défaut d'être déjà correctement intégrées dans les travaux menés en écologie territoriale, y tiennent toute leur place pour les années à venir.

[9] Barles S., *op. cit.*, p.65.

[10] Voir le numéro spécial dédié à l'histoire de l'empreinte environnementale des villes, publié dans la revue *Regional Environmental Change* en 2012.

Des différences entre les différentes notions qui font débat au niveau scientifique et opérationnel

Nous pouvons à ce stade établir de façon schématique quelques-unes des caractéristiques qui distinguent l'économie circulaire, de l'écologie industrielle (y compris dans sa version francophone territoriale) et de l'écologie territoriale.

Figure 4 : Economie circulaire, écologie industrielle et écologie territoriale, des approches différentes mais complémentaires

Economie circulaire	Ecologie industrielle et territoriale	Ecologie territoriale
Une approche **globale** à l'échelle nationale ou européenne	Une approche **locale** à l'échelle d'un territoire	Une approche **locale** à l'échelle d'un territoire
Une vocation **législative** première	Une vocation avant tout **opérationnelle**	Une vocation d'abord **descriptive**
Une vision **économique** de la gestion des ressources	Une vision **économique** et participative de la gestion des ressources	Une plus grande attention portée aux **interactions homme-nature**
Pas de méthodologie clairement affichée	Métabolisme industriel et territorial centré sur des aspects quantitatifs	Métabolisme territorial afin d'identifier les dynamiques socio-écologiques

Il apparaît, au-delà des détails que nous avons présentés dans ce chapitre, que les finalités poursuivies par l'un ou l'autre des champs explorés sont la résultante des jeux d'acteurs qui interviennent derrière l'un ou l'autre.

Parce que l'économie circulaire est portée par les institutions (avec l'appui du monde économique), les enjeux se traduisent en termes de création d'emplois, de plus-value nationale, de gains pour les entreprises, faisant presque passer les enjeux écologiques au second plan (puisqu'il s'agit avant tout d'économie et non plus d'écologie).

Parce que l'écologie industrielle est avant tout portée par les sciences de l'ingénieur et par les ingénieurs et aménageurs de zones d'activité, les enjeux sont ceux d'un discours industriel, dans le sens de l'efficacité et de la rationalité de l'organisation industrielle, de l'optimisation de l'utilisation des ressources, question environnementale prédominante.

Parce que l'écologie territoriale est avant tout un champ d'exploration scientifique, porté par les sciences humaines et sociales avec l'espoir d'impliquer tout autant les sciences de l'environnement et les géosciences, aujourd'hui moins présentes, l'enjeu est celui d'un accroissement de la connaissance de ce qu'est un territoire, à la fois espace géographique qui propose des ressources et espace structuré par un système d'acteurs agissant et interagissant sur cet espace et avec lui.

Conclusion

Nous avons, dans ce chapitre, tenté d'apporter à la fois une définition à l'économie circulaire et d'éclaircir les liens pouvant exister entre celle-ci, l'écologie industrielle et l'écologie territoriale. Dans la jungle des concepts voisins, nous aurions également pu introduire l'écologie urbaine (champ disciplinaire encore plus ancien) ou l'écologie sociale (qui ressemble fortement à l'écologie territoriale et est essentiellement porté par la communauté scientifique autrichienne), ou encore évoquer les liens institutionnels avec les questions de transition (énergétique, écologique) très présentes à l'agenda des institutions nationales et locales. Il nous semblait préférable de ne pas compliquer outre mesure le panorama. En évoquant l'écologie territoriale, il nous tenait à cœur de rappeler que la réflexion purement finalisée (comme dans le cas de l'économie circulaire) risque fort de passer à côté de nombreux enjeux. Car oui, l'on peut espérer qu'en incitant à basculer vers une économie circulaire pour des raisons de compétitivité économique, la situation environnementale en bénéficiera de manière collatérale. On voit surtout que la mobilisation autour de cet enjeu est devenu l'un des terrains de jeu des entreprises qui y voient avant tout une opportunité de développer leur compétitivité dans un monde hautement concurrentiel. En d'autres termes, et comme par le passé avec le développement durable, certains acteurs ont tendance à se saisir d'une question sociétale pour mieux la détourner à leur profit. Avec l'économie circulaire, ne court-on pas le risque d'optimiser le système économique dominant sans le questionner fondamentalement ? On veut être plus efficace que par le passé, mais au sein d'un schéma immuable.

C'est également la démarche systémique qui nous paraît oubliée par l'économie circulaire. Seuls certains enjeux y tiennent une place de choix, plusieurs questions écologiques étant certes évoquées, mais de façon subliminale (la perte de biodiversité) ou comme un exercice obligé après quoi l'on passe aux choses sérieuses. Les questions de choix de société, du bien-être des populations, de leur capacité à être acteurs de leur existence individuelle et collective sont non pas évacuées, mais tout simplement ignorées. Si le vocable d'économie circulaire ne nous pose aucun problème en soi, c'est donc ce qu'il véhicule implicitement en tant que vision de la société, de ce qu'il convient de faire face aux enjeux globaux, que nous questionnons. En ce sens, nous pensons que tant l'écologie industrielle, tant (et même plus) l'écologie territoriale ont de beaux jours devant elles, car on est en droit de pressentir le moment où le grand soufflé médiatico-institutionnel retombera face à la pauvreté des résultats économiques, écologiques et sociaux auxquels risque de nous mener la façon actuelle de penser l'économie en général, et l'économie circulaire telle qu'elle se dessine aujourd'hui.

C'est pourquoi il nous apparait urgent de prendre le temps de questionner les fondements et implications de l'économie circulaire, de l'écologie industrielle et de l'écologie territoriale afin d'éclairer les débats législatifs actuels sur les choix stratégiques nationaux en matière de gestion des ressources et d'inspirer la mise en œuvre opérationnelle de véritables projets de territoire.

Bibliographie

Barles S. (2010), Ecologies urbaine, industrielle, territoriale, *in* O. Coutard, J-P. Lévy, *Ecologies Urbaines*, Economica/Anthropos, Paris, p. 61-83.

Billen G., Toussaint F., Peeters P., Sapir M., Steenhout A. et Vanderborght J-P. (1983). *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle.* Centre de recherche et d'information socio-politiques (CRISP). Bruxelles.

Ehrenfeld J. (2004), Searching for Sustainability : No Quick Fix. *Reflections: the SoL Journal.* Volume 5 n° 8. pp. 137-149.

Frosch R. Gallopoulos N. (1989), « Strategies for Manufacturing ». *Scientific American Review.* 261. pp.144-152.

Graedel T. Allenby B.R. (1994), *Industrial Ecology. Englewood Cliffs (NJ), Prenctice Hall Inc.*

Capsule professionnelle 1

La Toile Industrielle de l'Estuaire de la Seine : une vision systémique au service du territoire, des ports et des entreprises

Juliette Duszynski

Chef de projets Economie, Logistique, Portuaire, Projets européens
Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH)
Le Havre - France

Mathilde Mus

Chargée d'études
Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH)
Le Havre - France

& Julien Florant

Chargé d'études
Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH)
Le Havre - France

Biographies

Juliette Duszynski *est chef de projets Economie, Logistique, Portuaire, Projets européens à l'Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine.*
Géographe et Urbaniste de formation (Institut d'aménagement et d'urbanisme de Lille), Juliette Duszynski a d'abord travaillé à l'Agence de Développement et d'Urbanisme de Lille Métropole, avant de poursuivre, en 2002, son parcours professionnel au Havre (AURH).
Depuis 2010, elle apporte sa vision économique et spatiale au projet « Grand Paris – Vallée de Seine » (Seine Gateway®) et a développé sa vision à l'échelle européenne (Weastflows). En 2013, elle a suivi l'Executive Master in Business Administration de l'Ecole de Management de Normandie (spécialité Maritime Transport et Logistique) pour conforter son approche territoriale de la supply chain. Convaincue par la nécessité d'une approche systémique des territoires urbano-industrialo-portuaires, elle conduit depuis 2014 la mission « Toile industrielle de l'Estuaire de la Seine ».

Mathilde Mus *est chargée d'études à l'Agence d'Urbanisme de la Région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH). Docteur en Géographie, Mathilde Mus s'intéresse aux implications spatiales d'actions et de décisions publiques. C'est plus particulièrement sur les politiques publiques en faveur des publics handicapés qu'elle a orienté son doctorat afin de comprendre les processus spatiaux et sociaux à l'œuvre dans la place accordée aux personnes handicapées dans la société et plus spécifiquement dans les espaces urbains.*
En tant que Géographe, elle est aussi particulièrement sensible aux méthodes et outils d'analyses spatiales, à la cartographie et à la géomatique. Depuis 2008, c'est en alliant ses différentes compétences qu'elle a réalisé plusieurs missions au sein de bureaux d'études (Lille, Le Havre, Rouen). Elle a rejoint l'équipe de l'AURH en 2012 afin de mettre ses compétences au service du projet européen Weastflows. Aujourd'hui, elle copilote notamment le projet Toile Industrielle de l'Estuaire de la Seine.

Julien Florant *est chargé d'études à l'Agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH). Suite à un cursus universitaire de géographie à Caen, Julien Florant s'est spécialisé dans les SIG en particulier l'usage de la géomatique à la compréhension des systèmes complexes en géographie. Il a d'abord travaillé en 2009 comme géomaticien-cartographe à l'Université de Caen au laboratoire de géographie humaine CRESO avant de suivre une formation post master en urbanisme à l'Université Libre de Bruxelles en 2011.*

Après une mission technique d'installation et d'accompagnement en SIG pour le Syndicat Mixte d'Artois Valorisation à Arras, Julien FLORANT poursuit son parcours professionnel au Havre (AURH) sur la mission « Toile industrielle de l'Estuaire de la Seine » depuis fin 2014.

Introduction

Notre Monde connait de grands bouleversements, des ruptures économiques et technologiques puissantes dont nous ne mesurons pas encore tous les effets. Dans un contexte du « Made in World », des chaines de production globales de biens et de services, de chaines de valeur mondiales, la question de l'industrie et de la place de notre économie productive, est prégnante. Les places portuaires, lieux de pénétration de ces nouvelles pratiques issues de la mondialisation, ont plus que jamais un rôle stratégique de fixateur et de connecteur de flux.

La démarche présentée ici dépasse donc les questions d'écologie industrielle et d'économie circulaire pour mieux les englober et les associer comme enjeux territoriaux du XXIe siècle.

La mission de toile industrielle conduite par l'Agence d'Urbanisme de la Région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH) porte sur l'embouchure de la Seine. L'estuaire de la Seine représente un bassin de 614 500 habitants dans 25 intercommunalités et 471 communes. Aujourd'hui le secteur de l'industrie représente 20% de l'emploi salarié sur l'Estuaire soit 38 800 emplois, le secteur de la logistique et du transport quant à lui regroupe 10% soit 19 615 emplois. Ces secteurs sont surreprésentés dans l'Estuaire par rapport au contexte national pour lequel l'industrie représente 14,9% de l'emploi salarié et 6,2% pour la logistique.

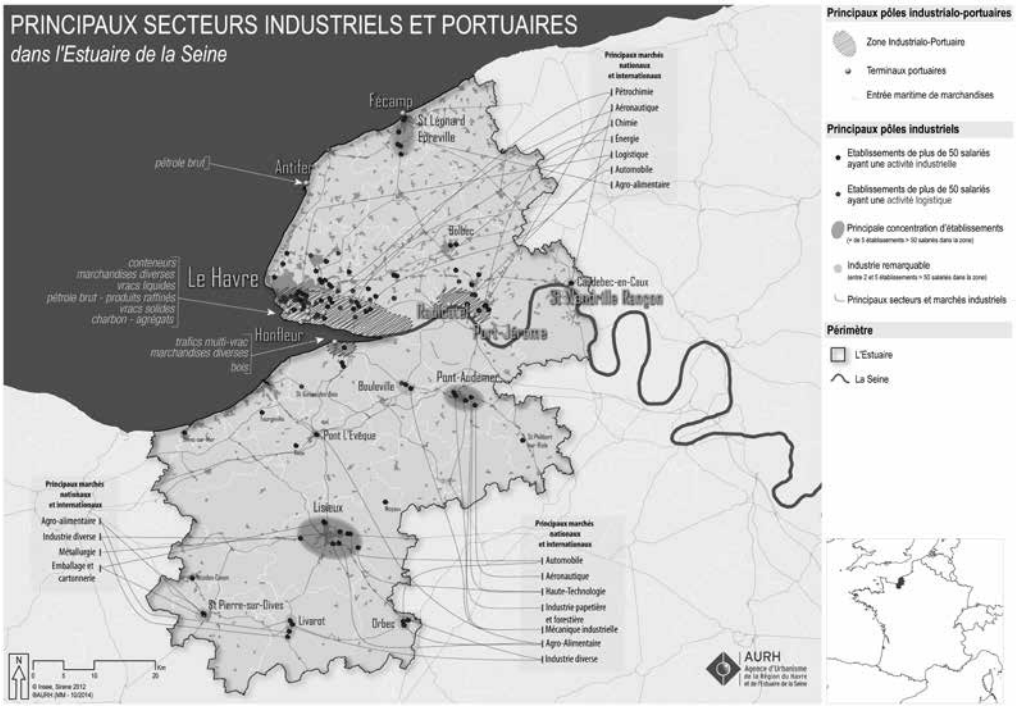
L'Estuaire, en tant que porte de la vallée de la Seine, est organisé autour de deux offres portuaires (Figure 1) :

- le Port du Havre : port importateur, port de conteneurs et vracs liquides, au service du bassin de consommation parisien (et au-delà) ;
- le Port de Rouen : 1er port céréalier d'Europe, port exportant vers les pays du Maghreb notamment. Le Port de Rouen comporte les terminaux de Radicatel et de Honfleur.

Les ports sont les moteurs économiques locaux du point de vue des activités en lien avec les secteurs maritime et portuaire, mais aussi du point de vue des activités industrielles qu'ils fixent. Ainsi l'Estuaire concentre des zones industrialo-

portuaires (ZIP) puissantes et structurantes : la ZIP du Havre (concentration forte d'établissements industriels et de services portuaires) et la ZIP de Port-Jérome (Notre-Dame de Gravenchon).

Figure 1 : Les principaux secteurs industriels et portuaires dans l'Estuaire de la Seine



Source : AURH.

Qu'est-ce qu'une toile industrielle ?

Du modèle dunkerquois à la toile industrielle 2.0 de l'Estuaire de la Seine

A l'origine développée par l'Agence d'Urbanisme Flandres-Dunkerque (AGUR) sur son bassin de 264 000 habitants l'approche en toile industrielle invite à dépasser une approche sectorielle et une approche en silos trop souvent réductrice. Elle est adaptée au contexte économique complexifié de flux, d'inter relations, d'interpénétrations…, où les frontières entre services et industrie sont désormais plus floues.

Les acteurs du dunkerquois (Port, Communauté Urbaine, Dunkerque Promotion, Université du Littoral, ECOPAL…), fédérés autour de l'AGUR, ont développé

une approche systémique et globale de leur économie. La toile industrielle du dunkerquois[11] se présente sous la forme d'un poster, représentant schématiquement par des flèches de couleur :

- les principaux échanges et relations entre établissements industriels (échanges de matières, liens donneurs d'ordre à sous-traitant) ;
- les liens entre terminaux portuaires et filières industrielles. Le Port est au cœur dispositif, dans son rôle de fixateur d'activités ;
- les liens du territoire dunkerquois et son positionnement dans les chaines de valeurs mondiales. Le port et le territoire sont ainsi connectés au Monde et à l'économie globale.

Cette approche systémique correspondant à la complexité de nos territoires industrialo- portuaires, l'AURH l'a retenu en l'adaptant. En effet, en 2014, un projet de toile industrielle a été lancé sur le territoire de l'Estuaire de la Seine à l'initiative de l'Agence d'Urbanisme de la Région du Havre et de l'Estuaire de la Seine (AURH) pour son partenariat (Ports, CCI, territoires). Elle s'appuie sur l'approche conceptuelle initiée par l'AGUR en ajoutant à l'outil une dimension dynamique développée grâce à son haut niveau d'expertise en matière de gestion de bases de données et de système d'information géographique. L'AURH s'est donc lancée dans la création d'un outil interactif qui permettra la visualisation de l'écosystème industrialo-portuaire mais également l'interrogation de bases de données complexes que l'utilisateur soit néophyte ou expert en la matière.

Plus précisément, la toile industrielle appréhende l'Estuaire comme un territoire qualifié par les flux. Ces flux, reliés entre eux et aux circuits logistiques internationaux forment un territoire de services interconnectés de haut niveau. Les flux intégrés dans la toile sont autant de nature visibles qu'invisibles. Ils sont distingués en trois grandes catégories : les flux de matières (identifier les échanges de matières premières, de marchandises, de consommables, de produits ou d'énergie entre les établissements industriels), les flux logistiques (identifier les services logistiques en terme de transport, de stockage et d'entreposage…) et les flux contractuels (identifier les relations de donneurs d'ordre à sous-traitant, de client à fournisseur ou de société-mère à filiale…).

L'AURH réalise la mission de création de la toile industrielle de l'Estuaire de la Seine dans le cadre de son rôle d'observation économique, de connaissance des territoires et dans son rôle d'accompagnement des territoires et de ses parties prenantes à la compréhension des enjeux liés à l'organisation économique et spatiale des territoires.

[11] Se reporter au Cahier de l'AGUR (juin 2015 - numéro 11).

Pourquoi et pour qui construire la toile : les finalités et les cibles de l'outil

La toile industrielle de Dunkerque a montré que l'outil permettait de construire une culture industrielle commune, d'être utilisé à des fins d'attractivité industrielle et de mesurer les impacts des chocs économiques (ex : annonce de la fermeture de la Raffinerie des Flandres en 2009) et d'argumenter pour une implantation de poids (ex : Terminal Méthanier). Celle de l'Estuaire de la Seine est en construction et tend à répondre à ces mêmes ambitions partagées. La toile de l'Estuaire, comme elle l'est à Dunkerque, peut également être mise au service d'une politique d'attractivité industrielle. Comme le déclarent Yannick Vissouze, Directeur du Développement Economique, Dunkerque Grand Littoral Communauté Urbaine et Christophe Husser, Chef de Pôle Développement Durable – Développement et Programmation au Grand Port Maritime de Dunkerque, lors des Rencontres Industrielles à Dunkerque le 19 juin 2015, « Nous sommes dans une logique de *facility management*, nous offrons un package qualité aux entreprises souhaitant s'installer ». Il s'agit de fédérer un réseau d'acteurs, de créer « A social network for business planning »[12] autour d'un même objectif de développement économique et donc faire exister réellement l'écosystème estuarien.

La finalité de la toile industrielle de l'Estuaire est en premier lieu d'offrir une vision globale de l'économie territoriale et d'être à la fois :

- un outil de prospection et de promotion (rechercher les investisseurs s'inscrivant dans l'écosystème local) ;
- un outil de simulation, d'optimisation de flux (matières) ;
- un outil de recherche de synergies ;
- un outil de développement stratégique des ports ;
- un outil au service de l'économie circulaire (identifier des gisements).

Cet outil s'adresse à plusieurs cibles, aux décideurs et acteurs du territoire, dont les attentes multiples tendent à se rejoindre autour d'un objectif commun : celui du développement économique.

Les cibles et partenaires de la toile industrielle de l'Estuaire sont :

Les entreprises, via leurs représentants Chambres de commerce et d'industrie :

- Afin de leur offrir une connaissance d'un territoire donc d'un marché (avec des fournisseurs et des clients qui peuvent susciter une implantation).

[12] Jean-François Vereecke, Directeur Général Adjoint de l'Agence d'Urbanisme de Dunkerque, Directeur de l'Observation et de la Prospective lors des Rencontres Industrielles à Dunkerque le 18 juin 2015.

– Afin de leur permettre d'identifier des synergies industrielles (des échanges) entre entreprises, des mutualisations logistiques, donc de nouer des liens sur le territoire.
– Afin de prospecter de nouveaux débouchés, d'estimer un avantage concurrentiel, d'établir des scénarios.

Les ports (GPMH et GPMR) :

– Afin qu'ils améliorent la connaissance de leurs clients implantés sur le territoire, qu'ils puissent approcher de nouveaux clients et développer de nouveaux trafics auprès d'entreprises qui n'utiliseraient pas les solutions portuaires offertes.
– Pour accueillir de nouveaux établissements industriels dans une approche pragmatique de gestionnaire foncier devant veiller à maintenir attractive la zone industrielle. En effet, face à la baisse de certains trafics, à la diminution des crédits Etat et à des contraintes de plus en plus strictes, les Grand Port Maritime doivent aujourd'hui diversifier leurs sources de revenus et s'occuper de leur domaine, en appréhendant leur patrimoine foncier à la fois comme activité d'aménagement d'infrastructures (mission d'utilité publique) mais aussi comme source de revenus (activité commerciale).
– Il est donc nécessaire pour les ports de valoriser leur patrimoine foncier, mais dans un contexte où l'offre foncière est fortement concurrencée et où il s'agira de faire la différence. Dans cette optique, les ZIP doivent se muer en territoires à haut niveau de services aimantant de nouvelles installations par leur capacité à se positionner sur des secteurs industriels émergents et de se réinventer comme nouveau modèle d'attractivité portuaire et comme territoire productif.

Les territoires, via les collectivités locales et leurs agences de développement économique :

– Afin de répondre au besoin élémentaire de mieux se connaitre (degré de dépendance économique du territoire,…) et de connaitre les territoires des voisins (spécificités économiques,…) pour se positionner.
– Afin qu'il dispose d'un outil de gestion voire de stratégie territoriale, permettant d'accompagner l'accueil d'entreprises, de favoriser certaines implantations par une connaissance des savoirs faires, d'aménager le territoire, de renforcer des filières.

De manière générale, la toile permet de poser la question de la place de l'industrie dans l'économie locale. Car l'approche n'oppose pas industrie et services mais vise plutôt à s'interroger sur **comment l'industrie pourrait-elle générer davantage d'emplois dans d'autres secteurs, notamment les services à forte valeur ajoutée.**

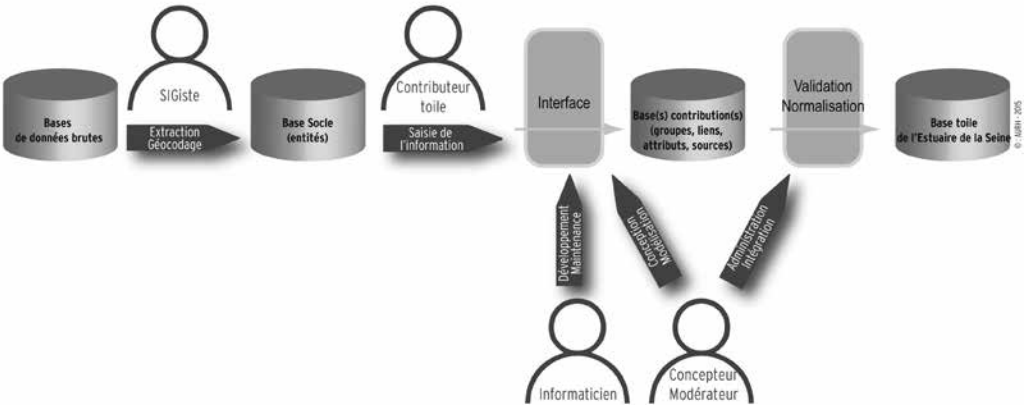
Les dessous de la toile industrielle de l'Estuaire de la Seine : proposer un outil dynamique au service des territoires

La toile industrielle de l'Estuaire de la Seine est un outil de modélisation des interrelations du système industrialo-portuaire observable sur le territoire. La plus-value de l'AURH est la constitution d'une base de données géographiques qui va permettre de livrer une toile dynamique (interrogeable), schématique et cartographique des relations interentreprises. Derrière l'élaboration d'un tel outil se cache une architecture complexe de bases de données mobilisant les systèmes de gestion de bases de données relationnelles (SGBD) et les systèmes d'informations géographiques (SIG).

En se basant sur des données accessibles (veille presse, veille documentaire et travail avec les partenaires), le cœur de la toile réside dans la connaissance de ce qui connecte les établissements entre eux. Du point de vue des données, la toile industrielle mobilise donc deux types d'informations : les données « établissements » et les types de liens. Les données « établissements » répertorient les établissements créés à partir de la base de données SIRENE (INSEE) des secteurs industriels et services à l'industrie de l'Estuaire de la Seine. Ce répertoire a été complété par différentes sources d'informations : Grand Port Maritime du Havre, Grand Port Maritime de Rouen, INSEE Haute-Normandie, Chambres de commerce et d'industries et Etablissement Public de Coopération Intercommunal (EPCI) de l'Estuaire. On trouve dans ce répertoire socle les éléments de base de la toile à partir desquels et vers lesquels les échanges vont être tracés. Ils constituent le « système nerveux » stratégique de la toile et tracent les connexions entre les établissements industriels du territoire, en matérialisant les échanges de flux qui sont déclinés en trois grandes catégories : liens « matières », liens logistiques, liens contractuels.

Cette base socle est exploitée par le contributeur / utilisateur de la toile grâce à une interface de saisie conçue conjointement par l'informaticien en charge du développement et le concepteur / modérateur (AURH) dont le rôle s'étend aussi à l'administration des contributions faites à la toile.

Figure 2 : Le processus d'élaboration de la toile industrielle



Source : AURH.

Du point de vue de l'architecture de la base, les données sont structurées et administrées via un modèle relationnel utilisant la technologie PostgrSQL. Cependant, afin de proposer à ses partenaires un outil interactif et dynamique accessible facilement, l'AURH a choisi de construire (avec son prestataire informatique INITIO®) un portail web permettant de parcourir les bases, intégrer directement les connaissances et visualiser graphiquement les résultats

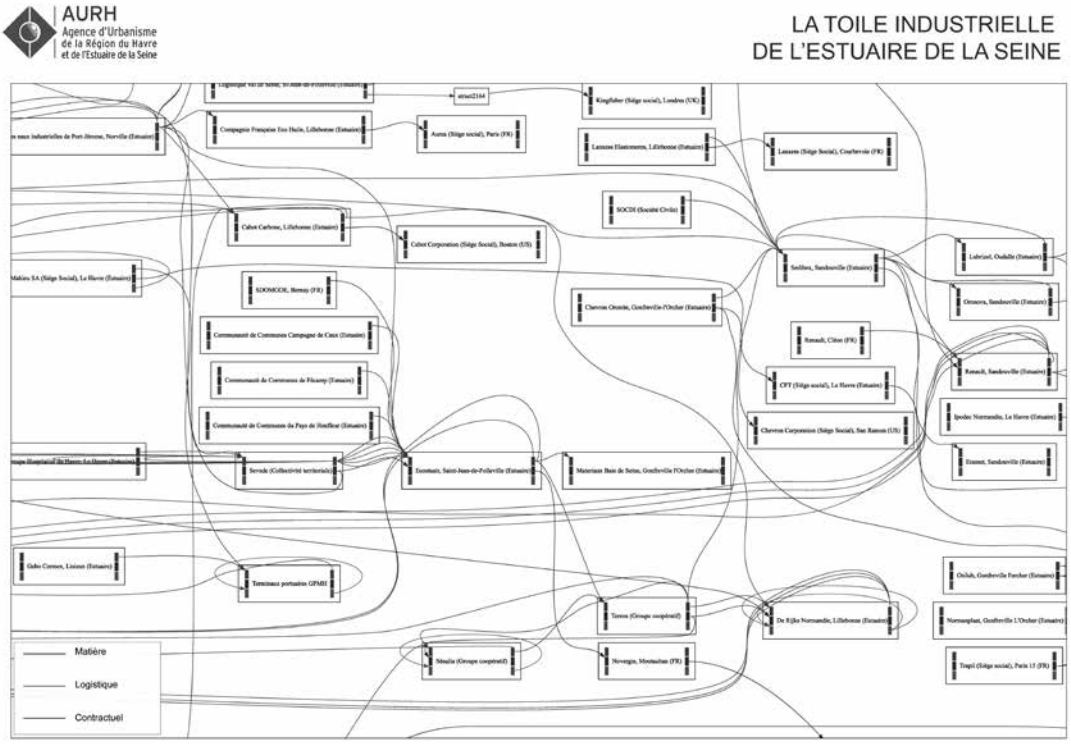
Figure 3 : Page d'accueil du portail web Toile Industrielle de l'Estuaire de la Seine

Source : AURH

Ce portail web offre la possibilité de visualiser l'information de deux manières différentes :

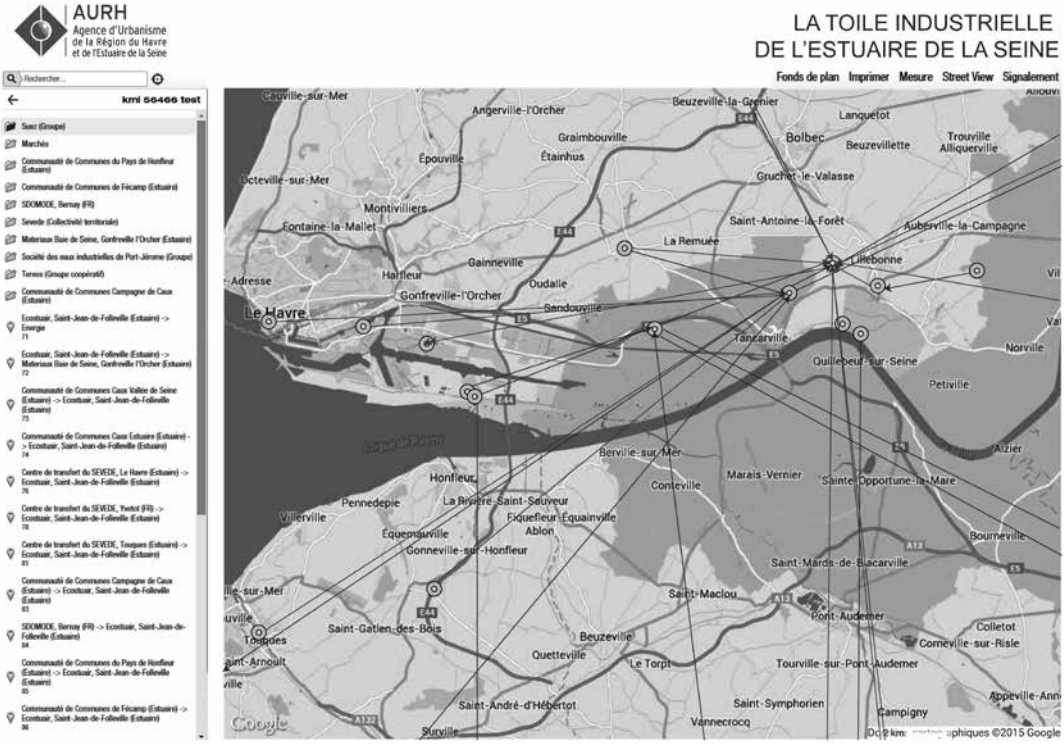
- sous forme schématique développé grâce à l'application Graphviz permettant d'interpréter schématiquement et automatiquement les données de la toile ;
- sous forme cartographique permettant de localiser les industries et les liens sur le territoire en naviguant sur une carte.

Figure 4 : Extrait de la vue schématique de la toile



Source : AURH.

Figure 5 : Extrait de la vue cartographique de la toile



Source : AURH.

Cette architecture permettra d'offrir différents usages via l'interface. Il est ainsi possible de générer des requêtes permettant de produire :

- ***des analyses sectorielles par groupe d'établissements ou par grandes filières :***
  - afin de visualiser de manière interactive la chaîne de valeur dans laquelle elle s'inscrit à la manière d'un schéma de flux. Ces visualisations peuvent être analysées par type de flux, par filière, et ce de manière cartographique,
  - afin d'analyser les secteurs ou filières présents sur le territoire et leurs liens de dépendance grâce aux rendus interactifs (composition de filière à façon sur base de code APET, vue par type de flux…) ;
- ***des analyses géographiques :***
  - allant de l'échelle d'un l'établissement (niveau micro) ; ce travail peut aller jusqu'à permettre à l'entreprise de disposer d'un diagnostic complet de ses flux, et d'une cartographie de ceux-ci (schéma de flux stratégique),

– à celle d'une zone d'activité, d'une ZIP ou d'un EPCI (communauté de communes, communauté d'agglomération),
– jusqu'à l'Estuaire (niveau macro : positionnement de l'Estuaire à l'international) et au-delà…

Conclusion

Avec la toile industrielle, il est possible de sortir d'une logique de raisonnement en silo pour suivre un raisonnement plus « poreux », en écosystème associant étroitement ports/industries/territoires. La fédération d'acteurs partageant cette toile permettra de l'utiliser **comme outil d'attractivité sur un territoire présentant une synergie industrialo-portuaire** forte basée sur une offre territoriale et portuaire indispensable aux développements industriels, qui eux-mêmes sont tributaires d'une multitude de services maillant un territoire attractif et productif. La toile industrielle peut apporter de solides arguments (process industriels…) à des entreprises souhaitant s'installer.

Cette approche innove non seulement parce qu'elle appréhende le territoire par ses dynamiques économiques en le qualifiant par ses flux mais aussi parce qu'elle s'appuie sur un Système d'Information Géographique permettant une représentation vivante du tissu économique. Les possibilités offertes par l'analyse géographique (via la géolocalisation) paraissent essentielles à l'aménagement, la compétitivité et l'attractivité d'une zone économique et d'un territoire. En effet, la concentration d'établissements rend possible des mutualisations de périmètres de risques par exemple (cas des ZIP) et crée les synergies et les savoir-faire (effet cluster). Cette analyse peut également permettre d'éclairer sur la pertinence de certains réseaux (question d'efficacité territoriale et de rentabilité économique) et d'en faire un argument d'attractivité fort (des nouvelles industries qui viennent se « plugger » aux réseaux existants).

Enfin, les potentialités prospectives en matière d'économie circulaire et d'écologie industrielle sont nombreuses. La toile vient résoudre la première des barrières, celle de l'ignorance de ce que fait son propre voisin industriel. En rendant dynamique l'outil, l'AURH permet de déployer une stratégie pour implanter et développer la culture de la circularité économique dans l'ADN des industriels et manufacturiers de la place estuarienne. Cette toile industrielle dynamique peut devenir, par la maitrise des informations, l'outil idéal d'aide à la décision pour une politique volontariste en matière d'économie circulaire dans l'Estuaire de la Seine.

L'enjeu pour l'Estuaire de la Seine est de demeurer un cluster industriel de rang international, qui aura su poursuivre dans les virages vertueux – déjà entamés – de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire. Plus largement, l'intérêt de la toile industrielle pour des territoires industrialo portuaires est de capter, et maitriser les flux afin de fixer leur valeur ajoutée sur le territoire pour rester des clusters industrialo portuaires efficaces, responsables donc puissants. L'approche et l'outil pourraient être dupliqués sur d'autres places portuaires, car ils permettraient aux territoires qui s'en saisissent de faire face aux ruptures de modèles et aux défis économiques du XXIe siècle.

Bibliographie

AGUR (juin 2015), *Le Dunkerquois, une économie ouverte sur la mondialisation*, Cahier de l'AGUR n°11, 8p.

AGUR (juin 2015), *Le Dunkerquois, un écosystème de production tourné vers l'international*, Cahier de l'AGUR n°11.2, 4p.

AURH (mai 2014), *La toile industrielle de l'Estuaire de la Seine : un outil innovant au service de la stratégie économique et de la gestion territoriale*, n°1, 4p.

AURH (juin 2015), *Les dessous de la toile industrielle de l'Estuaire de la Seine : un outil dynamique pour appréhender le « business du territoire »*, n°2, 4p.

Duszynski J. (2014), *Inter-relations between industries in le Havre and Rouen port cities using the "industrial network" tool,* 14th World Conference Cities and Ports, Durban – South-Africa, Novembre.

Duszynski J., Bernard F. (2015), *The Seine Estuary area – An economic development strategy to enhance the competitiveness of industries,* 15th Euroforum Conference, Köln – Germany, mars.

Duszynski J. (2015), *The industrial Network tool, a decision support system that integrates energy, economy, logistics and environment,* Port & City : Connected energy, Zaandam – The Netherlands, avril.

Duszynski J. (2015), *The Grain Network – Filière céréales en Vallée de Seine : Enjeux et Prospective*, Editions EMS, 151p.

INSEE Haute-Normandie, (2013), *32 000 emplois sur le complexe industrialo-portuaire du Havre,* cahier d'Aval n°132, 4p.

INSEE Haute-Normandie (2013), *18 000 emplois sur le complexe industrialo-portuaire de Rouen*, cahier d'Aval n°135, 4p.

Vereecke J.-F. (2015), *La toile du Dunkerquois 2.0,* Rencontres de l'écologie industrielle, Dunkerque, les 18 et 19 Juin 2015, (Dunkerque Frand Littoral, GPMD, ECOPAL, Ecoles des Mines d'Alès, AURH, FNAU, Institut de l'Economie Circulaire).

Chapitre 2

L'écologie industrielle et son pilotage dans la construction d'une politique publique d'aménagement du territoire en France

Laurent Georgeault

Chargé de mission
Institut de l'économie circulaire (IEC)

Chercheur-doctorant
Laboratoire Géographie Cité. Equipe CRIA. Université Paris 1 Panthéon Sorbonne

Biographie

Après 10 ans de conseil auprès des entreprises, des collectivités et de l'État, sur les thématiques du développement économique et territorial, dans le domaine de l'écologie industrielle, **Laurent Georgeault** *a entamé une thèse à l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne sur l'écologie industrielle et territoriale tout en rejoignant l'Institut d'économie circulaire dans lequel il anime les ateliers thématiques, travaille à la traduction opérationnelle dans les territoires des concepts de l'économie circulaire et au développement d'éléments programmatiques à destination des politiques publiques. Il a défini et pilote le Programme National de Symbiose Industrielle actuellement en déploiement dans quatre régions françaises.*

Introduction

Le développement récent de l'écologie industrielle s'inscrit en France dans une logique d'aménagement du territoire qui est régulièrement l'objet de textes législatifs traduisant une volonté duale, visant tout à la fois à autonomiser les territoires en leur apportant des libertés et pouvoir étendus, mais aussi à en faire les serviteurs de l'État central pour piloter la destinée de la nation. Ainsi pour Edgar Pisani, «Aménager les territoires, c'est prendre conscience de l'espace français comme richesse et comme devoir »[13]. L'aménagement du territoire ne peut se résumer en quelques points clés, relevant une trajectoire décentralisatrice, en recherche de développement économique au travers de nouvelles formes d'organisations territoriales, le dialogue avec l'Europe ou encore l'équipement numérique du territoire.

Les différents textes réglementaires produits au cours des vingt dernières années témoignent des orientations de la France en matière d'aménagement :

- Loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire.
- Loi n° 99-533 du 25 juin 1999 d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire et portant modification de la loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire.
- Loi n° 99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale.
- Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain.
- Loi n° 2003-590 du 2 juillet 2003 relative à l'urbanisme et à l'habitat.
- Loi n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales.
- Loi n° 2010-1563 du 16 décembre 2010 de réforme des collectivités territoriales.
- Loi n° 2012-281 du 29 février 2012 visant à assouplir les règles relatives à la refonte de la carte intercommunale.
- Loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.
- Décret n° 2014-394 du 31 mars 2014 créant le Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET).

Aucun de ces textes ne mentionne spécifiquement l'écologie industrielle même si de nombreuses thématiques trouvent un écho dans la discipline. La récente adoption par l'Assemblée Nationale française de la Loi dite « transition énergétique pour la croissance verte » (TE) marque un nouveau jalon dans la progression de l'écologie industrielle : sa promotion dans les territoires est encouragée. Cette loi

[13] Edgard Pisani, *Revue française de sciences politiques*, n° 2, avril-juin 1956.

permet à l'écologie industrielle de s'inscrire dans le panel des solutions pour une transition écologique. A partir de la Conférence environnementale de 2013, visant à préparer la loi TE, au travers la feuille de route de la Stratégie Nationale Transition Écologique et Développement Durable, une orientation vers l'écologie industrielle se dessine (SNTEDD). La mesure 11 de celle-ci est très claire en ce sens :

> « 11. Développer l'écologie industrielle et territoriale (EIT) dans les territoires avec l'implication du CATEI (comité territorial durable et écologie industrielle) et de l'ensemble des parties prenantes, le gouvernement définira en 2014 une stratégie sur l'écologie industrielle et territoriale (EIT) et produira un guide méthodologique à destination des collectivités. Les nouveaux contrats de plan Etat-Régions (CPER) soutiendront l'EIT. »

Pour autant, l'inscription dans la trajectoire politique nationale ne fait pas encore de l'écologie industrielle une politique publique d'aménagement du territoire. Nous abordons dans cet article la progressive construction de cette dernière d'un point de vue de sa mise en œuvre opérationnelle et territorialisée. Alors que le domaine se construit encore, nous explicitons les orientations prises en France pour en repousser les limites expérimentales. Ensuite, au regard des derniers travaux destinés à répondre aux besoins de pilotage rendus nécessaires par un élargissement des périmètres géographiques envisagés, nous discutons plus spécifiquement des zones industrialo-portuaires. Ces dernières présentent des enjeux industriels et matériels importants : voies du commerce international, elles sont les portes du territoire par lesquelles transitent des flux massifs. Elles illustrent aussi des questions de fond que l'écologie industrielle et plus largement l'économie circulaire posent.

D'un domaine scientifique à un modèle de développement

L'introduction dans la francophonie par Suren Erkman (1998), et plus précisément en France par Dominique Bourg (1999), du concept d'écologie industrielle donne lieu, à partir de 1999, à un approfondissement de sa théorisation, son appropriation par les acteurs français, et aussi plusieurs projets, principalement de recherche-action autour de la symbiose industrielle, soutenus par l'Agence Nationale de la Recherche. En 2008, un projet de recherche, le projet COMETHE (Conception d'Outils METHodologiques et d'évaluation pour l'Écologie industrielle), fédère les acteurs, tant académiques que praticiens et territoires pour stabiliser et structurer les modalités d'intervention lors des démarches territoriales d'écologie industrielle visant à la construction de symbioses. Cette dynamique bénéficie alors à la fois d'un intérêt grandissant pour l'implémentation de démarches à caractère environnemental en matière d'aménagement (loi n°

99-533 du 25 juin 1999 d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire) et d'un travail engagé par des acteurs industriels, en particulier au travers de l'association Orée qui travaille déjà sur le management environnemental des zones d'activité (Valles, 1999).

Ce projet, loin d'être le seul, permet surtout d'engager la commande publique en rassurant le donneur d'ordre politique sur le sérieux des démarches. Ces dernières se suivent et se ressemblent, calées méthodologiquement sur un format laissant peu de place à des alternatives, sclérosant de ce fait la créativité jusqu' alors à l'œuvre dans le domaine.

Le guide du CATEI (2014) visant à documenter les réalisations françaises et à en dresser un panorama à destination d'une intégration dans les agendas 21 locaux de l'écologie industrielle s'oriente sans surprise sur une échelle très micro lorsqu'il s'agit de faire naître des symbioses. Il permet, dans le prolongement de travaux de plus en plus opérationnels, notamment l'expérimentation de la DGCIS (2012) sur cinq territoires, d'institutionnaliser les pratiques et donne une visibilité sans précédent à la mise en œuvre de symbioses industrielles auprès d'un public de collectivités en attente de solutions pour compléter le volet économique de leurs agendas 21. Et le choix de ce public s'avère judicieux : en France, d'après la Direction Générale des Collectivités Territoriales (Ministère de l'Intérieur), au 1er janvier 2014, ce ne sont pas moins de 36 612 communes, regroupées au sein de 1 903 communautés de communes et 222 communautés d'agglomération.

Du statut de domaine académique, l'écologie industrielle a réussi à devenir une brique reconnue dans la boite à outils des politiques de développement et d'aménagement du territoire.

Zones d'activité et changements d'échelles

La zone d'activité constitue initialement l'échelle la plus étudiée et la plus indiquée dans les projets, correspondant aux préoccupations des collectivités de type communes, communautés de communes voire jusqu'aux pays (regroupement d'intercommunalités). La logique de proximité géographique immédiate et la recherche de gouvernances très localisées (la proximité relationnelle) guident la majorité des projets. La zone d'activité ne limite cependant pas les échelles d'expérimentation du développement de parcs éco-industriels, en particulier à l'international (Sofies, 2013), Marian Chertow en propose une typologie allant du voisinage direct à un périmètre régional dès 2000 (Chertow, 2000). Des pistes et travaux théoriques pour dépasser le périmètre de la zone d'activité existent donc.

Au niveau politique, si, dans une logique de systèmes complexes, la contribution du CATEI et des travaux relatifs aux zones d'activité fournit les bases du

comportement envisageable par les opérateurs, au niveau du déploiement d'une politique publique nationale, sans pour autant se vouloir jacobine, la construction d'une techno-structure organisatrice constitue une nécessité, ne serait-ce qu'à cause d'un trop grand nombre d'interlocuteurs en cas de positionnement très local. De fait, les différentes parties prenantes intervenant dans l'aménagement du territoire et particulièrement le développement économique constituent des acteurs incontournables vers lesquels les déclinaisons programmatiques s'orientent en cohérence avec les logiques décentralisatrices et de rationalisation de moyens à l'œuvre.

Or, la tendance à une régionalisation s'imposant, le porteur politique local et sa déclinaison administrative sont aisément identifiables : les régions ont alors la charge du déploiement de l'écologie industrielle, libres à elles d'en définir la gouvernance infra-régionale et les priorités, dans un cadre largement interprétable d'une politique nationale qui reste largement à définir.

Au niveau opérationnel, des expérimentations pilotées par des conseils régionaux ont été menées récemment, de façon indépendante, prenant des formes très variables dans leur gouvernance et leur pilotage (Georgeault, 2014). Les régions Picardie, Rhône-Alpes et Poitou-Charente ont mis en œuvre des projets d'écologie industrielle en internalisant un support méthodologique et technique ou en faisant appel à des consultants extérieurs, incitant des territoires de projet à se manifester ou en faisant preuve d'un dirigisme assumé selon les enjeux qu'elles avaient identifiés. La zone d'activité (plus ou moins élargie) reste pour ces expérimentations l'unité de base même si les prémices d'un rôle de coordinateur régional se définissent alors. Le cas de la région Poitou-Charentes, qui, au travers le Pôle des éco-industries, accompagne tout porteur de projet territorial désireux de s'investir dans une démarche d'écologie industrielle, correspond à la forme la plus mature d'organisation observable sur le territoire national : elle est pour l'heure la plus pérenne au niveau régional[14]. Capitalisant les retours d'expérience, assurant une communication, un support technique et un suivi sur le long terme des démarches multiples déployées sur le territoire, il préfigure une option sérieuse et réaliste d'une organisation régionale de l'écologie industrielle.

Ce changement d'échelle opéré par l'engagement des acteurs régionaux et les variations constatées dans la mise en œuvre constituent des éléments importants dans la construction d'une politique publique d'aménagement du territoire se basant sur l'écologie industrielle. L'échelon régional acquiert *a minima* un rôle de coordination des démarches et il est une nouvelle fois encouragé par la publication du guide méthodologique du développement de stratégies régionales d'économie circulaire en France (2014) par l'Association des Régions de France (ARF) et l'ADEME.

[14] Au niveau départemental, c'est le Club d'écologie industrielle de l'Aube qui est le plus ancien. L'association Ecopal peut elle aussi se prévaloir de cette ancienneté sans correspondre à une entité administrative sous-jacente définie, son périmètre est évolutif.

Adaptations : méthode, gouvernance et dialogue inter-régions

Alors qu'une trajectoire se dessine pour que la région devienne l'entité pilote de l'écologie industrielle, notamment par la publication du guide de l'Association des Régions de France (ARF) et de l'ADEME sur le cadre méthodologique du développement de stratégies régionales d'économie circulaire en France (2014), des questions émergent. Elles concernent la diversité des formats méthodologiques déployés dans les expérimentations précédentes, les divers types de gouvernance ainsi que le dialogue inter-régional jusqu'alors inexistant.

Au niveau méthodologique, le format hérité de COMETHE, basé sur des visites systématiques des entreprises, avec un pas de temps long, fait référence. Seule la région Rhône-Alpes se risque alors à une variation en organisant des ateliers de travail réunissant au même moment dans un même lieu les entreprises pour une acquisition plus rapide des informations utiles à l'émergence de synergies. Les difficultés liées à la mobilisation des entreprises et la faiblesse des connaissances françaises dans ce type d'approche inspirée très directement du programme NISP du Royaume-Uni, ne permettent pas de dégager au regard des résultats obtenus des conclusions exploitables. La région Rhône-Alpes ouvre cependant une nouvelle voie.

En termes de construction d'une politique nationale d'aménagement et de développement économique basée sur l'écologie industrielle, la définition d'une gouvernance à proposer aux régions (ou la définition d'une typologie utilisable) ainsi que des modalités de dialogues et capitalisation entre les territoires et aussi inter-régions constituent les étapes suivantes. Les trois expérimentations menées de façon indépendante, n'entretenant entre elles aucun dialogue formel sinon au travers les échanges professionnels que peuvent avoir les praticiens mandatés entre eux ne permirent pas la mise en place d'un espace dialogue et d'échanges tel que préconisé par Zborel (2012).

Pour répondre à ces questionnements et compléter le porte-feuille des solutions méthodologiques à disposition des acteurs, nous avons construit, au sein de l'Institut de l'économie circulaire, le Programme National de Synergies Inter-entreprises (PNSI), en collaboration avec nos homologues anglais ayant déployé le NISP au Royaume-Uni.

Le NISP (National Industrial Symbiosis Program), déployé de 2005 à 2013 au Royaume-Uni vise à faire émerger des synergies dans un format davantage pragmatique principalement orienté vers des rencontres d'affaires et le développement économique. A la différence des méthodes françaises visant une connaissance la plus exhaustive possible des flux des entreprises, la

méthode anglaise permet une acquisition des informations plus rapide et une plus grande liberté des praticiens qui, leurs objectifs généraux étant établis, peuvent s'engager plus rapidement dans la mise en œuvre. Au niveau français, l'engagement dans la mise en place de synergies est sujette à l'arbitrage d'un comité de pilotage, ce qui opérationnellement entraîne des latences peu en accord avec la temporalité des acteurs industriels.

Au-delà de cette volonté de recherche d'alternatives dans la mise en œuvre et de compléments opérationnels, le PNSI vise à répondre aux questions précédemment soulevées en vue du renforcement de la connaissance nécessaire à la définition d'une politique publique d'aménagement crédible et a minima éprouvée.

Il s'agit, dans quatre régions volontaires (Aquitaine, Bretagne, Haute-Normandie et Rhône-Alpes), de mettre en place sur deux ans un programme d'ateliers à destination des entreprises, programme complété par des visites ad hoc au fil de l'eau, en fournissant aux opérateurs locaux un support en termes de méthodes, outils informatiques et soutien technique. Si le format destiné aux praticiens est défini pour structurer les tâches quotidiennes sur les territoires de projet, une grande liberté est laissée aux quatre régions pour définir leur gouvernance locale. Une attention particulière se porte sur les jeux d'acteurs, les modes de contractualisation et de financement, les régions présentant une typologie d'acteurs large et aux intérêts variés. La projection de moyens vise une appropriation par les intervenants locaux et un transfert de savoir-faire, le recours à des consultants extérieurs a de fait été fortement découragé.

Un objectif du PNSI consiste en l'établissement d'un réseau inter-région. Ce réseau a pour mission de faciliter les échanges de bonnes pratiques, la résolution de problèmes communs et l'enrichissement mutuel des participants. Les régions mettent à disposition du programme un certain de nombre de praticiens, généralement deux, avec un risque que ces derniers se retrouvent isolés, tant géographiquement qu'au sein de leurs structure. La mise en place d'un réseau doit permettre d'entretenir une dynamique et constitue un outil de management dédié à la motivation des opérateurs.

Au final, le PNSI, qui a débuté en juin 2015 et s'achèvera en juin 2017, permettra par son déploiement sur quatre territoires élargis utilisant des méthodes homogènes, une comparaison des résultats mais surtout de toutes les étapes qui auront permis de les obtenir. L'expérimentation de la méthode britannique sur les territoires de projet constitue une avancée. Elle ne doit pas faire perdre de vue la contribution attendue à l'organisation générale d'une politique publique nationale de symbiose industrielle. Ainsi, d'une brique applicable au sein d'une zone d'activité, l'écologie industrielle devient progressivement une solution intégrée répondant aux nécessités de déploiement d'une politique d'aménagement.

Un pilotage par le potentiel

La prise en main du pilotage de l'écologie industrielle par les régions, et, plus généralement, l'élargissement du périmètre des démarches, éloignent la décision des territoires de projets. Les régions présentent déjà des superficies conséquentes et leur élargissement par leur fusion planifiée en janvier 2016 ne fera qu'amplifier le phénomène. Dans un format incitatif tel que rencontré en Poitou-Charentes ou Rhône-Alpes, les territoires de projet sont sélectionnés suite à la candidature à un programme. Dans un format plus dirigiste (Picardie) ou tout simplement sans intermédiaire motivé pour un portage local des projets, la définition de la zone d'intervention, ou plus simplement des entreprises les plus porteuses de sens en matière d'écologie industrielle nécessite alors le recours à l'usage d'un discriminant, d'un potentiel d'écologie industrielle.

Le potentiel d'écologie industrielle est un indicateur permettant d'identifier une capacité pour le territoire à mettre en place des synergies. Il permet, sur la base d'une estimation du caractère industriel du tissus économique installé, de discriminer les diverses sous-composantes d'un territoire pour orienter les démarches territoriales.

Le potentiel d'écologie industrielle a tout d'abord été orienté vers la recherche d'une identification directe de synergies inter-entreprises (Adoue, 2004). Ici, dans le cadre d'une politique d'aménagement, le potentiel d'écologie industrielle oriente vers une cible géographique et des acteurs dont l'activité est estimée comme mettant en œuvre une matérialité conséquente. Dans le premier cas, orienté vers la recherche de synergies, l'application est faite sur des entités déjà existantes sur un territoire de projet donné, dans le second cas, le potentiel intervient en amont, pour jauger de la pertinence d'un territoire de projet par rapport à un autre et en déterminer les entités a priori les plus industrielles.

Pour mettre au point le potentiel d'écologie industrielle destiné au pilotage macro, plusieurs approches ont été envisagées et testées, mobilisant à chaque fois d'importantes quantités de données analysées selon des critères de représentativité, d'exhaustivité mais aussi d'accessibilité.

La quantification et l'analyse des flux de matières, la réalisation de métabolismes territoriaux, très efficaces pour la détermination des enjeux (Barles, 2014) ont donné lieu à des améliorations dans la granularité des éléments observables par la publication d'un guide pour en adapter le format aux échelles régionales et départementales (SOeS, 2014), ce qui reste insuffisant pour établir une vision géographique fine. La connaissance des grands flux de matières qui sont mobilisés par les territoires contribue cependant à améliorer l'éclairage sur les trajectoires générales et permettent une identification des problématiques à destination des décideurs. En cela, sans autoriser un pilotage opérationnel, elle constitue un outil d'observation particulièrement pertinent pour l'aménagement.

Les bases de données géographiques ont aussi été mobilisées (la base de données Topo de l'IGN et la base Corine Land Cover principalement) sans pour autant fournir des éléments susceptibles de produire les résultats attendus. Les bâtiments industriels sont par exemple représentés même si l'activité a disparu depuis des décennies, biaisant les applications applicables les plus basiques tel qu'un taux de bâti industriel par localité ou population qui auraient pu indiquer un enjeu.

Ce sont ensuite les bases de données regroupant des informations administratives qui ont été mobilisées et qui permettent l'établissement d'un potentiel :

– la base Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (ARIA), référençant les accidents technologiques par localité, classés selon des critères européens reflétant leur gravité sur les plans humains, économiques et environnementaux. Elle comporte plus de 37 000 accidents recensés sans identifier les établissements industriels concernés. Pour cette raison, elle n'a pas été retenue, bien que représentative d'enjeux forts. Nous en détaillons par la suite certains aspects tant un éclairage par le risque industriel et la sécurité peuvent constituer des approches complémentaires intéressantes ;

– la base BASIAS (anciens sites industriels et de services), elle présente un ensemble de sites, géolocalisés pour la plupart, avec une synthèse présentant les dates de début et fin d'activité, un code activité, complétée par une fiche détaillée pouvant comporter l'historique commenté des sociétés, propriétaires, activités, matières principalement travaillées, impacts réglementaires et suivi des autorités. Elle comporte près de 240 000 sites enregistrés. La base BASIAS n'a pas été retenue : au-delà d'une couverture spatiale incomplète, les données manquent pour le passé le plus récent ;

– le registre des émissions polluantes (IREP), entretenu par le Service des Risques Technologiques de la Direction Générale de la Prévention des Risques du ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie. Il s'agit du registre des rejets et des transferts de polluants (RRTP), inventaire national basé sur les déclarations des exploitants de sites. Les rejets considérés concernent des substances particulièrement toxiques mais aussi des déchets dangereux ou non et les prélèvements d'eau. Elle est, entre autres, utilisée pour l'établissement du registre national CO_2 et sert de base légale aux engagements de la France en matière d'environnement. La couverture est donc nationale. Cette base compte 12 661 établissements recensés pour 2012, avec la présence des établissements de la Défense Nationale, en général très discrets voire invisibles sans pour autant être dénués d'enjeux. Tous les établissements de la base sont géolocalisés. Elle n'a pas été retenue. Concentrée sur

les produits dangereux, elle n'est pas représentative des flux de matières réellement engagés par les acteurs ;

– la base des installations classées à la protection de l'environnement (ICPE) qui se révèle la source retenue et dont nous détaillons l'exploitation.

Les forces et faiblesses de chaque source étudiée sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Intérêts et faiblesses des sources envisagées

Base de données	Intérêts	Points faibles
Bd Topo/CLC	Géographie physique	Faible réalité de l'activité supposée
BASIAS	Histoire industrielle du territoire Bonne géolocalisation	Couverture partielle du territoire Structure des données complexes Qualité variable des données
IREP	Bonne géolocalisation (entreprises identifiées) Bilans très précis sur certains items Réalité des entreprises	Faible nombre d'entreprises Bilans partiels
ICPE	Réalité des entreprises (identifiées) Nombre d'établissements Détail des activités	Géolocalisation moyenne (code postal) Ne reflète pas exactement les flux mis en œuvre
ARIA	Dimensions humaines et environnementales Connaissance des enjeux du territoire	Couverture partielle du territoire Entreprises non identifiées

La base ICPE qui est retenue référence les établissements dont l'activité ou l'utilisation de certaines substances entraîne un risque pour l'environnement ou la santé publique. Chaque établissement, localisé par un code postal et une commune, est caractérisé par un certain nombre de rubriques correspondant chacune à une obligation déclarative ou une autorisation accordée pour l'exploitation d'une installation, la détention d'un stock, soumis à la réglementation. La réglementation est progressive selon les quantités et puissances installées mais relativement large. Un circuit de refroidissement, un stock de gazole, une certaine quantité de carton d'emballage stockée, une chaudière industrielle: chacun a droit à une rubrique. La typologie des rubriques permet de couvrir un vaste champ d'activités et de substances. Elle comporte environ 46 000 établissements enregistrés.

Elle autorise la construction d'indicateurs territoriaux accompagnés de détails qualitatifs alimentant l'analyse. Ainsi, au niveau d'une région, d'un département ou d'une localité, il est possible de déterminer les cinquante entreprises comptant le plus d'installations ou de stocks entrant dans la réglementation des ICPE (les rubriques). Consolidées par niveaux géographiques, par un simple compte des établissements ou des rubriques ICPE il est possible d'avoir une préférence pour un territoire plutôt qu'un autre. La densité moyenne d'installations ou de stocks ICPE par établissement permet de distinguer les territoires agricoles des industriels, la connaissance des installations techniques les plus représentatives vient compléter le dispositif.

Le pilotage par le risque

Au niveau de la base ARIA, l'hypothèse d'une corrélation entre la survenue d'accidents industriels et la densité des activités du territoire ne se vérifie pas complètement du fait des activités de transport qui projettent du risque industriel dans tout type de territoire. Cependant, au regard des trente localités les plus accidentogènes identifiées sur le territoire national, nous pouvons remarquer une forte présence de celles à l'activité industrielle massive et dans une logique des politiques d'aménagement passées. Une surreprésentation de localités présentant des zones industrialo-portuaires (ZIP) est ainsi observable.

Les ZIP sont des manifestations de politiques d'aménagement visant à ouvrir le territoire au commerce international. Dans leurs infrastructures, dimensionnées comme des installations internationales de logistiques et de traitement industriel[15], des flux sont massivement concentrés et la survenance d'accidents plus fréquente. La consultation de la nature des incidents vient le confirmer tout comme l'explosion catastrophique du 12 août 2015 dans la zone portuaire de Tianjin en Chine renouvelle l'intérêt pour cette approche et ses enjeux très directs.

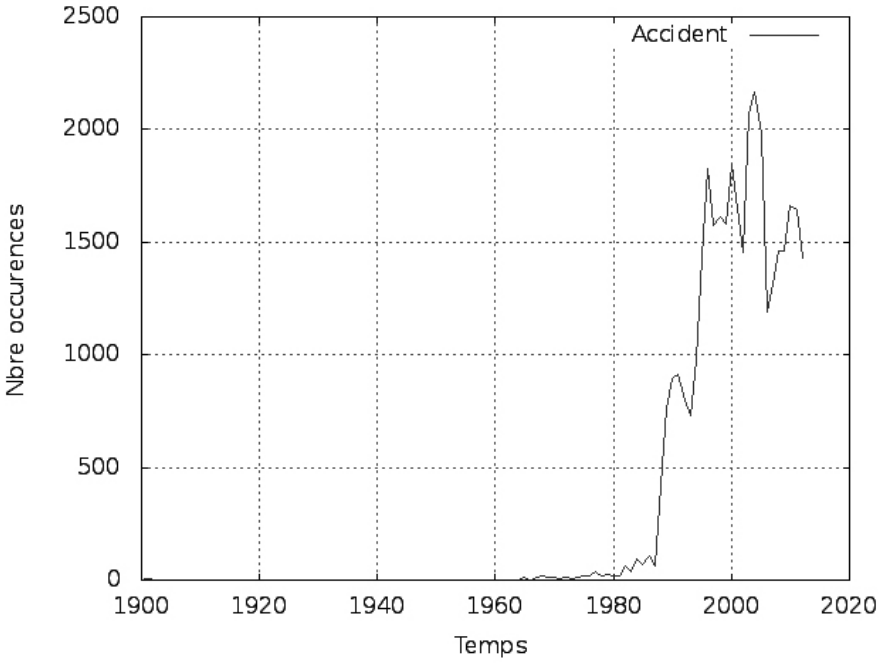
[15] Sidérurgie, pétrochimie, matières premières, containers divers, etc.

Tableau 2 : Classement national des localités par accidentologie

DÉPT	COMMUNE	NOMBRE D'ACCIDENTS
13	FOS-SUR-MER	190
13	MARTIGUES	184
13	MARSEILLE	127
75	PARIS	120
69	LYON	106
67	STRASBOURG	82
76	GONFREVILLE-L'ORCHER	75
76	LE HAVRE	74
13	BERRE-L'ETANG	72
38	LE PONT-DE-CLAIX	60
31	TOULOUSE	58
80	AMIENS	57
69	FEYZIN	54
87	LIMOGES	50
33	BORDEAUX	49
51	REIMS	49
65	TARBES	49
59	LILLE	47
38	JARRIE	46
13	CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES	45
21	DIJON	45
76	NOTRE-DAME-DE-GRAVENCHON	43
84	SORGUES	41
4	CHATEAU-ARNOUX-SAINT-AUBAN	40
62	CALAIS	40
69	PIERRE-BENITE	40
29	BREST	39
76	LE GRAND-QUEVILLY	39
59	DUNKERQUE	38
76	PETIT-COURONNE	38

L'observation de l'accidentologie industrielle en France (illustration 1) est montée en charge par paliers, correspondants à une installation de l'équipe, des rattrapages ou un intérêt renouvelé par des catastrophes telle celle d'AZF à Toulouse le 21 septembre 2001. D'après les échanges que nous avons entretenus avec le bureau en charge de ce travail de recensement et d'analyse, les aspects réglementaires ont peu fait varier le périmètre d'observation. L'engagement dans la connaissance du risque est donc directement issu d'une volonté des pouvoirs publics.

Figure 1 : Surveillance du risque technologique en France



Source : ARIA.

Conclusion

Le développement de méthodes et d'outils à l'œuvre dans le domaine de l'écologie industrielle a permis l'émergence d'éléments utiles à l'établissement de politiques d'aménagement. Par une réflexion et de nombreuses expérimentations, les modalités de déploiement sur le territoire à des échelles coordonnées se définissent et s'adaptent à la géographie humaine.

La construction d'une politique publique d'aménagement du territoire en France par l'écologie industrielle dispose aussi d'outils de pilotage autorisant une identification des enjeux et des acteurs. Le potentiel d'écologie industrielle, préalable au dimensionnement correct de l'action, est construit en France à partir des données administratives déjà existantes et vérifiées. Les alternatives disponibles traduisent le caractère systémique et obligent à un arbitrage dans l'importance des critères et enjeux. En effet, construit à partir de la base ICPE, le potentiel d'écologie industrielle se focalise sur la matérialité intrinsèque supposée

présente sur le territoire tandis que la déclinaison basée sur l'accidentologie concerne principalement les enjeux humains et environnementaux. La préférence pour un pilotage priorisant une approche plutôt qu'une autre relève du choix politique et de l'orientation des objectifs de recherche.

Les zones industrialo-portuaires présentent, quel que soit l'approche retenue, des enjeux importants. Dans leur logique de portes continentales, la densité des flux, l'intensité des traitements mais aussi la fréquence de la survenance d'accidents industriels en font des cibles prioritaires pour les démarches d'écologie industrielle.

Les Zip sont emblématiques d'un aménagement orienté vers les échanges internationaux comme les barrages hydro-électriques ou les stations de ski symbolisent l'aménagement de la montagne. Cette symbolique de l'échange lointain interroge sur la proximité dont l'économie circulaire promeut le principe. Encourager le déploiement de l'écologie industrielle sur les Zip revient-il à encourager cette orientation pour un commerce mondialisé et déréglementé en se construisant un avantage comparatif dans l'économie internationale ? Dans ce cas, la promesse de la construction de proximités régionales est remise en question. Mais nous pensons qu'il faut les considérer au même titre que les autres zones d'activités industrielles et dans leurs relations à leur environnement proche. Si elles portent une certaine dualité, elles illustrent surtout le questionnement sur les orientations de fond de la discipline.

Au niveau du portage des projets d'écologie industrielle et leur organisation, nous avons discuté principalement d'un déploiement au travers les politiques publiques mais rien ne laisse supposer que les acteurs économiques ne sauront se saisir par eux-mêmes et sans aucun recours aux pouvoirs publics du sujet. Des entreprises telles qu'EDF sont déjà investies depuis de nombreuses années sur le sujet et la mise en place par les grands groupes d'actions et d'organisations pour le développement de l'écologie industrielle entre eux[16] laisse présager l'émergence de développements complémentaires à court terme.

[16] L'association « Les Acteurs de l'Écologie Industrielle » (LAEI) regroupe plusieurs grandes entreprises implantées en France (constructeurs automobiles, chimistes, gestionnaires de déchets, producteurs d'énergie, etc.) qui s'unissent pour faire avancer entre leurs entreprises la connaissance opérationnelle autour du recyclage et d'échanges de types symbioses industrielles. Ils sont associés au déploiement du Programme National de Synergies Inter-entreprises.

Bibliographie

Adoue C. (2014), Méthodologie d'identification des synergies éco-industrielles réalisables entre entreprises sur le territoire français.

AFR/ADEME (2014), Association des régions de France, Guide méthodologique du développement de stratégies régionales d'économie circulaire en France.

Barles S. (2014), L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières, Développement durable et territoires [En ligne], | 2014, mis en ligne le 04 février 2014

CATEI (2014) Comité d'Animation Territoire durable et Écologie Industrielle, 2014 : Écologie industrielle et territoriale : le guide pour agir dans les territoires, Collection « RéférenceS » du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD).

Chertow, M. (2000), Industrial Symbiosis : literature and taxonomy. *Annual Review Energy and Environment*.

DGIS (2012), Conférence de clôture de la mission « Compétitivité durable des entreprises », volet Écologie industrielle : 2 ans de terrain, des projets d'entreprises et de territoires, Saint-Denis (93), avril.

Georgeault L. (2014), Régions & symbioses industrielles, Dossier « L'écologie industrielle » (Regions and industrial symbiosis, Chapter « Industrial Ecology »), Mines Revue des Ingénieurs numéro 474, p. 44-46, Juillet.

Soes (2014), Commissariat Général au Développement Durable, Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements. *Guide méthodologique, Références,* Juin.

Sofies (2013), Massard G., Jacquat O., Zürcher D. 2014 : "International survey on ecoinnovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation", Federal Office for the Environment and the ERANET ECO-INNOVERA, Bern. Environmental studies no. 1402: 310 pp.

Valles J.-F. (1999), Management environnemental des zones d'activités francophones.

Chapitre 3

Histoires maritimes et portuaires : leçons pour l'avenir de l'économie circulaire

Yann Alix
Délégué Général
Fondation Sefacil
Le Havre - France

& César Ducruet
Chargé de recherche CNRS
UMR 8504
Géographie-cités
Paris - France

Biographies

Depuis novembre 2010, **Yann Alix** *occupe le poste de Délégué Général de la Fondation SEFACIL, laboratoire d'idées prospectives sur les stratégies maritime, portuaire et logistique. Il a fondé et dirige la collection Les Océanides de la fondation SEFACIL. Après* Les corridors de transport *(2012),* La logistique et le transport des vracs *(2013),* Port-City Governance *(2014). Pour un téléchargement gratuit des textes : www.sefacil.com*

Titulaire d'un PhD de Concordia University (1999) et d'un doctorat en géographie des transports de l'Université de Caen en France, Yann Alix développe des analyses opérationnelles sur les stratégies managériales des opérateurs maritimes et portuaires internationaux. En octobre 2015, Yann Alix a signé avec Dr. Emmanuel Groutel Le temps du bois – Note prospective et stratégique, *production soutenue par l'AFD et document de référence du Forum mondial des bois tropicaux de l'ATIBT 2015.*

Yann Alix agit également en qualité de Business Development Manager chez SOGET SA, en particulier sur les marchés émergents africains et sud-américains. Pour le compte de SOGET SA, il a publié en 2014 un livre blanc intitulé L'avenir sera fluide.

César Ducruet, *docteur en géographie de l'université du Havre (2004) est chargé de recherches CNRS à l'UMR 8504 Géographie-cités à Paris. Ses travaux portent sur l'évolution des villes portuaires et des réseaux maritimes, la mondialisation, et l'Asie. Il a travaillé comme expert pour différentes instances comme l'OCDE, le Korea Maritime Institute (Séoul), EU-TAIEX, après avoir été chercheur en Corée du Sud (KRIHS) et aux Pays-Bas (Erasmus University Rotterdam).*

*César Ducruet enseigne régulièrement à l'étranger et en France dans le domaine transport-logistique (universités et écoles de commerce) et dirige actuellement le projet européen ERC Starting Grant "World Seastems" sur les dynamiques spatio-temporelles du réseau maritime mondial depuis la fin du XIX*e *siècle. Il a également dirigé un ouvrage collectif publié par Routledge en octobre 2015 sur le thème "Maritime Networks. Spatial Structures and Time Dynamics".*

Introduction

La mondialisation d'aujourd'hui n'est-elle pas finalement que le produit mature d'une dépendance maritime et portuaire exacerbée par la systématisation du fondement même du commerce, à savoir être en capacité de partir de son port pour aller vendre des produits en surplus et surtout de revenir au point de départ avec les denrées qui ont motivé l'aventure commerciale et le risque nautique ? Au-delà de la maîtrise technique et technologique, par-delà les volumes, les valeurs et les quantités, outrepassant les distances géographiques, le commerce mondial contemporain reflète la capacité (et la motivation) de l'homme moderne à toujours plus tirer profit de la maîtrise des échanges… et des circulations océaniques.

Le présent chapitre revisite par un prisme original mêlant géographie, histoire et urbanisme l'évolution récente des trafics maritimes mondiaux entre 1890 et 2008. Cette analyse spatio-temporelle corrobore l'hypothèse d'une maritimisation et d'une littoralisation des dynamiques sociétales contemporaines. Un croisement statistique des trafics portuaires avec la population des agglomérations sur une période plus restreinte (1950-1990) complète l'approche. Cela permet d'ouvrir sur une dernière partie nettement plus prospective avec une série de réflexions sur le devenir des écosystèmes portuaires dans l'émergence d'expérimentations de circularité économique.

La conclusion discute le paradigme d'une forme de déterminisme qui établirait un lien organique entre l'opportunité territoriale constituée par l'écosystème portuaire moderne et les conditions économiques et écologiques indispensables pour que se pérennise et se développe l'économie circulaire de demain.

Des Thalassocraties méditerranéennes aux hubs conteneurisés de la Mer de Chine

La citation de l'écrivain-explorateur anglais Sir Walter Raleigh rédigée il y a un demi-millénaire parait toujours pleine de sens alors que le conteneur, internet, les délocalisations, la financiarisation et la massification constituent les rouages d'une ultra-dépendance océanique globale :

> *« Celui qui commande la mer commande le commerce ; celui qui commande le commerce du monde commande la richesse du monde, et par conséquent le monde lui-même ».*

Autour du sacro-saint jeu d'une offre et d'une demande s'orchestre une systémique océanique qui transcende les rapports entre l'espace, le temps et les coûts comme l'illustre la citation de James Bird qui date de 1971 :

> *« Transport is only carriage of an item from one place to another, but also a synthesis of space and time ».*

Comment est-il concevable et possible d'acheter pour quelques dollars un t-shirt produit avec du coton éthiopien dans une usine chinoise et distribué dans un supermarché californien ? La réponse tient dans le fait que les dizaines de milliers de kilomètres parcourus par voies océaniques ne représentent que quelques pourcents du prix final déboursé par le consommateur final. Shuo rappelait au milieu des années 1980 que 95% des gants de baseball américains étaient manufacturés au Japon, provenant de peaux de vaches américaines qui avaient subi un premier traitement au Brésil avant l'assemblage japonais et le retour au pays ! (Shuo, 1988). Il s'avère utile de rappeler que le plus gros navire porte-conteneurs de l'époque avait une capacité d'emport 4 fois inférieure à celles recensées sur la route Asie-Europe aujourd'hui.

L'organisation logistique et la structuration financière des chaînes de valeur globales reposent sur l'absorption des contraintes spatiales et temporelles par le déploiement de flottes parfaitement adaptées aux réalités structurelles et conjoncturelles d'offres et de demandes mondialisées. Les paradigmes fondateurs de cette globalisation des échanges n'ont guère évolué depuis l'avènement des premières routes commerciales maritimes.

Dans son ouvrage *La Méditerranée et le monde méditerranéen*, Fernand Braudel lie intimement l'histoire politique et économique de l'espace géographique

méditerranéen à la maîtrise technique et financière de gérer des activités maritimes connectant les foyers civilisationnels que représentent les grandes villes portuaires du pourtour. *Le temps long* de Braudel apparaît intrinsèquement systémique puisque géographie physique, histoire de l'Homme et évolution des sciences sociales s'appréhendent comme un tout. L'exemple particulier des échanges commerciaux méditerranéens ressort dans l'analyse de l'historien français avec des évolutions et des mutations constatées au gré des rapports de force qui unissent et désunissent chacun des ingrédients de l'écosystème géopolitique Méditerranéen.

Phéniciens, Crétois, Grecs ou encore Egyptiens constituèrent les fondements de leur puissance économique, politique et culturelle autour de ce que l'on qualifie encore de manière presque poétique de thalassocraties. Quelques siècles plus tard, Génois, Vénitiens ou Brugeois aménagent leurs environnements naturels pour améliorer les performances techniques d'interfaces marchands gouvernés par des structures très organisées et influentes (Vallega, 1980). Bien au-delà de l'amélioration des techniques de navigation, les commerçants italiens et hanséatiques créent de véritables écosystèmes intégrés avec des marchands, des investisseurs, des spéculateurs, des assureurs, des stockeurs, des revendeurs qui s'assemblent en fédérations d'intérêts. Le tout demeure alors solidaire par la redistribution organisée des valeurs générées par les activités maritimes et portuaires.

La maîtrise de plus en plus aboutie des voyages commerciaux long-courriers engendre un nouveau saut qualitatif avec l'avènement de nouvelles puissances portuaires mythiques comme Lisbonne ou Amsterdam pour la seule Europe de l'Ouest. La révolution industrielle place l'Empire britannique au cœur d'un système maritime monde dont le cœur est Londres et les satellites Liverpool, Cardiff, Dublin et quelques autres places portuaires. Puis vient le tour de la mégalopole New-Yorkaise, épicentre portuaro-financier mondial durant plus d'un demi-siècle. S'en suivent Tokyo et sa baie, Hong-Kong et Singapour. En 2014, 9 des 10 premiers ports mondiaux se localisent en Chine avec le duo Shanghai-Ningbo qui manutentionne à l'embouchure du *fleuve bleu (Chiang Jiang ou Yangzi Jiang)* plus de 1,6 milliards de tonnes, soit tout de même l'équivalent de 5 millions tous les jours (Alix & Carluer, 2014).

A grands coups de raccourcis chronologiques, force est de conclure que le dernier millénaire reflète combien la puissance économique et politique de Ville-Monde ou d'Etat-Nation s'est systématiquement adossée à la domination des points focaux du commerce international. L'adaptabilité de l'outil portuaire face aux évolutions techniques et technologiques rebat de manière cyclique les cartes de la concurrence planétaire. Les géographes maritimistes français portés par le professeur nantais André Vigarié promeuvent l'idée d'une mutation lente et progressive du port, de ses installations et de ses services à l'égard de navires qui témoignent de l'évolution qualitative et quantitative des échanges par voies océaniques (Vigarié, 1979).

Les mots clés des têtes de paragraphes de l'introduction d'André Vigarié dans son maitre ouvrage de 1979 paraissent visionnaires de ce qui se passe en 2015 quand l'on élabore un ouvrage sur l'économie circulaire et les écosystèmes portuaires :

- *INTRODUCTION : L'impossibilité d'un monde sans horizon marin*
  - *L'inévitable circulation maritime. L'indispensable équipement des ports.*
  - *La maritimisation croissante de l'économie mondiale contemporaine*
    - *Seul le navire actuel permet de triompher de l'espace-coût.*
    - *Une dépendance de plus en plus grande du monde à l'égard de l'océan.*
  - *Conception d'une géographie des ports.*

Fondateur du concept de triptyque portuaire, le professeur français n'oublie jamais de rappeler une sorte de déterminisme géographique où l'écosystème portuaire constitue un territoire incontournable, construit sur l'opportunité incompressible de la rupture de charge entre la mer et la terre. L'avènement des Zones Industrialo-Portuaires (ZIP) au Japon, en Europe de l'Ouest ou encore aux Etats-Unis matérialise dans l'espace la convergence extraordinaire de métiers, de savoirs et de savoir-faire. Stocker, transformer, valoriser, diffuser ou encore distribuer : les services et fonctions associés aux pondéreux liquides et solides révolutionnent structurellement les paysages et territoires portuaires.

Les territoires portuaires : laboratoires d'innovations écosystémiques

Aujourd'hui se surimposent aux ZIP des Corridors Logistico-Portuaires (CLP) qui maillent des réseaux multimodaux pour connecter des espaces métropolitains élargis (EME) dans des logiques d'hyper concurrences entre territoires (Alix & Daudet, 2014). Les ports sont devenus des gateway qui interconnectent les sillons maritimes aux segments terrestres multimodaux afin de drainer des arrière-pays toujours plus convoités. Une antienne répète à l'envi que la bataille des ports se gagne à terre. Toutefois, de nouveaux paramètres viennent une nouvelle fois rebattre les cartes de la compétition entre territoires portuaires :

– acceptabilité sociale et sociétale ;
– enjeux écologiques et environnementaux ;
– soutenabilité des risques financiers des investissements infrastructurels ;
– rentabilité des deniers publics ;
– délimitation des périmètres et prérogatives de la bonne échelle de gouvernance ;
– avènement opérationnel d'une économie massivement décarbonnée, etc.

Tous ces nouveaux ingrédients, à des degrés très divers selon les situations, pèsent dans la recette du succès portuaire de demain. L'empreinte pour ne pas dire l'ancrage territorial s'avère essentielle si l'on veut embrasser les enjeux sociétaux du *glocal* logistico-portuaire. Les revendications des Acteurs Consommateurs Citoyens (ACC) se complexifient car ces derniers souhaitent jouir de tous les bienfaits d'une mondialisation enchantée sans en subir les éventuels conséquences dans le fonctionnement économico-sociétal local (Daudet & Alix, 2013). Comme le rappelle Juliette Duszynski (2015) :

> *« Le commerce mondial, le transport et la logistique n'ont de sens que s'ils sont analysés dans le contexte des échanges réalisés à des fins de production et de consommation».*

Nicolas Mat et Juliette Cerceau n'hésitent pas d'ailleurs à argumenter que l'économie circulaire et l'écologie industrielle doivent constituer des vecteurs de croissance pour les territoires portuaires (Mat & Cerceau, 2015). Les deux auteurs évoquent même de reconsidérer certaines fonctions portuaires dans la circulation des ressources, particulièrement énergétiques. Les opportunités demeurent immenses si l'on considère qu'il y a plus d'urbains que de ruraux depuis 2008 à l'échelle planétaire, que le seuil symbolique des 10 milliards de tonnes métriques a été franchi en 2014 et que les villes-mondes sont d'ores et déjà plus littorales que continentales.

De l'économie de la circulation à l'économie circulaire : au-delà de la sémantique, ce sont bien des combinaisons et des interactions entre global et local qui doivent nourrir les stratégies et territoires portuaires. Les approches collective et collaborative entre parties prenantes doivent se nourrir de l'accumulation d'expériences des acteurs d'une place portuaire. L'écologie industrielle et l'économie circulaire insufflent une autre forme de gestion, d'utilisation et de valorisation des énergies, des déchets et des matières. Comme l'atteste les nombreux retours d'expériences contenus dans cet ouvrage, les balbutiements de l'économie circulaire trouvent un terreau favorable dans l'écosystème portuaire. L'avènement et la systématisation de nouvelles pratiques génératrices de valeur, de services et d'emplois sont même en passe de devenir de vrais atouts de compétitivité et d'attractivité pour tout l'écosystème portuaire.

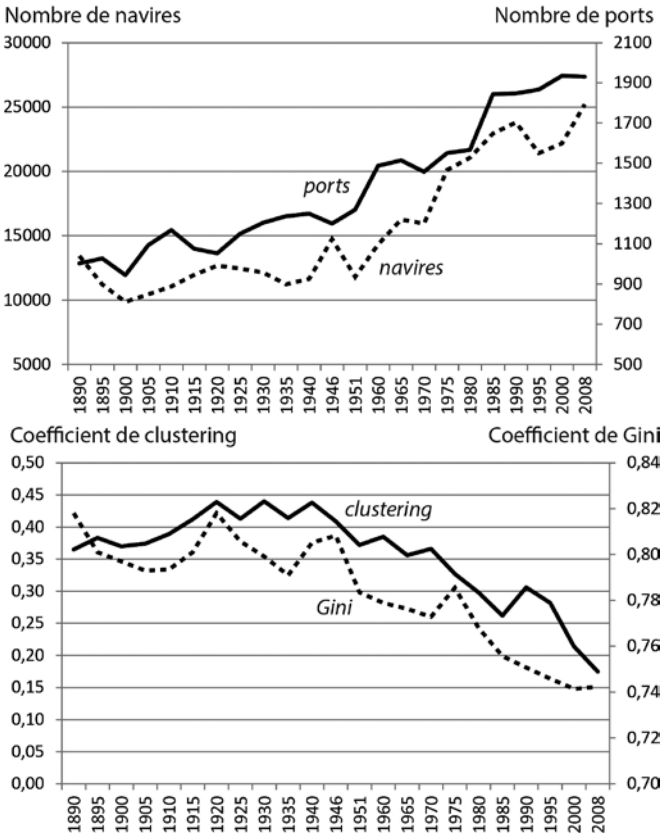
Leçons spatio-temporelles par l'évolution moderne du système maritime mondial

Un rapport récent de l'OCDE (Merk, 2014) a pu mettre en lumière la complexité des liens qui unissent la ville à son port de commerce et les facteurs de leur désunion. L'écologie industrielle et les énergies renouvelables y figurent comme moyens possibles d'augmenter les bénéfices locaux de l'activité portuaire, parmi d'autres leviers tels que les clusters maritimes ou encore le redéveloppement des

fronts de mer ou *waterfronts*. Cette vision micro des enjeux urbano-portuaires prend un sens nouveau à la lumière du temps long et de l'échelle globale. Or une telle perspective se heurte à la rareté des données fiables et homogènes. L'une des façons – probablement la seule – de contourner le problème a été de faire appel aux archives de l'assureur londonien *Lloyd's*, dans le cadre du projet *World Seastems* [17], pour mesurer et cartographier l'évolution des flux de navires entre les villes du monde au cours des 120 dernières années.

Les caractéristiques topologiques du macro-système résultant de l'imbrication de tous ces mouvements nous apprennent beaucoup sur l'évolution des logiques auxquelles les ports font face, de la diffusion globale de la vapeur à l'ère des *mega-ships*. Si le nombre de ports et de navires a constamment augmenté sur la période (1890-2008), force est de constater que le système dans son ensemble a évolué vers toujours plus d'optimalité de son architecture au cours du temps (Figure 1).

Figure 1 : Taille et topologie du réseau maritime mondial, 1890-2008



Source : modifié d'après Ducruet (2015).

[17] Le projet est financé par l'European Research Council sur la période 2013-2018. Pour plus d'informations : www.world-seastems.cnrs.fr

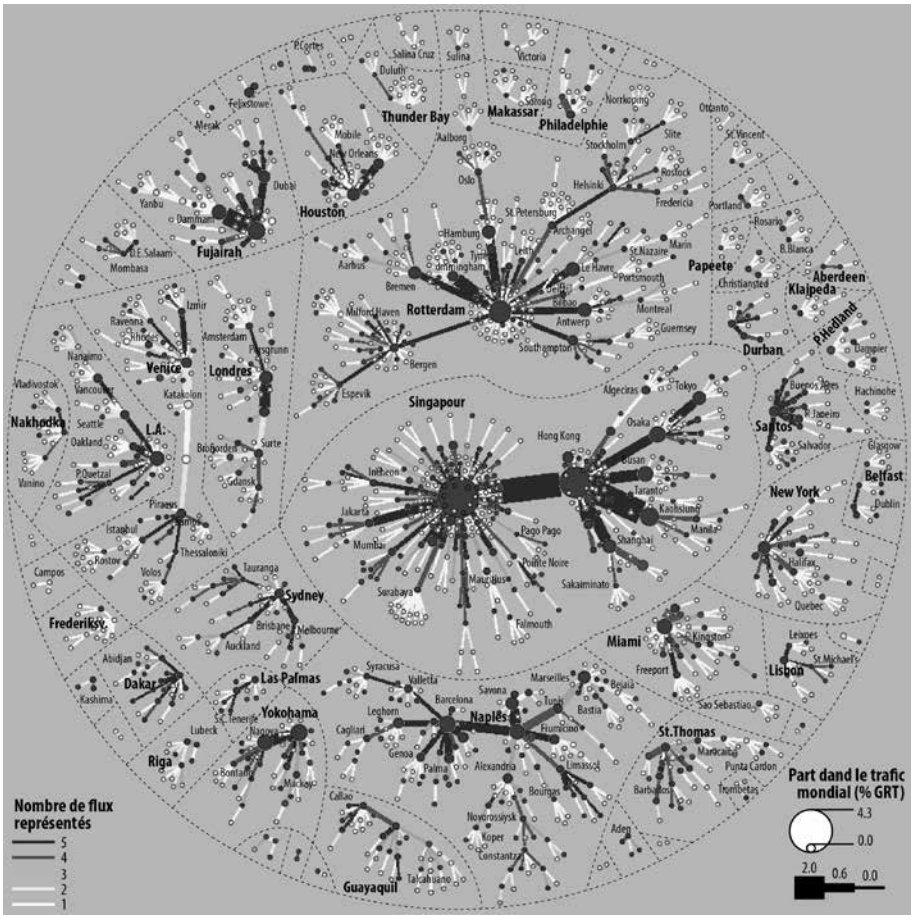
On pourrait même aller jusqu'à contester l'hypothèse communément admise de la révolution dans le mode d'opérer les réseaux maritimes induite par la conteneurisation. En effet la baisse continue du *coefficient de clustering moyen* depuis 1946 de 0,45 à 0,15 suggère une centralisation de plus en plus forte des flux maritimes autour de grands *hubs*, par opposition à la stabilité des années 1890-1940. A un réseau maillé et relativement dense succède un réseau en voie de simplification. Ainsi la conteneurisation maritime, qui émerge au milieu des années 1950 aux Etats-Unis et se diffuse en Europe et au Japon à la fin des années 1960, ne serait que le prolongement d'une tendance plus ancienne à la rationalisation du réseau.

Au-delà de la conteneurisation, on peut donc invoquer comme facteurs possibles le nouvel ordre mondial au sortir de la Seconde Guerre Mondiale et l'émergence d'un monde polycentrique *(Triade)* nécessitant une connectivité renouvelée entre ses pôles distants. En témoigne la baisse du *coefficient de Gini* qui dénote une déconcentration de la répartition du nombre d'escales de navires entre les ports du monde (les trois pics de 1920, 1940-1946 et 1975 coïncident étroitement avec les deux conflits mondiaux et le premier choc pétrolier). Cela n'est pas contradictoire avec la centralisation accrue évoquée plus haut : de plus en plus de ports, et notamment de grands ports, se partagent le trafic mondial, d'où la nécessité d'articuler local et global de façon optimale. D'autres analyses plus détaillées (voir Ducruet, 2015) montreraient, en plus de ces modifications de grande ampleur, qu'en vertu de ces évolutions, les circulations maritimes se sont régionalisées, la part des flux de très longue distance (plus de 5000 kilomètres) est passée de 37 à 11% sur la période, pour faire place à des corridors maritimes fonctionnant sur la base de segments de courte distance interdépendants. Le système global centre-périphérie, colonial, et polarisé par un petit nombre de métropoles maritimes européennes et nord-américaines contrôlant le reste du monde via des liens *directs* de longue distance fait place à un autre, planétaire lui aussi, mais bien plus diversifié et ramifié sur la base de régions interconnectées de proche en proche.

Des analyses plus détaillées sur les types de flux sur la période récente complètent ces résultats (Ducruet, 2013) en révélant que plus de 80% du trafic maritime mondial se concentre, en 2004, dans des villes portuaires multifonctionnelles (capables de gérer tous types de marchandises : vracs solides et liquides, conteneurs, marchandises générales, passagers) tandis que seulement 20% reste l'apanage de ports spécialisés dans un ou deux types de flux (Figure 2). De plus et en lien avec les résultats présentés, ces nœuds diversifiés sont les cœurs-pivots du réseau mondial de par leur *coefficient de clustering* plus faible en moyenne que les ports spécialisés : ces plateformes articulent le passage des flux d'une échelle à une autre, du local au mondial (De Roo, 1994) et d'un flux à un autre (énergie, matières premières, produits finis et semi-finis), bénéficiant d'une longue portée géographique de leurs connexions maritimes en termes de tonnes-kilomètres.

La Figure 2 fait état de plusieurs sous-systèmes nodaux étant chacun polarisé par une ville maritime centralisant les flux, le plus souvent de voisines proches géographiquement. On observe qu'à de rares exceptions, le centre en question est toujours le plus diversifié car pouvant manutentionner tous les types de flux. Un sous-système géant centré sur Singapour et Hong Kong (Asie orientale) concentre une grande partie du réseau mondial, suivi par ceux de Rotterdam (Europe nordique) et Naples (Méditerranée).

Figure 2 : Réseau maritime mondial et diversité des marchandises transportées, 2004



Source : modifié d'après Ducruet (2013).

Le reste du système mondial fonctionne en rangées ou façades de dimension plutôt locale. En écho aux tendances lourdes identifiées plus haut, il se trouve que le réseau conteneurisé n'affiche pas de configuration très différenciée ; il est le plus fortement superposé avec les autres réseaux maritimes (i.e. les trafics conteneurisés comp-

tés par ville et par lien interurbain sont généralement coprésents). Ces éléments abondent dans le sens d'une coévolution de la conteneurisation et du système maritime mondial plutôt que d'une rupture induite par cette nouvelle technologie.

Hiérarchies des métropoles portuaires et causalités maritimes

Qu'en est-il des villes et de l'urbanisation dans ces flux portuaires et maritimes mondiaux ? L'approche quantitative et macroscopique permet elle aussi d'envisager des réponses à la question ancienne de la dépendance urbaine des trafics maritimes et portuaires. Nombre d'observations de terrain ont fait l'objet de généralisations ou modèles (Bird, 1963 ; Hoyle, 1989) argumentant en faveur d'une dissociation spatiale et fonctionnelle inéluctable entre villes et ports depuis les années 1950, en rupture avec leur symbiose millénaire. L'augmentation de la taille des navires et l'accroissement des surfaces requises pour les terminaux ont poussé les ports modernes à se développer hors des espaces urbanisés devenus synonymes d'obstacle à la fluidité optimale de la circulation maritime et de son transfert à terre vers les centres de consommation. Tel est le paradoxe des villes portuaires, d'être au cœur de cette tension entre fonction de transit et de production/consommation.

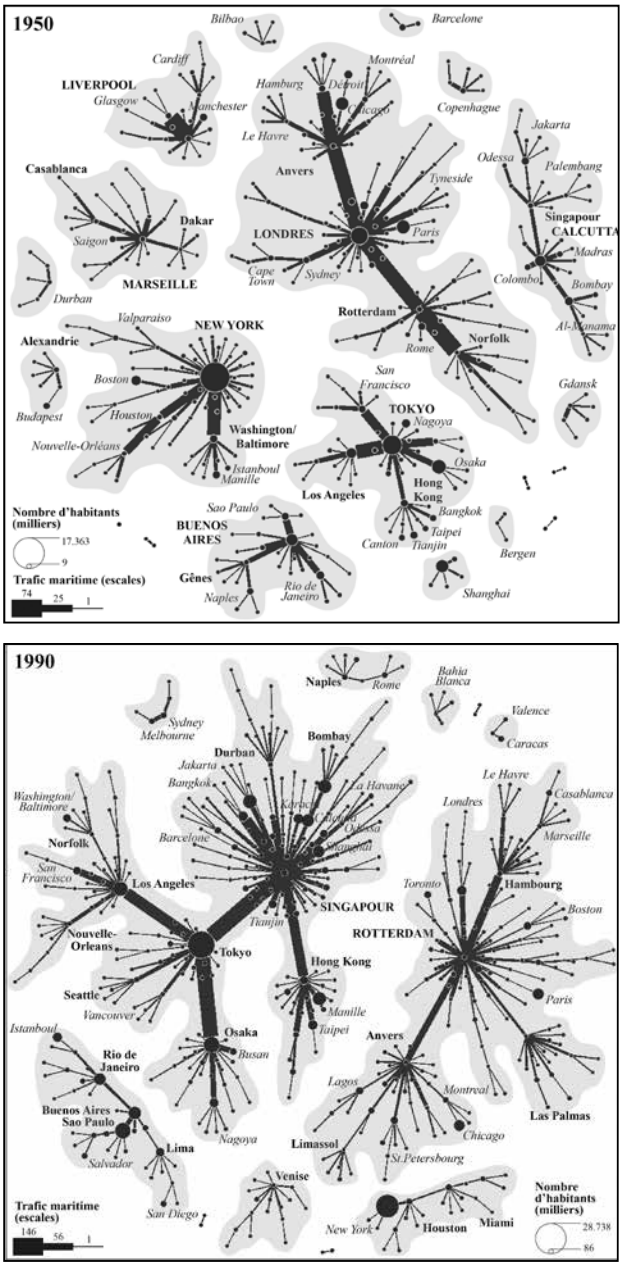
L'analyse croisée du nombre d'escales et de la population des villes du monde sur la période 1950-1990 a nécessité une méthodologie originale permettant de travailler au niveau des agglomérations morphologiques grâce à la base Geopolis (pour plus de précisions voir Ducruet *et al*., 2015). Ainsi plusieurs ports ou terminaux peuvent se trouver au sein d'une même agglomération et d'une certaine façon œuvrer pour le même *hinterland* immédiat (littoral) ou proche (intérieur). Sur toute la période d'étude (1890-2008), la part de ces agglomérations (environ 775 unités) dans le trafic maritime mondial est largement dominante et augmente dans un premier temps, passant de 80% en 1890 à 86% en 1925. En revanche, ce poids relatif diminue graduellement au profit des ports hors agglomération par la suite, atteignant 74% en 2008. Les trois-quarts du trafic mondial restent donc, à l'heure actuelle, concentrés dans de grandes villes.

La méthodologie a permis de relativiser le décrochage spatial d'un port moderne se déportant à quelques kilomètres d'un centre urbain dont il reste à bien des égards attaché de façon fonctionnelle. D'autres analyses incluant la population (taille démographique) des villes a aussi pu montrer que le trafic tend à se concentrer dans les plus grandes villes, celles-ci jouissant d'une plus forte centralité dans le réseau que les villes de taille plus modeste (fonctions de *hub*). Cela reste vrai entre 1950 et 1990 (des travaux sont en cours pour étendre la période d'analyse escales-population) même si l'on constate une déconcentration vers les villes plus petites.

A bien des égards, le réseau maritime mondial des années 1950 se calque sur la hiérarchie urbaine et fait ressortir de plein fouet les trois villes globales *(global cities)* si chères à Saskia Sassen (1991) : Londres, New York et Tokyo sont bien

les têtes de pont et *gateways* incontournables des flux de marchandises de l'époque, à la fois capitales économiques au niveau national et centres d'affaires (et de transport) de rang mondial (Figure 3).

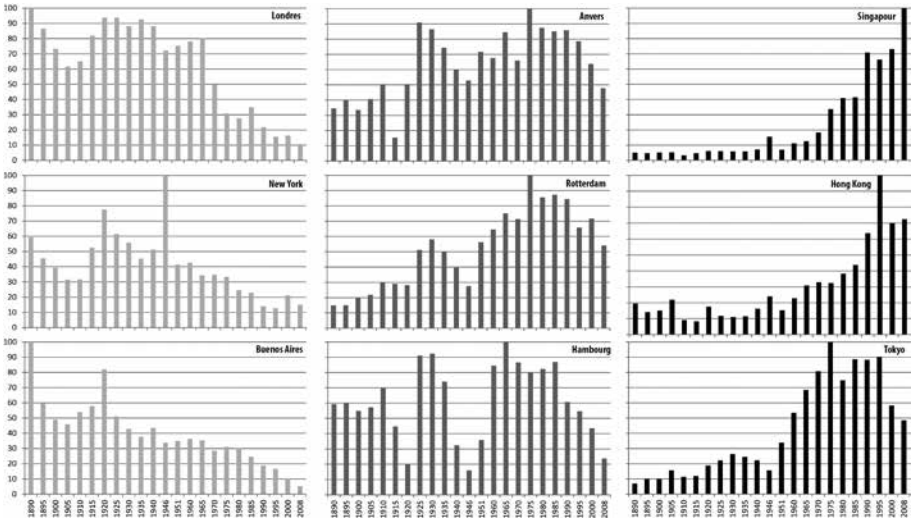
Figure 3 : Réseau maritime mondial simplifié et hiérarchie urbaine, 1950-1990



Source : modifié d'après Ducruet et al. *(2015)*

D'autres sous-systèmes émergent comme ceux centrés sur Buenos Aires, Marseille, Liverpool, et Calcutta. En 1990 le changement est avant tout géographique : les villes maritimes d'Asie dominent nettement le réseau (voir aussi Figure 2) et en Europe, Las Palmas est le relais efficace au sud d'un sous-système nordique centré sur les ports de la rangée nord-européenne. Londres et New York font pâle figure devant les nouvelles portes d'entrée de leur continent respectif. Mais ces changements spatiaux n'ont pas remis en question le fait que les flux restent attachés aux villes : Singapour et Rotterdam sont plus que millionnaires, tout comme Anvers et Hambourg, même si les raisons de leur succès maritime et terrestre n'est pas directement en lien avec le territoire local, qui voit passer les flux sans toujours en tirer de bénéfices immédiats. Ces évolutions différenciées se retrouvent dans les trajectoires de trafic maritime qu'ont pu avoir ces grandes villes au gré des évolutions économiques, politiques et technologiques contemporaines (Figure 4).

Figure 4 : Trajectoires maritimes de quelques grandes villes mondiales, 1890-2008



Source : modifié d'après Ducruet et al. *(2015).*
N.B. base 100 = valeur maximale sur la période.

Dans certains cas la fonction portuaire a clairement décliné, au point de n'être que l'ombre d'une gloire passée (Londres), ou au contraire place le port au-devant de la scène mondiale sans montrer aucun signe de repli malgré la concurrence régionale exacerbée (Singapour). D'autres ont pu vaciller à plusieurs reprises (Hambourg, Hong Kong) elles n'en restent pas moins des centres vitaux de la logistique globale actuelle[18].

[18] Il est à noter que le comptage des escales peut induire en erreur quant à l'appréciation de la

Bien entendu, des configurations bien plus variées que le couple population-trafic peuvent être soulignées sur la période récente, marquée par des travaux mettant de plus en plus l'accent sur les externalités négatives des activités portuaires sur leurs territoires locaux hôtes ou adjacents. Il n'en reste pas moins que les flux maritimes et portuaires les plus valorisants en termes de valeur et d'emploi (marchandises générales, conteneurs ; sur ces aspects voir Lemarchand, 2000), malgré leur propension à transiter plutôt qu'à se fixer autour des ports (Guerrero, 2010), restent concentrés dans des régions littorales ayant un profil plutôt tertiaire, plus riches que la moyenne nationale, et donc le trafic de manière générale est plus tourné à l'international (Ducruet et Itoh, 2015). A l'inverse, les trafics de vracs solides comme les produits agricoles ou les minéraux se concentrent dans des régions où le secteur primaire domine. Mais le plus intéressant – et qui peut contribuer à remettre en question l'idée largement répandue selon laquelle le flux fait le territoire – est l'existence de régions en déprime manipulant des trafics très valorisants, notamment là où se situent les *hubs* à conteneurs méditerranéens où jadis, dans les années 1970, furent développés des complexes d'industrie lourde peu compétitive. Les nouveaux *hubs* des années 1990 visaient à satisfaire aux besoins des grands armateurs le long de corridors de passage tout en espérant redynamiser le tissu économique local en faillite (Andalousie, Calabre).

Cette situation particulière d'incompatibilité entre flux et territoire est problématique mais elle participe de la recherche par les acteurs globaux (manutentionnaires, armateurs) de points d'ancrage pour leur flux de transit facilitant la mise en place de services conteneurisés servant des marchés distants. Un autre cas est celui où tissu économique local et flux sont en étroite relation mais pour le pire : industrie lourde et vracs liquides. Les pourtours de l'Europe, pour ne pas dire sa périphérie, est jalonnée de régions littorales restant en-dessous de la moyenne nationale en termes de richesse (PIB par habitant) et au-dessus en termes de difficultés socio-économiques (taux de chômage). Dans ce cas l'imbrication entre flux et territoire accélère d'autant plus le déclin de la ville et du port, une reconversion des deux nécessitant d'immenses investissements, loin des centres de consommations principaux et des routes maritimes concentrées. Les exemples abondent, de la Roumanie au Portugal en passant par la plupart des régions britanniques.

dynamique portuaire réelle de certaines villes pour lesquelles la baisse des escales est plutôt synonyme d'agrandissement de la taille moyenne des navires et donc reflet d'un succès (bonne accessibilité nautique et performance des terminaux pour l'accueil de grands navires) plutôt que d'un déclin.

Petit essai de prospective ou comment la connaissance du passé maritime nourrit les réflexions de l'avenir portuaire

Une histoire courte de la connectivité maritime internationale met en lumière la dynamique d'une hiérarchie portuaire mouvante avec des centralités fortes, des interconnections sous régionales intenses et des fonctions encore largement polyfonctionnelles tant au service du global que du local. Il est somme toute intéressant de constater également que l'évolution moderne de notre système-monde s'articule sur des pivots métropolito-portuaires qui se concurrencent pour rester au cœur des mécanismes de la mondialisation. L'affirmation des hubs de transbordement conteneurisé altère peu l'importance de métropoles portuaires comme Shanghai-Ningbo, Rotterdam ou encore Los Angeles-Long Beach, véritables fenêtres économiques continentales.

Or, et ce sera très largement débattu lors de la prochaine conférence mondiale sur le climat en décembre 2015, ne sommes-nous pas face à des scénarios de rupture où les fondements même de la maritimisation commerciale du monde doivent se « ré-inventer » face aux dangers du réchauffement climatique, de la pollution atmosphérique et de la montée des masses océaniques ? Parmi les innombrables signaux forts énoncés par les scientifiques et la société civile, relevons celui d'une équipe de recherche de l'Université de Stanford en Californie qui a mis au point l'outil de simulation *Sebastian* (http://groupspaces.com/seaports2100) pour calculer le volume de matières premières requis pour protéger les principaux ports mondiaux de l'élévation du niveau des masses océaniques à l'horizon 2100 (Figure 5).

Figure 5 : Production annuelle et projections des besoins en matières premières pour ajuster les infrastructures des 165 principaux ports mondiaux à l'élévation des masses océaniques à l'horizon 2100

Matières premières	Production annuelle *(situation en 2010)*	Demande simulée mondiale	Projection en nombre d'années de production
Ciment	1 928 392	180 643 248	61,7
Graviers	2 714 367	715 332 434	263,5
Sables	1 518 755	454 192 477	299,1

Source : Becker, Fischer, Inoue, & Schwegler (2011).

La conclusion est implacable : il faudrait respectivement geler entièrement 62, 299 et 263 années de production de ciment, de sable et de graviers pour assurer la seule protection des 165 premières infrastructures portuaires !

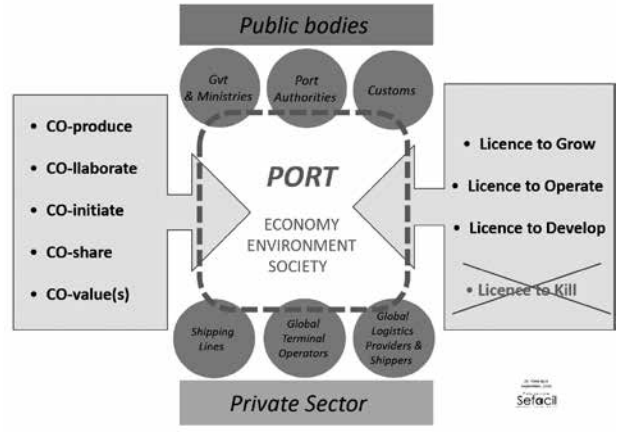
Quelles magnitudes dans le développement portuaire mondial ? Re-régionalisation du commerce mondial ? Fin de la course au gigantisme naval et remise en cause du modèle économique basé sur la maximisation du profit par la maîtrise des coûts par unité transportée ? Nouvelles connectivités portuaires en fonction de l'intensité de leur intégration dans les circuits courts d'une économie verte ? Changement complet de paradigme aves un calcul des hiérarchies

portuaires par la comptabilité des valeurs ajoutées totales, le calcul scientifique des dividendes environnementales directes et indirectes ou encore la somme immatérielle des bienfaits pour la société civile ?

Il apparaît certain que la tension sur les ressources naturelles, *a fortiori* celles non-renouvelables, constitue un enjeu stratégique majeur pour les écosystèmes portuaires. Transition énergétique, développement de l'éolien off-shore, réseaux de chaleur, gestion intégrée des déchets, potentialités industrialo-portuaires du gaz naturel liquéfié, opportunités de la chimie verte et des agro-combustibles : autant de sujets où la maîtrise et l'échange des énergies restent le cœur du développement de tonnages, de services et de valeurs. Pour les aménageurs et développeurs, l'empreinte carbone des pré et post-acheminements terrestres encouragent des solutions novatrices pour encourager une mixité modale moins énergivore. La circularité des flux dans des cycles régionaux courts suppose que les coûts et surtout les pollutions liées au seul facteur des transports ne viennent annihiler les bénéfices.

Pour les territoires portuaires, économie circulaire et écologie industrielle visent à développer et faire collaborer des systèmes productifs en vue de produire mieux avec moins. Les autorités portuaires dynamisent leur reconversion énergétique et absorbent progressivement la dégradation de la rente des flux pétroliers (Israël, 2012). A l'instar de moult initiatives portuaires en Europe de l'ouest, les pouvoirs publics se placent en relais essentiel du financement des nouvelles infrastructures ou des reconversions de terrains portuaires inusités. Aides directes et indirectes, coût préférentiel du foncier, facilitation dans les embranchements multimodaux : les aménageurs optimisent les conditions d'implantation et de réseautage entre industriels et investisseurs de l'économie circulaire. Mais l'effort recouvre une dimension collective et collaborative indispensable. Responsables et financeurs publics agissent en concertation avec les sphères privées pour co-produire et co-générer de la valeur, de l'emploi et des services autour de cette nouvelle économie verdie. Les 5 Co's et les 3 L constituent en quelque sorte le socle commun de cette ambition partagée (Figure 6).

Figure 6 : 5 Co's & 3L : pour une approche communautaire intégrée d'une économie portuaire durable et inclusive



Source : Alix, 2015.

Le déploiement d'une économie portuaire d'une autre nature nécessite de requalifier le poids relatif des objectifs économiques, environnementaux et sociétaux. Le sens de cette approche consiste, en l'espèce, à apporter aux organes de la décision publique des moyens économiques, financiers, techniques et humains pour aborder un modèle intégré de développement sur le long terme. La nouveauté passe par une modification du positionnement de la sphère privée comme véritable « co-équipier» de l'ambition visionnaire de la sphère publique. Sans rogner ses impératifs de rentabilités économique et financière, les entreprises du secteur privé se projettent dans un modèle de développement où RSE ne relève pas que d'un vernis de bonne conscience.

Aujourd'hui, les communautés portuaires les plus innovantes communiquent, en partenariat direct avec le tissu productif privé, sur les valeurs ajoutées, sur le bien-être sociétal, sur les avancées environnementales, etc. Long-Beach, Hambourg, Durban : les autorités portuaires continuent de construire une crédibilité internationale sur leurs positionnements singuliers à l'égard des populations et de l'environnement. L'ambition de développer de nouveaux trafics doit se conjuguer avec la revendication de le faire dans une dynamique vertueuse et inclusive, quelques soient les marchandises considérées (Lacoste & Alix, 2013). Cette conjugaison se suggère autant sur les circuits courts d'une économie locale-régionale que sur les échanges intercontinentaux où finalement la massification maritime ne se penserait pas uniquement en économies d'échelle mais aussi en opportunités d'un mieux-être sociétal et environnemental.

Bien au-delà des canaux de la communication et du marketing, les autorités portuaires cherchent à collaborer directement avec les entreprises implantées sur leur territoire régalien pour inventer les usages économiques et énergétiques de demain comme le prouve les initiatives déployées depuis plus d'une décennie maintenant par l'autorité du port de Rotterdam. Le premier port européen intègre toutes les potentialités de la R&D appliquées aux secteurs maritime, portuaire et logistique (Vries, 2014). La capitalisation des connaissances et le test grandeur nature des innovations se réalisent au cœur même de l'écosystème portuaire néerlandais. Les connotations écologiques et environnementales se marient alors avec le pragmatisme d'une rentabilité économique et sociale.

Rotterdam mais aussi HAROPA sur l'Axe Seine pour ne citer que deux exemples se livrent à des exercices prospectifs à l'horizon 2030 (Port of Rotterdam, 2011) (HAROPA, 2013). L'accent est mis sur cette délicate conciliation entre l'ambition de toujours plus de tonnages et celle de minimiser les impacts environnementaux tout en garantissant une plus grande intégration sociale et sociétale. L'économie circulaire et les potentialités du progrès scientifique en matière d'écologie industrielle sont annoncées comme des leviers du changement. A l'exercice de communication sonne en écho une véritable déclaration stratégique dans laquelle les dimensions écologiques et environnementales constituent des relais de croissance et de valeur. Est-ce à penser que des indicateurs qualitatifs et quantitatifs permettront de soupeser le poids social et environnemental d'une tonne issue de l'économie circulaire en comparaison d'une tonne « normale » ? A l'instar des travaux conduits par le Professeur Charlier sur la pondération des trafics portuaires (Charlier, 1981)(Charlier, 1994), le temps n'est-il pas venu

d'outiller l'économie circulaire de méthodes pour que les investisseurs publics et privés soient soutenus et encouragés dans des développements pérennes qui prouveront leurs vertus économiques, sociétales et environnementales.

L'émergence économique de grands pays comme l'Afrique du Sud, le Brésil ou encore l'Inde exige de penser le développement durable comme partie intégrante d'une croissance pérenne. Ces trois pays se caractérisent par une ambition politique claire relayée au plus haut sommet de l'Etat : pas de développement économique sans développement industrialo-portuaire. Les métropoles portuaires constituent les catalyseurs du développement mais nous serions tout de suite tentés d'ajouter dans la vision d'un modèle de développement créatif et innovant, capitalisant sur le progrès de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle. La catastrophe récente dans la zone industrialo-portuaire de Tianjin en Chine rappelle combien les destinées portuaires et métropolitaines doivent se concilier dans la transparence et l'intégrité. Le cas de la Chine s'avère symptomatique de l'impérieuse nécessité d'un changement radical de paradigme pour que les méfaits globaux d'un développement économique accéléré ne génèrent pas d'incalculables déséconomies sociétales, environnementales et finalement… économiques.

L'économie circulaire ne se décrète pas mais s'accompagne de positionnements politiques forts, relais indispensables d'ambitions industrialo-portuaires portées par des communautés d'acteurs qui ont saisi l'importance d'une nouvelle économie verte. Le LH Forum tenu au Havre constitue une tribune mondiale où se partagent les expériences planétaires d'un modèle de production innovant et intégratif (*Le Groupe Planet finance,* 2011). Le LH Forum se tient en partenariat avec l'autorité portuaire du Havre dans le souci de se nourrir et de partager les bonnes pratiques mondiales qui génèrent les flux, valeurs et tonnages d'aujourd'hui et encore plus de demain.

Bibliographie sélective

Alix Y., Daudet, B. (2014), CLP, EME, ACC : Pour une reconsidération de la gouvernance ville-port. *In Port-City Governance* (sous la direction de Alix, Y., & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 93-105.

Alix Y., Carluer F. (2014), Méga-ports et commerce international : LA preuve économique du basculement du monde. *Questions Internationales* Les grands ports du monde. Novembre-décembre 2014. La documentation française. 33-44.

Becker A., Fischer M., Inoue S., Schwegler B. (2011). Climate Change Impacts on International Seaports: Knowledge, Perceptions, and Planning Efforts Among Port Administrators. *Journal of Climatic Change*.

Bird J. (1963) *The Major Seaports of the United Kingdom.* London: Hutchinson.

Bird J., (1971), *Seaports and Seaport Terminals.* Hutchinson University Library. London, 240p.

Braudel F. (1949), La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II. Editions Armand Collin. Paris *(la seconde édition révisée de 1966 a été utilisée pour cet article).*

Charlier J. (1981), Contribution méthodologique à l'étude des arrière-pays portuaires. Université Catholique de Louvain. Institut de géographie. Document de recherche ECOR 1981/1. 462p.

Charlier J. (1994), Sur le concept de tonnages pondérés en économie portuaire. L'exemple du Northern Range. *Les Cahiers Scientifiques du Transport,* n°29, 75-84.

Daudet B., Alix Y. (2013), De l'héritage des relations ville-port… aux enjeux de gouverner des espaces métropolitains et des corridors logistico-portuaires pour le « bien-vivre » d'acteurs-citoyens. *Revue PortusPlus N°3*. RETE Asociación para la colaboración entre Puertos et Ciudades. 18p.

De Roo P. (1994) Marseille: de l'aire portuaire à l'aire métropolitaine, In: Collin M. (Ed.), *Villes et Ports XVIIIe-XXe siècles,* Paris: L'Harmattan, pp. 107-113.

Ducruet C. (2013) Network diversity and maritime flows. *Journal of Transport Geography,* 30: 77-88.

Ducruet C. (2015) *Maritime Networks*. Spatial Structures and Time Dynamics. London and New York: Routledge.

Ducruet C., Cuyala S., El Hosni A., Kosowska-Stamirowska S. (2015) Co-evolutionary dynamics between ports and cities in the global maritime network, 1950-1990. In: Ducruet C. (Ed.), *Maritime Networks. Spatial Structures and Time Dynamics.* London and New York: Routledge.

Ducruet C., Itoh H. (2015) Regions and material flows: investigating the regional branching and industry relatedness of port traffic in a global perspective. *Journal of Economic Geography*, doi : 10.1093/jeg/lbv010

Duszynski J. (2015), *The Grain Network.* Editions EMS. Caen, 151p.

HAROPA (2013), *HAROPA 2030,* 72p.

Hoyle B.S. (1989) The port-city interface: trends, problems and examples. *Geoforum,* 20(4): 429.435.

Israël B. (2012), *Quel avenir pour l'industrie dans les places portuaires ? L'exemple de l'estuaire de la Seine.* Editions des Mines de Paris, Paris. 186p.

Lacoste R., Alix Y. (2013), Changement climatique, transition énergétique et économie circulaire : un nouveau cadre pour la logistique des marchandises en vrac. *In Logistique et transport des vracs*. Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 503-520. *Le groupe Planet Finance,* (2013), *The Positive Book. L'économie change, changeons l'économie.* Numéro 1. 130p.

Merk O. (2014) *The Competitiveness of Global Port-Cities: Synthesis Report*. Paris: OECD.

Mat N., & Cerceau J. (2015), E*conomie circulaire et stratégies portuaires. Note stratégique et prospective.* Fondation SEFACIL. Editions EMS. Caen. 54p. *Port of Rotterdam,* 2011, Port Compass. Port Vision 2030. 108p.

Vallega A. (1980), *Per una geografia del mare. Trasporti marittimi e rivoluzioni economiche*. Biblioteca del Mare. Mursia. Università Degli Studi. Genova. 306p.

Vries I. (2014), *From Shipyard to Brainyard. The redevelopment of RDM as an example of a contemporary port-city relationship*. In Port-City Governance (sous la direction de Alix, Y., & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 107-126.

Shuo Ma. (1988), *Compétition internationale et politiques nationales dans les transports maritimes.* Collections de l'IFREMER, Brest, 250p.

Vigarié A. (1979), *Ports de commerce et vie littorale.* Editions Hachette. Paris, 495p.

Chapitre 4

Symbioses Port-Ville pour un meilleur ancrage local des activités industrialo-portuaires : l'exemple de Safi au Maroc

Myriam Donsimoni
Maitre de Conférence
Laboratoire PACTE-UMR 91-54
Université Savoie Mont-Blanc
Grenoble – France

Biographie

Myriam Donsimoni *est Maître de Conférences (HDR) à l'Université Savoie Mont Blanc depuis 1992. Elle effectue ses recherches au laboratoire PACTE en économie du développement. Après avoir travaillé sur la problématique de la transition dans les pays de l'Est, elle s'intéresse à un autre type de transition, celle qui caractérise actuellement les pays du Maghreb et plus particulièrement les questions du développement local, de la dynamique des territoires et du développement durable (RSE et écologie territoriale). Son objet d'étude porte principalement sur les interactions entre les acteurs locaux et sur les facteurs d'attractivité des territoires qu'elle étudie.*

Introduction

Les travaux sur les villes portuaires au Maghreb (Labaronne *et al.,* 2013) mettent en évidence des tensions entre les prérogatives des ports pour développer leurs activités et les nécessités pour les villes d'évoluer et d'améliorer la qualité de vie des habitants. Ouvert sur le monde et contraint à affronter une concurrence internationale accrue, le port évolue dans une logique privée de rentabilité. En pleine mutation, avec des besoins criants de nouveaux logements, infrastructures et services publics, la ville du Maghreb bouge très vite mais dans une logique différente, tournée vers des exigences internes.

Comment faire converger ces deux logiques pour qu'émerge une symbiose entre la ville et le port, indispensable à l'ancrage territorial des entreprises et des activités et à l'instauration d'un processus durable de développement (1) ? Pour répondre à cette question nous allons, dans un premier temps présenter le modèle théorique de cette convergence (1.1), repérer ensuite les types de proximité nécessaires et opportuns entre les deux logiques d'évolution (1.2) et montrer comment l'activation des proximités permet l'émergence des activités et l'ancrage des entreprises sur le territoire concerné (1.3). Pour illustrer notre propos, la deuxième partie présentera l'exemple de la ville portuaire de Safi au Maroc (2) où deux nouveaux projets, liés au port, ont des répercussions sur la ville et sa région dans un processus de symbiose (2.1). Une mise en perspective sera proposée ensuite (2.2) avec la lecture par la proximité appliquée à l'écologie industrielle et territoriale.

La symbiose ville/port : comment faire converger deux logiques

La symbiose est une association « intime et durable ». Nous interprétons l'intimité dans le cadre d'une ville portuaire comme le fait que les activités du port consolident les activités de la ville et le statut de la ville sert les intérêts du port. Ainsi, la notion de symbiose renvoie à la notion d'interpénétration et d'influence bénéfique réciproque. Cela implique que l'interface entre la ville et le port soit poreuse et réponde aux logiques des deux entités.
La notion d'interface ville/port renvoie à plusieurs réalités :

- Géographique : physiquement un port industriel est un espace fermé, généralement pour des raisons de sécurité : il existe donc une frontière entre l'espace urbain et l'espace portuaire. Souvent confiné au centre des villes, le port maghrébin, dans l'exercice de ses activités, génère des externalités négatives (pollution, bruit, poussière, bâtiments inesthétiques au cœur des villes, etc.).

- Économique : le dynamisme du port lié à son ouverture sur l'extérieur et à la nécessité d'évoluer constamment face à la concurrence contraste bien souvent avec les caractéristiques de la ville qui répond à des exigences intérieures. L'importance de l'interface économique dépend de la réponse à ces deux questions : Qu'est-ce que le port doit à la ville ? Qu'est-ce que la ville doit au port ?

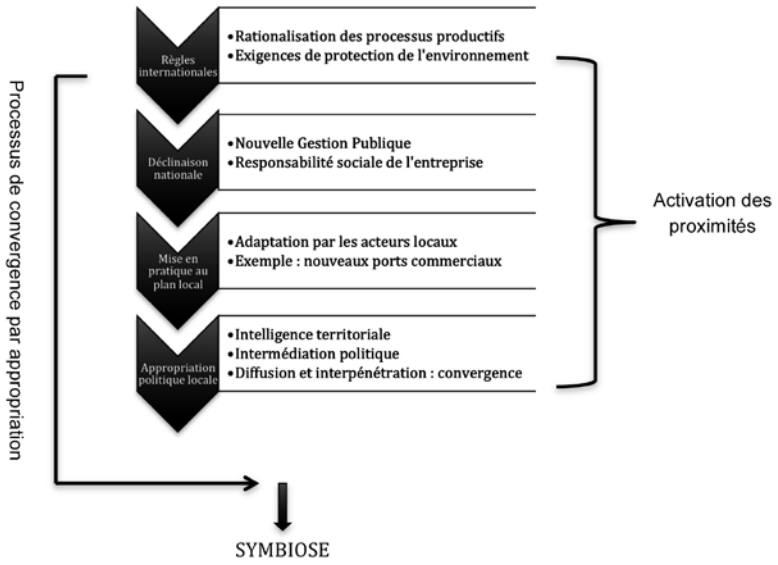
- Fonctionnelle : cette interface est certainement la plus délicate à appréhender car elle dépend de l'équilibre entre les activités des deux entités. Ainsi, les activités portuaires génèrent des externalités négatives (encombrements par les camions, accès à la mer éloigné pour les populations locales, paysages dénaturés…) qui peuvent compromettre les ambitions de qualité de vie et d'attractivité de la ville. Mais, a contrario, grâce à ses effets d'agglomération (Devereux *et al.* 2007), le port est un argument fort de localisation des entreprises et de pérennisation des activités sur le territoire.

Ducruet (2001) a proposé une typologie des relations entre la ville et le port. Cette typologie s'appuie sur le degré de développement spatial de la ville et sur le poids économique du port. Il a repéré trois types de relations à partir des notions de « centralité », « nodalité » et « réticularité ». Si l'on schématise son approche, la centralité serait le port, la nodalité la ville et la réticularité, un hub portuaire. Bien que très intéressante, cette typologie est une photo (à un instant t) de la relation entre les deux entités. Nous lui préférerons ici un modèle plus dynamique pour appréhender le processus de convergence.

Processus de convergence

Les revendications internationales en termes de protection de l'environnement et de rationalisation des processus de production se sont concrétisées au niveau national par la nouvelle gestion publique (Spanou, 2003) pour les administrations, et la responsabilité sociale (Boudier et Bensebaa, 2008, Reynaud *et al.* 2008) pour les entreprises. Les mises en application locales de ces exigences nationales ont donné lieu à des expérimentations techniques adaptées aux différents contextes par les acteurs locaux. Concernant les villes portuaires, les conflits d'usage sur l'occupation des sols, ont conduit à l'émergence de nombreux projets de ports plus à l'écart des villes. Ce type de projet se révèle être le prétexte à une réflexion de fond sur un partenariat ville-port redynamisé. Afin d'attirer le plus grand nombre d'acteurs dans cette dynamique, une intermédiation locale est nécessaire pour que les mises en pratique techniques participent d'une politique active locale de diffusion et de sensibilisation. Si cette étape de réappropriation locale fonctionne, les aspects citoyens et sociaux viendront s'ajouter et compléteront les aspects économiques et techniques qui ont motivé le démarrage du projet. On peut schématiser ce processus de la façon suivante :

Figure 1 : Processus de convergence



Source : Donsimoni, 2015.

Le processus de convergence consiste à passer d'une simple juxtaposition des acteurs à un jeu de coordination. Ce passage repose sur l'activation des proximités entre les acteurs. Le différentiel d'évolution entre la ville et le port révèle des déséquilibres qui menacent la durabilité du développement. Pour favoriser le processus de convergence les deux entités doivent se rapprocher fonctionnellement, la proximité géographique étant une donnée dans le contexte des villes portuaires. L'approche par l'économie de la proximité, à l'intersection de l'économie industrielle et de l'économie régionale, est éclairante pour analyser le processus de convergence car elle montre comment les dynamiques territoriales d'acteurs influencent les comportements des entreprises, alors même que, comme nous allons le voir, les proximités qui les animent ne sont pas les mêmes.

La confrontation de différentes dynamiques : nécessité d'une mise en proximité

Trois grands types de proximité sont généralement distingués (Gilly et Lung, 2005): la proximité géographique, la proximité organisationnelle et la proximité institutionnelle. D'autres qualificatifs viennent ponctuellement compléter ces trois notions, tels que technologique (Kirat, Lung, 1995), relationnelle (Pecqueur, Zimmermann, 2004) et territoriale (Courlet, Pecqueur, 2013). En introduisant le

territoire dans l'approche par la proximité, l'analyse renvoie à l'examen des relations entre acteurs économiques locaux, et les territoires sont les reflets de ces relations.

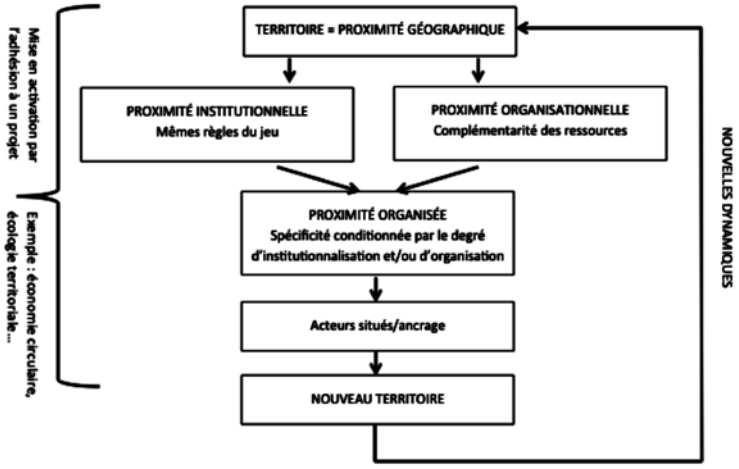
La proximité intervient dans les trois grandes familles de pensée théorique, l'individualisme, l'interactionnisme et l'institutionnalisme (holisme). Dans l'approche individualiste, la proximité est considérée comme une ressource ou comme une contrainte (Krugman, 1998). Sous l'angle interactionniste, la proximité est l'ingrédient des interactions et la limitation de la rationalité des agents conduit à l'émergence de modes endogènes de coordination qui caractérisent une communauté ou un territoire. Le point de vue holiste est classiquement adopté dans les travaux sur les districts (Raveyre et Saglio, 1984). Les relations sociales sont indissociables des normes culturelles locales ; le partage de ces normes constitue une forme de proximité institutionnelle. L'institutionnalisme rejette l'hypothèse de rationalité parfaite. Dès lors que la rationalité est limitée, les individus sont confrontés à des problèmes d'action et d'interaction et doivent, pour les résoudre, développer des conventions et des modes de fonctionnement spécifiques (routines).

Si la proximité géographique fait consensus, les proximités organisationnelle et institutionnelle sont objet de discussions opposant courants interactionniste et institutionnaliste (Bouba-Olga *et al.* 2008). Selon le courant institutionnaliste, la proximité serait de nature : i/ institutionnelle dans le cas de l'adhésion des agents à un même espace commun de représentations, de règles d'action et de « modèles de pensée » et ii/ organisationnelle lorsque le mode de coordination au sein d'une organisation est entendue comme « un espace de définitions des pratiques et des stratégies des agents à l'intérieur d'un ensemble de règles portées par les institutions » (Kirat et Lung, 1995). L'intérêt pour chaque agent d'entrer dans cet espace est de bénéficier des ressources dont dispose chacun dans une logique de complémentarité (Gilly et Lung, 2005). Selon le courant interactionniste, la proximité relationnelle serait une proximité organisée, définie comme « la capacité qu'offre une organisation de faire interagir ses membres » (Rallet et Torre, 2005). Dans cette conception, l'agent qui auparavant était « localisé » devient « situé ». Pecqueur et Zimmerman (2004) distinguent deux formes de proximité organisée : organisationnelle et institutionnelle. Les secondes découlant donc de la première.

Notre point de vue sur la question est inverse. Nous pensons que la première découle des secondes. En effet, nous comprenons plutôt les proximités organisationnelle et institutionnelle comme des ressources génériques, qu'il faut activer par un processus dynamique pour obtenir une proximité organisée qui est alors le résultat de l'activation de proximités latentes. Ainsi la proximité organisée serait comme un actif spécifique, résultant de la volonté des acteurs de faire système à travers une stratégie d'ancrage sur un territoire. Dans cette perspective, l'ancrage territorial correspond à une valorisation localisée de certaines proxi-

mités, perçues comme autant de ressources qui peuvent permettre de croiser intérêts individuels et intérêts collectifs, coopération et concurrence et de faire émerger un intérêt collectivement construit. Dans ce cadre, tout projet structurant, comme un nouveau port, impulse la mise en dynamique des proximités. Celles-ci se traduisent par des stratégies nouvelles qui se révèlent plus collaboratives et convergentes.

Figure 2 : Activation des proximités



Source : Donsimoni, 2015.

De la proximité à l'ancrage

La mise en proximité passe par des dispositifs de coordination. Pecqueur et Zimmermann (2004) distinguent des dispositifs institutionnels, sans interaction directe et des dispositifs organisationnels avec interaction directe. L'institution correspond à l'ensemble des règles formelles et des contraintes informelles qui situent les acteurs économiques dans un espace commun de représentations (North, 1990). L'institution a donc naturellement vocation de dispositif de coordination et offre une proximité institutionnelle dès lors qu'on appartient ou adhère à cet espace commun. Dans l'exemple des villes portuaires, il peut s'agir par exemple des lois portuaires, des plans d'occupation des sols, des cultures et valeurs méditerranéennes.

La proximité organisationnelle implique des échanges directs d'informations par le biais de projets et programmes communs. Lorsque la proximité géographique est associée à la proximité organisationnelle, les agents sont « situés ». La qualité de la proximité qui en découle va conditionner l'ancrage des structures. Les spé-

cificités des organisations qui composent alors le territoire se répercutent dans la mise en activation de nouveaux projets et font émerger un nouveau territoire qui s'enrichit des nouvelles synergies et ce, dans une dynamique presque infinie que l'on peut assimiler à un processus de développement, renforçant l'ancrage.

L'ancrage correspond à une valorisation sociale localisée des ressources territoriales (Pecqueur, Zimmermann, 2004). En passant d'une stratégie de localisation à une stratégie d'ancrage territorial, les structures, et tout particulièrement les entreprises, modifient non seulement la nature de leur relation au territoire, mais aussi leurs relations entre elles. En effet, une fois la proximité instituée, elles se trouvent en situation de coopération-concurrence, c'est-à-dire dans un réseau « situé » sur un territoire et comportant des caractéristiques précises et particulières.

Cette mise en réseau se nourrit des objectifs du projet mais aussi des particularismes locaux qui peuvent complexifier la démarche. Le territoire devient alors l'élément de contingence – dans le sens utilisé par Alfred Fouillée (1927) : « la contingence implique l'admission d'une cause indéterminée, n'expliquant pas plus un effet qu'un autre, ne fournissant aucune solution déterminée du problème (...). C'est-à-dire que les attributs du territoire infiltrent et spécifient le processus de développement mais ne sauraient à eux seuls caractériser le résultat. L'efficacité du réseau dans son mode de fonctionnement constitue l'élément fondamental. La spécification est un phénomène auto-entretenu. L'ancrage territorial qui en résulte est d'autant plus fort que la spécificité permet à l'entreprise de se construire un espace stratégique basé sur la différenciation (Philippe Moati, 2001). Il en résulte qu'il n'y a pas de solution « préfabriquée » qu'on poserait comme le chemin universel que tout le monde doit suivre, mais plutôt des contextes (atmosphères) attractifs et stimulants.

Nous allons illustrer notre propos par la présentation d'un projet de mise en proximité pour plus de symbiose entre une ville et son port : le projet d'un nouveau port industriel à Safi au Maroc.

Safi, le port, la ville : une convergence en construction

Safi, avec environ 600 000 habitants est la troisième ville économique du Maroc. Située sur la façade atlantique, son économie repose principalement sur l'exploitation et l'exportation des ressources minières (phosphates), sur la pêche et l'agriculture. Le port de Safi est l'un des plus vieux ports du Maroc. Dans les années 30, il muta en port commercial avec la découverte, à Youssoufia, de gisements de phosphates, exploités par l'Office Chérifien des Phosphates (OCP).

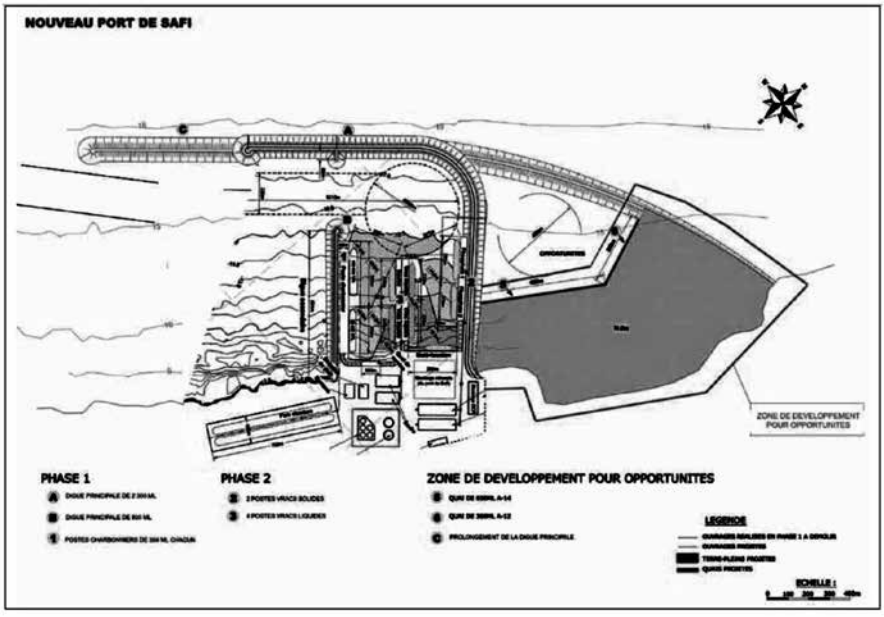
Aujourd'hui, deux projets stratégiques vont bouleverser le statut de cette ville : un nouveau port et un site industriel intégré. L'objectif est d'ériger la ville en pôle majeur de développement économique et social, au carrefour entre Casablanca au nord, Marrakech à l'est et Agadir au sud, avec un effet d'entraînement souhaité sur les autres collectivités de la région de Doukkala Abda.

Toute une dynamique autour du projet de port industriel

Le nouveau port de Safi est un projet d'envergure qui vient renforcer les infrastructures dédiées au transport maritime national. Il s'inscrit dans le cadre de la stratégie portuaire nationale qui s'assigne pour objectifs, à l'horizon 2030, la valorisation des avantages comparatifs du Maroc, le renforcement de l'attractivité économique du pays et la conquête des parts de marché liées au commerce dans le bassin méditerranéen.

Le futur port, mobilisant dans sa première phase (jusqu'en août 2017) des investissements de 4 milliards de dirhams dans un premier temps, sera situé à 15 km au sud de Safi. Sa réalisation accompagnera le développement du secteur énergétique et de l'industrie chimique de la région car il sera spécialisé dans le transport des grands vracs liés à l'énergie et à l'industrie minérale.

Figure 3 : Le nouveau port industriel de Safi



Source : http://www.safi-ville.com/infrastructures.php

Ce projet phare va redynamiser le développement économique de la région à travers plusieurs objectifs :

- Renforcer les infrastructures maritimes nationales

Il répondra également aux besoins d'approvisionnement en charbon (estimés à 3,5 millions de tonnes de charbon par an) de la nouvelle centrale thermique de l'Office national de l'eau et de l'électricité (ONEE), et offrira une capacité portuaire importante et extensible pour couvrir les besoins futurs en trafic d'import et d'export du Groupe OCP et d'autres trafics.

- Créer des emplois et des revenus

Véritable catalyseur pour le lancement de multiples projets au niveau de la région, ce nouveau projet devra générer plus de 750 emplois directs et 825 indirects, durant la phase de construction et plus de 180 emplois directs et 200 indirects lors de la phase d'exploitation et d'entretien. À ces emplois supplémentaires seront associées des recettes substantielles pour le compte de la région, générées par les diverses taxes.

- Privilégier la requalification urbaine de la ville de Safi

Le port de Safi-ville sera reconverti en un port de commerce et de croisière. La donne environnementale a été prise en compte dans la conception du projet, plusieurs mesures ayant été mises en œuvre pour atténuer et compenser les impacts négatifs liés à la construction et à l'exploitation du futur port de Safi, et ce, avec l'avantage d'insérer l'ouvrage dans son environnement immédiat. Il est ainsi envisagé la création d'une nouvelle plage adossée au nord du nouveau port, ce qui constituera un espace de loisirs pour les habitants et protègera la falaise mitoyenne.

- Éloigner les activités polluantes et protéger l'environnement

Le trafic des phosphates et dérivés sera localisé sur le nouveau port et le nouveau site industriel, contribuant à l'amélioration du cadre environnemental, sécuritaire et sanitaire de la ville de Safi. Ce grand projet est conçu pour préserver l'environnement : il s'insère dans un site naturel suffisamment éloigné des zones habitables et les études d'impact environnemental menées par des cabinets indépendants attestent que la santé et la sécurité publiques ne seront pas affectées. Parmi les gains environnementaux attendus, un des plus importants est l'élimination définitive des problèmes de transports de produits minéraliers dangereux et polluants : pollution, bruits, odeurs, accidents.

Parallèlement, une politique plus globale d'aménagement et de développement durable est programmée qui prend en compte les différents enjeux de préservation des milieux naturels. Les mesures déployées à cet effet permettront non seulement de préserver la qualité environnementale du site, mais également de réduire les risques et incidences sur les milieux naturels et les populations riveraines.

- Associer un nouveau site industriel

Safi Phosphate Hub (SPH) s'intègre à la stratégie de l'OCP qui consiste non seulement à doubler la capacité minière du groupe à l'horizon 2020, mais également à tripler sa capacité chimique, notamment celle de sa production d'engrais. Doté d'une enveloppe budgétaire de l'ordre de 30 milliards de dirhams, Safi Phosphate Hub accueillera progressivement l'ensemble des activités du complexe actuel du Groupe OCP à Safi avec l'opportunité de développer les capacités de production et de créer de nouvelles lignes de produits spécifiques et innovants.

Ce nouveau site, à l'instar de son équivalent à Jorf Lasfar (Cerceau, Donsimoni, Labaronne, Mat, 2013), contribuera à la dynamisation de l'exploitation des mines de phosphates de Benguerir et Youssoufia (Gantour), mais permettra aussi d'exploiter le nouveau site de Meskala dans la région d'Essaouira. Situé face au nouveau port de Safi, le nouveau site industriel s'appuiera sur cette future structure portuaire pour traiter les flux d'importations et d'exportations des produits phosphatiers.

- Encourager l'éducation et la formation

Une fois « SPH » opérationnel, le site actuel de l'OCP à Safi sera réhabilité en une véritable technopole qui comprendra un centre de compétences industrielles pour la formation des collaborateurs du Groupe (plus de 1 200 personnes dans des disciplines liées à l'industrie chimique). Le centre de Safi sera équipé de salles de cours et d'ateliers, de laboratoires ainsi que d'infrastructures sportives.

Fidèle à son engagement social et citoyen (Donsimoni, Labaronne, 2013), l'OCP contribue à l'effort national d'éducation à travers les Instituts de promotion socioéducative (IPSE). À Safi, l'IPSE a déjà ouvert deux établissements scolaires (préscolaire, primaire) d'une capacité d'accueil de plus de 1 600 élèves et projette la construction d'un collège qui permettra l'inscription de 540 élèves.

Par ailleurs, dans le cadre de l'amélioration des conditions de scolarisation en milieu rural et de la lutte contre l'abandon scolaire, plusieurs actions ont été engagées par le groupe OCP au niveau de la région de Safi, portant sur l'amélioration des conditions de scolarisation et de transport des élèves en milieu rural.

- Stimuler l'innovation

L'activité de SPH sera en partie consacrée à la fabrication de produits innovants, tels que les engrais liquides et éléments de trace, ainsi que des produits spécifiques, tels que le phosphate alimentaire, les acides spéciaux et le produit « Teractiv », qui est une solution fertilisante à base de phosphate réactif particulièrement étudiée pour une application directe sur des cultures en sols acides.

La future technopole, prévue à l'emplacement du complexe actuel de l'OCP à Safi, accueillera un centre de recherche et développement dédié aux nouvelles technologies dans plusieurs domaines dont les phosphates, l'énergie et l'eau et des tests sur des lignes pour produits innovants. Cette technopole comportera également un centre de compétences industrielles en chimie.

- Propager une dynamique locale

Le projet du port s'accompagne d'aménagements structurants pour la ville et les régions mitoyennes, notamment la région de Marrakech qui disposera désormais d'une importante ouverture maritime.

Le groupe envisage la construction d'une administration médicale à Safi, qui sera à la fois un projet d'envergure agissant comme symbole pour la ville de Safi et un projet phare pour l'OCP. Non seulement le bâtiment bénéficiera d'une haute qualité environnementale (équipement énergétiquement positif), mais il tiendra compte également de l'identité perçue de la ville de Safi et en l'occurrence sa légendaire « droite », une vague appréciée par les surfeurs, qui donnera sa forme au futur bâtiment.
La présence d'une entreprise comme l'OCP est sans conteste un atout.

Proximité et symbiose

Paradoxalement, alors que la proximité géographique était très forte au départ puisque le port était situé au centre de la ville de Safi (comme c'est le cas de pratiquement toutes les villes portuaires du Maghreb) la symbiose ville/port repose sur un éloignement géographique, favorable à un rapprochement organisationnel, lui-même motivé par une dynamique productive portée par des grandes entreprises publiques comme ONEE et OCP dont le rôle est primordial. On observe que le port se « désencastre » de la ville pour pouvoir mieux s'exprimer dans sa vocation industrielle ce qui permet en parallèle à la ville de reconsidérer son évolution et son urbanisation avec une reconversion du vieux port en zone de loisirs et avec des activités mieux adaptées à une localisation en centre-ville. La proximité géographique, donnée au départ, doit finalement se distendre pour optimiser la proximité organisationnelle et conduire à une symbiose entre la ville et son port.

Cette dynamique qui s'observe dans pratiquement toutes les villes industrialo-portuaires montre que la symbiose mobilise plutôt les proximités organisationnelle et institutionnelle, lorsque la proximité géographique devient contrainte. Alors que la proximité géographique sous-tend la plupart des expériences d'écologie industrielle dans le monde (Beaurain et Brullot, 2011) voire même s'impose (Chertow, 2000) du fait de la collaboration et des possibilités synergétiques qu'elle permet, dans la perspective plus large du développement des interactions entre le port et la ville, cette logique s'inverse : il faut dépasser la proximité géographique qui finit par constituer un frein. Ainsi, là où l'écologie industrielle appuie la reconnexion entre le port et la ville sur la multiplication

des échanges de flux matériels et immatériels, le développement durable de la ville portuaire nécessite plutôt une réintégration spatiale du portuaire dans l'urbain, réintégration qui passe le plus souvent par un éloignement géographique du port commercial et une réappropriation par la ville de son port historique. Chacune des entités peut ainsi mieux se construire selon sa propre logique et leurs trajectoires peuvent éventuellement devenir convergentes dans une dynamique de projet local de développement.

La notion de symbiose est renouvelée dans notre approche. Nous dépassons la définition telle que la posent les travaux en écologie industrielle et territoriale qui s'articulent autour de trois types d'échanges : échanges entre unités industrielles, échanges entre entreprises situées sur un parc d'activités et échanges entre entreprises organisées « virtuellement » dans un espace plus large (Chertow, 2000). Les symbioses industrielles ainsi décrites sont principalement axées sur les flux de matières et d'énergie. Elles ne peuvent toutefois pas être déconnectées des flux d'informations (Allenby, 2004; Korhonen *et al.,* 2004 ; Domenech and Davis, 2011), mais ils ne sont perçus que comme les corolaires de la dynamique.

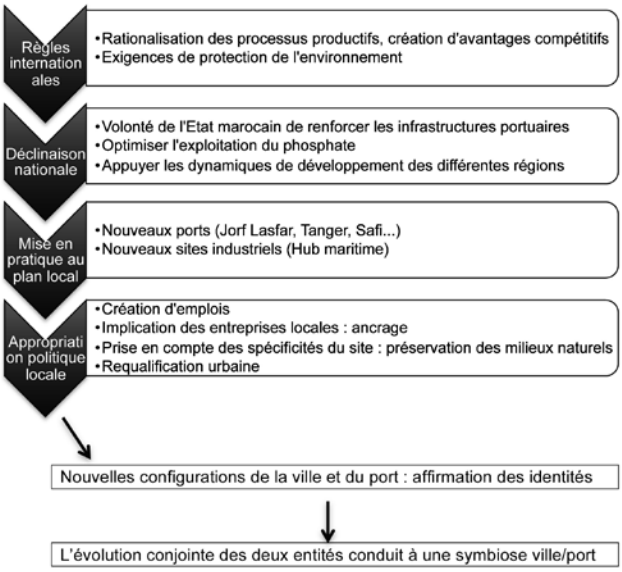
Nous préférons une définition inter-fonctionnelle de la notion de symbiose. Née de l'interface ville-port en réponse à la mise en projet d'un territoire, la symbiose est le point de convergence fonctionnelle des trajectoires des deux entités articulées autour d'un projet local de développement. Les fondements de la dynamique portent sur des flux d'informations et des processus de collaboration. Ainsi, la symbiose se construit sur de l'immatériel : une culture ou des valeurs partagées. La symbiose inter-fonctionnelle ne sera effective que si chaque entité parvient à préserver ce qui fait son identité. L'exemple de Safi illustre cette reconstruction nécessaire des identités du port industriel d'une part et de la ville d'autre part.

Conclusion

Les ports commerciaux des pays du Maghreb sont généralement encastrés dans les villes et leur évolution industrielle a, au fil du temps, conduit à l'émergence de multiples conflits d'usage bloquant à la fois la dynamique du port et les exigences légitimes de la ville. La confrontation entre ces deux entités, aux logiques de fonctionnement différentes voire même opposées, oblige à reconfigurer les proximités lorsqu'il s'agit de mettre en place un processus de développement. La proximité géographique des acteurs ne suffit pas à densifier la coordination, elle finit même par l'entraver ; elle est plus une contrainte et un frein au développement d'interactions entre le port et la ville. De la proximité géographique statique il faut passer à une proximité organisationnelle et institutionnelle plus dynamique. Cela est possible par le biais de projets fédérateurs dans le cadre desquels chaque entité pourra plus librement exprimer son identité. Les enjeux de reconnexion

port-ville reposent plus sur une réintégration spatiale du portuaire dans l'urbain que sur la multiplication des échanges de flux matériels. Ainsi, la symbiose ville-port doit être inter-fonctionnelle. Elle ne peut être durable que dans un processus dynamique de mise en projet ; elle se construit continuellement.

Figure 4 : Mise en projet du port et de la ville de Safi



Source : Donsimoni.

Bibliographie

Allenby B.R., (2004). Clean production in context: an information infrastructure perspective. J. Clean. Prod. 12, 833-839.

Beaurain C., Brullot S., (2011). L'écologie industrielle comme processus de développement territoriale: une lecture par la proximité. Rev. Econ. Reg. Urbaine. 2, 313-340.

Bouba-Olga O. *et al.* (2008), « La proximité : 15 ans déjà ! », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°3, Octobre 2008.

Boudier F., Bensebaa F. (2008), « Responsabilité Sociale des firmes multinationales : faut-il être propriétaire pour être responsable ? », *Monde en développement,* 2008/4, n° 144, pp. 27-44.

Cerceau J., Donsimoni M., Mat N. et Labaronne D., (2013), « La mise en œuvre de l'écologie industrielle dans les territoires industrialo-portuaires en Afrique du Nord, cas de Jorf Lasfar (Maroc) et Bejaia (Algérie) ») dans Villes portuaires au Maghreb, acteurs du développement durable (Algérie, Maroc, Tunisie), pour la Caisse des Dépôts et consignations, Ed. Les Presses des Mines.

Chertow M. R. (2000). Industrial symbiosis. Literature and taxonomy. Annual review of Energy and Environment 25, 313-337.

Colletis G. (1997), « Firmes et territoires: entre nomadisme et ancrage », in *Espaces et sociétés*, n°88, 370 p.

Courlet C., Pecqueur B. (2013), *L'économie territoriale*, Presses Universitaires de Grenoble.

Devereux M. P., Griffith R. et Simpson H. (2007), « Firm location decisions, regional grants and agglomeration externalities », Journal of Public Economics, 91(3-4), pp. 413-435.

Domenech T., Davies M. (2011). Structure and morphology of industrial symbiosis networks: the case of Kalundborg. Procedia Social and Behavioral Sciences, 10, 79-89.

Donsimoni M., Labaronne D. (2013), « Responsabilité sociale d'une entreprise publique : une formalisation du jeu des acteurs », *Management International*, vol.18, n°2, Hiver 2014, pp.22-38.

Ducruet C. (2001), « Typologie mondiale des relations ville-port », Cybergeo, Espace, Société, Territoire, article 417, mis en ligne le 27 mars 2008. URL : http://www.cybergeo.eu/index17332.html

Fouillée A. (1927), « Esquisse d'une interprétation du monde », Félix Alcan, Paris.

Gilly J.-P., Lung Y. (2005), « Proximités, secteurs et territoires », Cahiers du GRES, n°2005-09, Mai 2005.

Kirat Th., Lung Y. (1995), « Innovations et proximités : le territoire, lieu de déploiement des processus d'apprentissage », in Lazaric N. et Monnier J.M. (coord.), *Coordination économique et apprentissage des firmes*, Economica, Paris.

Korhonen J., von Malmborg F., Strachan P.A., Ehrenfeld J.R. (2004). Management and policy aspects of industrial ecology : an emerging research agenda. Bus. Strat. Env. 13, 289305.

Krugman P., (1998). *The Role of Geography in Development*, Paper prepared for the Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, D.C., April 20–21.

Labaronne D. (coord.), (2013), *Villes portuaires au Maghreb, acteurs du développement durable (Algérie, Maroc, Tunisie)*, pour la Caisse des Dépôts et consignations, Ed. Les Presses des Mines.

Moati Ph., (2001), *Les stratégies d'adaptation des entreprises : éléments d'analyse,* Cahier de recherche du CREDOC, n°160, Octobre. Département «Dynamique des marchés» dirigé par Laurent Pouquet.

North D.C., (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance,* éd. Cambridge University Press, 1990, 159 p.

Pecqueur B., Zimmermann J-B., (coord.), (2004), *Economie de proximités*, Hermès, Lavoisier, Paris.

Rallet A., Torre A., (Eds.), (2007), « Quelles proximités pour innover ? », L'Harmattan, Paris, Collection « Géographies en liberté », 221 p.

Raveyre M-F. Saglio J., (1984). *Les systèmes industriels localisés : éléments pour une analyse sociologique des ensembles de PME industriels.* Sociologie du travail 2, 157-175.

Rallet A. et Torre A. (Eds.), (2007), *Quelles proximités pour innover* ?, L'Harmattan, Paris, Collection « Géographies en liberté », 221 p.

Reynaud E. *et al*. (2008), « La responsabilité sociale de l'entreprise à l'épreuve de l'Europe », *Revue Française de Gestion,* N°180, pp. 109-130.

Spanou C., (2003), « Abandonner ou renforcer l'état wébérien ? », *Revue française d'administration publique*, 1-2, n° 105-106, pp 109-120.

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

& 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 capabilité 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 Brullot 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 Brullot, 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

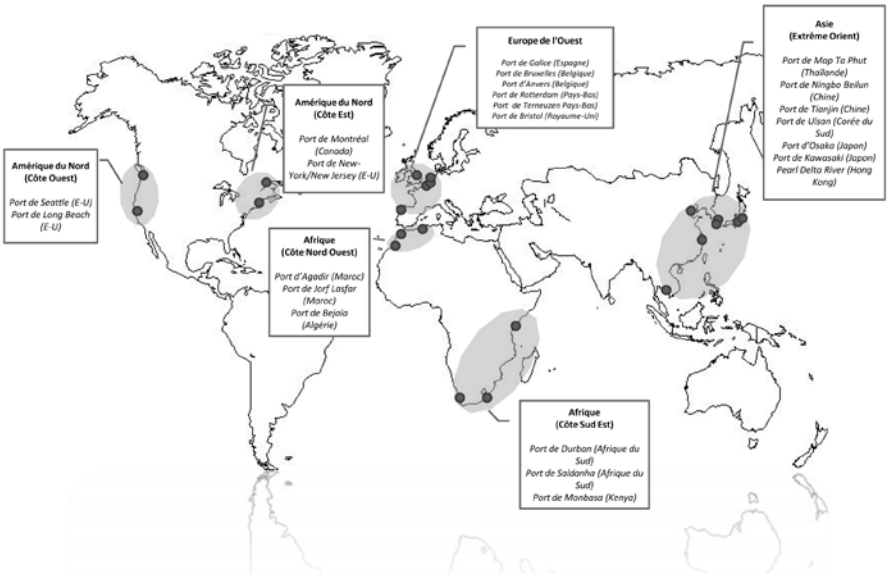
A l'échelle internationale, les initiatives se réclamant de l'économie circulaire ou de l'écologie industrielle sont nombreuses. Parmi elles, il existe une diversité d'initiatives mises en œuvre au sein de territoires portuaires, visant tout à la fois une meilleure gestion des ressources et le développement 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 Moerdjik (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 apparait 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



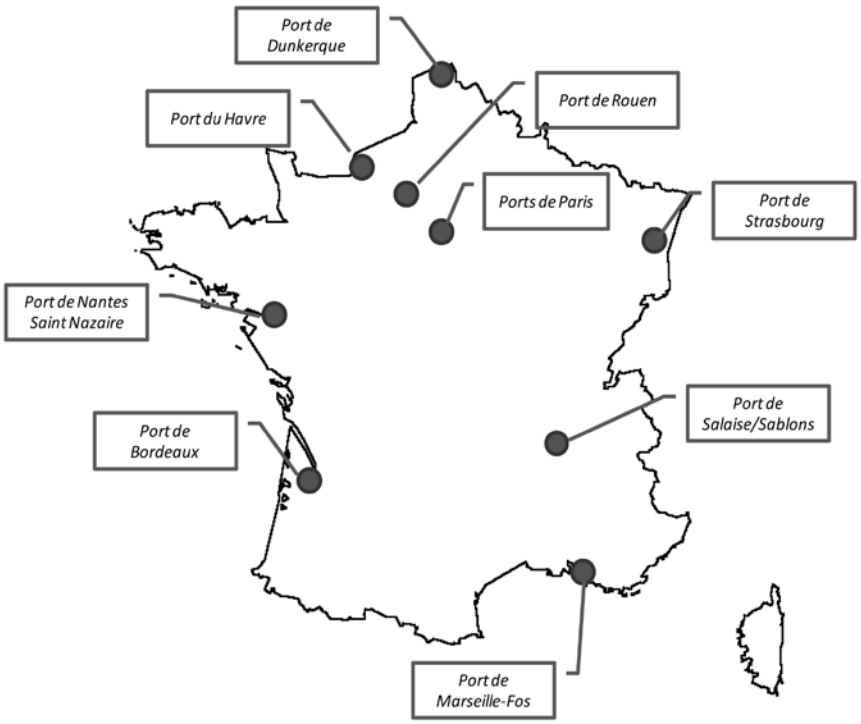
Source : Mat et Cerceau, 2012 et Cerceau et al.*, 2013.*

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

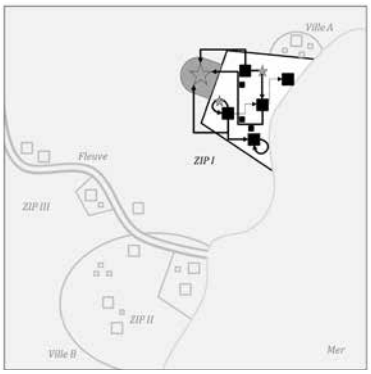


Source : Mat et al.*, 2014 .*

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 CO_2, 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

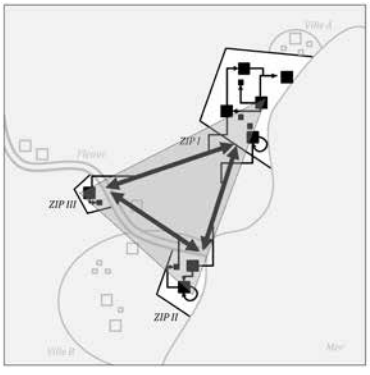
• Un aménagement dessiné afin de faciliter la mise en œuvre de synergies, où les activités socioéconomiques et les infrastructures sont choisies pour apporter des réponses à la faisabilité technique de la symbiose industrielle (par exemple, la valorisation thermique de la chaleur issue de l'incinération 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 entrainer 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 m^3 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 vracs. 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, sureté 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 maitrisées 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 industrialo-portuaire de Fos. 25 octobre 2013.

Beaurain C., Brullot 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). Ecologie 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.

Partie II

L'écosystème portuaire, espace pilote pour la mise en œuvre de l'économie circulaire

CAPSULE PROFESSIONNELLE 2

Le rôle des ports dans la transition écologique des territoires : innovations technique et organisationnelle sur la plateforme industrielle PIICTO à Fos-sur-Mer

Sylvain Pichon

Chef de projets « énergies renouvelables et industries »
Direction du Développement
Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)
Marseille - France

Frédéric Dagnet

Directeur du projet PIICTO
Grand Port Maritime de Marseille (GPMM)
Marseille - France

Guillaume Junqua

Maitre-assistant en écologie industrielle
Laboratoire Génie de l'Environnement Industriel
Ecole des Mines d'Alès
Alès - France

& Nicolas Mat

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

Biographies

Après différentes expériences au sein de grands groupes en France et à l'étranger, **Sylvain Pichon** *a intégré en 2005 le Grand Port Maritime de Marseille. Depuis 2014, il est chef de projets « énergies renouvelables et industries » au sein de la Direction du Développement. Il intervient ainsi sur différentes projets énergétiques dédiés au développement de la filière éoliennes offshore flottantes, aux démonstrateurs de stockage d'énergie « power to gas », au projet de réseau géothermie, aux fermes solaires photovoltaïques, à la valorisation de la biomasse et au recyclage de CO_2. Il participe également au développement de la plateforme industrielle et d'innovation « PIICTO » située à Fos-sur-Mer.*
En parallèle, il termine actuellement un MBA centré sur la transition énergétique, à l'Université des Sciences Appliquées de Berlin. Ayant pour cas d'étude concret le territoire industrialo-portuaire de Marseille-Fos, il s'intéresse plus particulièrement dans ce cadre aux nouveaux modes de financement et de partenariat public privé.

Economiste de formation, **Frédéric Dagnet** *travaille depuis 18 ans dans l'activité portuaire et maritime. Après avoir occupé plusieurs fonctions dans le secteur des études et du marketing, il s'est spécialisé dans la stratégie, les finances et la question de l'intégration territoriale du port. C'est la conjugaison de ces centres d'intérêt variés qui l'a conduit à mettre en avant l'écologie industrielle, et plus globalement l'économie circulaire, comme nouveau modèle d'intégration économique territoriale source d'opportunités pour le port. Ce nouveau modèle s'appuie également sur les missions renforcées par la réforme portuaire de 2008 qui donnent au port des objectifs d'aménagement local, de développement industriel et de connexion multimodale. Il a contribué à l'intégration de ces objectifs dans le projet stratégique actuel du port.*

Guillaume Junqua, *38 ans, est actuellement Maitre-Assistant en écologie industrielle au Centre LGEI de l'Ecole des Mines Alès. Il travaille depuis 2003 sur les thématiques d'écologie industrielle et de gestion durable des ressources, au sein de différentes institutions en France et à l'étranger : Université de Technologie de Troyes, Ecole des Mines de Douai, Université de Sherbrooke (Canada) et Ecole des Mines d'Alès. L'originalité de sa recherche est de proposer une approche territoriale de l'écologie industrielle, permettant de réaliser un diagnostic puis de construire et d'évaluer différents scénarios de transition écologique d'un territoire, notamment par l'Analyse de Cycle de Vie (ACV).*
Cette recherche est effectuée principalement dans le cadre d'une recherche partenariale avec des entreprises, des collectivités et des

aménageurs de zones d'activités. Elle utilise comme modèle les territoires portuaires. De ce fait il a participé à plus de 20 projets de R&D locaux, nationaux ou internationaux avec ces différents acteurs.

Energéticien de formation, **Nicolas Mat** *travaille depuis 10 ans dans le secteur du conseil et de l'accompagnement de projets de développement durable en France et à l'international, pour le compte de collectivités, d'industriels ou d'institutions, sur les thématiques d'écologie industrielle et territoriale, de Bilans Carbone et de Plans Climats Energie Territoriaux. Depuis l'obtention en 2006 d'un Master de Management Environnemental et Développement Durable réalisé à l'Université Technologique de Troyes et à l'Université de Sherbrooke (Canada) sous la direction de Dominique Bourg, il a contribué au lancement et à la mise en œuvre de près d'une quinzaine de démarches d'écologie industrielle et territoriale sur des projets français et européens (projets opérationnels et projets de recherche-action).*

Pour le compte de l'ADEME, il a notamment coordonné de 2010 à 2012 deux projets d'écologie industrielle dédiés aux territoires portuaires DEPART et REX (retour d'expériences international de démarches d'écologie industrielle menées dans des territoires portuaires).

Il a finalisé en octobre 2015 un travail de thèse au sein du Laboratoire Génie de l'Environnement Industriel de l'Ecole des Mines d'Alès. Son sujet de recherche porte sur le rôle des territoires portuaires dans le contexte de la transition écologique et énergétique. Il intervient régulièrement sur ce sujet dans le cadre d'enseignements et de cycles de cours en Université et Ecole d'Ingénieurs.

Introduction

A l'instar des autres territoires portuaires, le territoire industrialo-portuaire de Marseille-Fos est porteur d'enjeux importants, que ce soit d'ordre économique, social ou environnemental. Par nature ouvert sur le monde, il constitue un espace de transit de matières premières, notamment énergétiques, de produits intermédiaires et de biens de consommation. Il est un espace de transformation et accueille des industries lourdes intensives en consommation de matières premières et en production d'émissions, telles que l'industrie du raffinage, l'industrie chimique, la sidérurgie, l'industrie du papier, l'industrie aéronautique et la production d'énergie (Merk, 2013). Les zones industrialo-portuaires de Marseille-Fos consomment 4,5 Mtep par an, soit 3% de la consommation énergétique française pour une surface représentant seulement 0,02% du territoire national (Rodrigues, 2012). En 2012, 30% des capacités de raffinage françaises ainsi que plus de 40% des capacités de la chlorochimie étaient situées sur le pourtour de l'Etang de Berre (UIC PACA 2013).

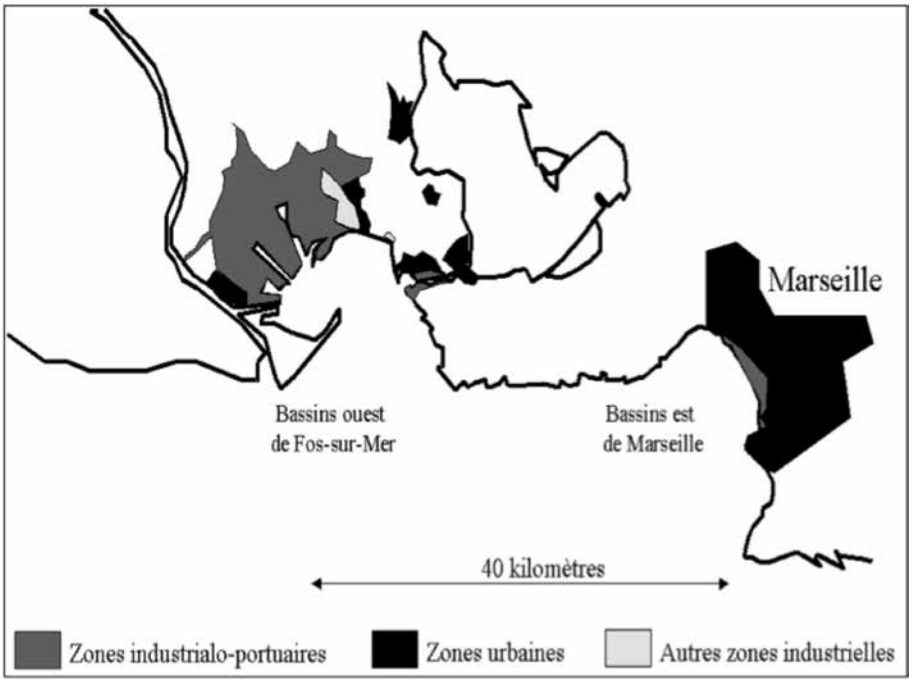
Malgré son statut de première place industrialo-portuaire française, il n'en demeure pas moins vulnérable et confronté à une évolution constante et nécessaire de son écosystème industriel, notamment dans le contexte de la transition énergétique et écologique des territoires (Mat *et al.,* 2015). Aujourd'hui, en cohérence avec le projet stratégique du port, de nouvelles pratiques sont mises en œuvre, basées sur une plus grande coopération entre acteurs du territoire portuaire.

Un port acteur et positionné au centre des enjeux de transition énergétique

Structuration et évolution de la ZIP de Fos-sur-Mer

Le territoire industrialo-portuaire de Fos est une illustration concrète de la période dite du « tout-pétrole », débutée en 1920 et dont l'apogée se situe au début des années 70. Durant cette période, l'avènement du pétrole et la massification de l'exploitation de ressources non renouvelables ont conduit à séparer les activités portuaires et industrielles des espaces urbains : de nouveaux territoires, situés à l'ouest de la ville de Marseille (Lavéra, Berre l'Etang, La Mède, Fos sur Mer) ont ainsi été colonisés par les activités industrielles et portuaires, tandis que les activités traditionnelles du port historique ont progressivement décliné. Basés sur différents sites, le territoire administré par l'autorité portuaire de Marseille-Fos s'est donc progressivement bipolarisé, étant constitué des bassins Est (historique) et Ouest (nouvelles implantations au XXe siècle).

Figure 1 : Les bassins Ouest et Est du Port Autonome de Marseille



Les bassins Est sont restés caractérisés par des activités liées au trafic de conteneurs, principalement sur des flux méditerranéens et nord-sud, de fruits et légumes, de vrac agro-alimentaire et l'activité « passagers ». De plus, plusieurs chantiers de réparation navale constituaient l'activité de cet espace portuaire contraint entre la mer et la ville de Marseille.

Les bassins Ouest, dont fait partie la ZIP de Fos-sur-Mer, sont dédiés à la massification de différents trafics avec des terminaux spécialisés : conteneurs, hydrocarbures, méthaniers, vracs solides et liquides (céréales, produits minéraux, produits chimiques). Un foncier disponible important (la ZIP de Fos couvrant à elle seule plus de 10 000 hectares) a permis de construire des entrepôts logistiques et des sites industriels de grande taille (sidérurgie, pétrochimie, etc.).

La ZIP de Fos sur Mer a été inaugurée en 1968. Cette ZIP a axé son développement autour des activités de sidérurgie, de raffinage et de pétrochimie, de chimie, d'électro-métallurgie ainsi que des activités commerciales et d'industrie légère. Le premier oléoduc de la Société du Pipeline Sud - Européen, permettant d'alimenter par canalisation les raffineries situées dans la vallée du Rhône et dans celle du Rhin ainsi qu'en Suisse et en Allemagne, a été mis en service en 1962 et la raffinerie ESSO s'est implantée en 1965. Puis les grands aménagements portuaires ont été réalisés de 1966 à 1968, avec le

percement des darses et l'implantation du terminal minéralier et des terminaux pétroliers. Les principaux travaux d'aménagement se sont poursuivis jusqu'en 1973. Parallèlement, de grands investisseurs se sont implantés sur la ZIP, avec en particulier la construction de deux grands sites sidérurgiques, d'un site de construction de structures métalliques, d'un site d'entretien et de réparation de matériel ferroviaire, d'un site de de stockage de produits raffinés, d'un site de production de polyéthylène, de plusieurs sites de fourniture de gaz industriels, d'un terminal méthanier et d'un terminal container (Ricard, 1989).

Cependant, la crise du pétrole de 1973 a conduit plusieurs sites à stopper leurs investissements et à modifier leur organisation afin d'éviter leur fermeture. Ainsi, des investissements et des extensions initialement prévus sur certains sites sidérurgiques ou chimiques n'ont jamais été réalisés, avec des outils industriels déséquilibrés (surcapacité de centrales d'utilités ou de certains procédés, par exemple). La fin des années 1970 a été marquée par la mise en exploitation d'un important site de chlorochimie en 1976 et la poursuite de plusieurs aménagements portuaires ou sidérurgiques. Enfin, durant les années 80 et 90, outre le développement d'un terminal céréalier, un seul grand site industriel s'est implanté sur la ZIP en 1987.

Porté par les flux d'hydrocarbures, le trafic maritime a fortement augmenté pour atteindre un maximum de 105 millions de tonnes en 1974, avant de stagner autour de 85 millions de tonnes jusqu'au début des années 2000.

Stratégie développée par le Grand Port Maritime au tournant du XXIe siècle

Au début des années 2000, confronté à des difficultés de développement, le Port de Marseille a été contraint de définir une nouvelle politique de prospection commerciale dans le but de maintenir des activités existantes et le trafic maritime associé et d'accueillir de nouvelles activités, permettant d'accroitre le trafic maritime du port et de pouvoir exploiter le foncier disponible (seuls 20% des 10 000 hectares de la ZIP étant exploités).

Par ailleurs, durant cette période marquée par la prise de conscience des aspects environnementaux, par les tensions sur les matières premières, notamment énergétiques, et par des conflits d'usages récurrents avec les autres parties prenantes du territoire (agriculteurs, associations, collectivités, etc.), le Port a dû s'adapter et faire évoluer son activité fortement polluante et finalement peu connectée avec son territoire environnant. L'autorité portuaire s'est donc dotée d'une approche stratégique articulant transition énergétique (nouveaux systèmes décarbonés de production et de distribution, nouveaux services aux entreprises, etc.) et ré-investissement de l'interface port-ville (à travers de nouvelles coopérations, principalement dans le domaine culturel et foncier à

l'heure actuelle, mais également à travers de nouveaux modes de gouvernance de l'autorité portuaire).

Cette stratégie portuaire d'optimisation de l'usage des ressources est basée sur 3 piliers :

- L'efficacité énergétique en optimisant les process de production et de logistique sur le territoire industrialo-portuaire ;
- Le développement des énergies renouvelables, en s'appuyant sur les gisements potentiels locaux intéressants (éolien, biomasse, solaire, géothermie, etc.) ;
- L'écologie industrielle afin de développer de nouvelles synergies entre les industries implantées sur la ZIP et faire évoluer les pratiques de coopération entre acteurs socio-économiques.

Historique des démarches et premières expérimentations (depuis les années 2000)

Afin d'améliorer la prospection commerciale et de s'inscrire dans une logique nouvelle de développement durable du territoire, le port a développé à partir de 2004 une méthodologie basée sur l'intelligence territoriale (Junqua et Moine, 2007). Cette approche a consisté en trois axes complémentaires de travail :

- Le premier visait à réaliser un diagnostic énergétique de la ZIP et à développer une politique énergétique, basée sur la mise en œuvre d'énergies renouvelables ou à bas carbone afin de réduire la dépendance de la ZIP, en particulier au niveau de la consommation et de la production d'électricité (Jublan, 2004) ;
- Le second visait à recenser les technologies clés maîtrisées par les différents acteurs de la ZIP en vue d'en faire un élément d'attractivité (Bertaut, 2004) ;
- Enfin, le troisième consistait à réaliser une analyse des flux de matière et d'énergie afin d'identifier les synergies industrielles existantes, et de proposer un certain nombre de synergies potentielles (Junqua, 2004), comme le présente le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Identification de synergies potentielles de la ZIP de Fos

Produit	Débouché actuel	Type de synergie	Débouchés possibles
Boues de STEP	Incinération CET 1	Mutualisation de procédés de traitement Valorisation intra ZIP ou à proximité immédiate	Cokerie, cimenterie, agriculture
Boues de décarbonatation	Incinération CET	Mutualisation de procédés de traitement Valorisation intra ZIP ou à proximité immédiate	Sidérurgie, génie civil, Agriculture
Laitiers	Valorisation Stockage	Valorisation intra ZIP, à proximité immédiate ou à l'exportation	Génie civil
Boues de dragage	Immersion	Valorisation intra ZIP ou à proximité immédiate	Génie civil
Cendres volantes	CET 1	Valorisation intra ZIP ou à proximité immédiate	Génie civil
HCl	Incinération	Valorisation intra ZIP	Décapage d'acier
Eau	Rejet après traitement	Réutilisation intra ZIP	Pétrochimie, Sidérurgie, …
Hydrogène	Chaudière Gaz industriel	Valorisation énergétique intra ZIP	Procédés de désulfuration Gaz industriel
Frigories	Rejet Fabrication de gaz industriels	Valorisation intra ZIP	Fabrication de gaz industriels Agroalimentaire
Vapeur	Divers	Valorisation intra ZIP	Très divers

Source : Junqua et al.*, (2007).*

Ces trois axes de travail, menés en parallèle puis croisés lors de l'analyse, ont permis d'identifier des synergies (Tableau 1) ainsi que des filières industrielles prometteuses pour le territoire industrialo-portuaire, telles que des filières de démantèlement de bateaux de plaisance ou de navires hors d'usage, de génie civil, etc.

Bien que ces filières puissent constituer de forts enjeux en termes de développement économique, de création d'emplois et de maintien de l'activité, le contexte de l'époque était marqué par une profonde défiance de la part des différents acteurs locaux vis-à-vis du port. Deux projets relatifs à l'implantation d'un terminal méthanier et d'un centre de traitement des ordures ménagères de la Métropole de Marseille ont en particulier attisé la défiance entre élus, populations et le Port. De plus, avant 2008, les industriels n'étaient pas soumis

à des contraintes particulières de foncier ou de crise économique. Ainsi, des démarches communes de reporting environnemental à l'échelle de la ZIP, de création d'un club d'industriels autour de l'écologie industrielle et d'une structure de concertation continue n'ont pas pu aboutir.

A partir de 2008, un ensemble d'évènements va pourtant faire évoluer ce contexte :

- La tension progressive sur les ressources énergétiques, conjuguée à la crise économique de 2008 (entrainant la fermeture d'une unité de production de polyéthylène, des menaces sur plusieurs sites chimiques et sidérurgiques), à l'évolution de la législation (réflexion autour des PPRT, réglementation environnementale) et à la réforme portuaire ;
- Les démarches parallèles menées par les autorités environnementales et sanitaires (Burgeap, 2008), les collectivités (Projet Aigrette ; Blanchard *et al*., 2009) et le Port (Convention GPMM/Armines ; Junqua *et al*., 2009) afin de mieux connaitre les conséquences sur l'environnement et la santé humaine des activités industrielles ;
- Les projets de R&D (AMI Ademe Déchets et Société « DEPART », « SAMIDD – SE », projet LITEAU « PISTE », etc.) portés par des universitaires et ayant pour objet la ZIP de Fos, qui ont permis aux acteurs locaux de mieux connaître et comprendre leur territoire et le rôle du port.

Plusieurs réflexions ont alors été lancées, telle que l'étude prospective du SCOT Ouest Etang de Berre en 2012 et 2013 (KATALYSE, 2013) définissant des pistes de développement dont la chimie verte, les microalgues et l'écologie industrielle, l'étude des potentialités de valorisation des calories et frigories de la ZIP de Fos-Lavéra (Rodrigues, 2012) ou les travaux exploratoires de l'UIC PACA sur les plateformes chimiques du futur.

Finalement, à travers ces travaux menés en partenariat avec les parties prenantes locales (collectivités, associations, industriels, chercheurs, etc.), le port a évolué dans sa réflexion d'une problématique de diversification industrielle à une problématique plus globale de mutation industrielle, dans le contexte de la transition énergétique. Le projet PIICTO (Plateforme Industrielle et d'Innovation du Caban – Tonkin) s'inscrit dans la continuité de cette réflexion, poursuivie en 2013 et en 2014 à travers différents ateliers.

La plateforme PIICTO ou comment accompagner et concrétiser la mutation du modèle industriel de Fos-sur-mer et ré-inventer la ZIP

Des éléments déclencheurs

Du point des vue des acteurs locaux impliqués dans ce projet, deux évènements ont clairement favorisé l'émergence de ce projet de plateforme industrielle et chimique (UIC, 2014) :

- La perte d'un prospect commercial (en l'occurrence la société américaine Hexcel) qui cherchait une implantation industrielle en Europe de l'Ouest pour construire sa première usine de production de fibres de carbone hors USA (avec à la clé 400M$ d'investissement, 150 emplois directs, 1 centre de recherche envisagé à terme, etc.). Avec le marché aéronautique (Airbus, Eurocopter…) ciblé, le site de Fos sur Mer faisait office de prétendant intéressant à cette implantation, parmi la soixantaine de sites étudiés en Europe. Finalement, la société Hexcel annoncera en octobre 2013 son choix se portant sur la plateforme OSIRIS située à Péage de Roussillon, disposant de nombreux atouts, notamment du fait de mettre à disposition un service de flux d'utilités (énergie, eau, etc.) pour les nouveaux arrivants, dans une logique concrète d'écologie industrielle et d'offre Plug & Play, à laquelle Hexcel a été sensible.
- La mise en redressement judiciaire de Kem One et les difficultés financières rencontrées par un certain nombre d'acteurs de la ZIP, qui ne pouvaient plus pérenniser leur activité économique sur le schéma actuel, notamment dans le contexte de hausse constante des tarifs de l'énergie.

Tirant ainsi l'expérience de ces éléments et de l'attractivité offerte par ce type de plateformes industrielles et chimiques ailleurs en Europe (Anvers, Leverkusen, etc.), les acteurs de la ZIP de Fos ont donc imaginé le projet de plateforme PIICTO (Plateforme Industrielle et d'Innovation du Caban – Tonkin).

Des objectifs en cohérence avec les besoins locaux de redynamisation du territoire et les ambitions nationales liées à la transition énergétique et à la relance de l'activité industrielle

Les objectifs de cette plateforme sont d'ordre à la fois local et national. En effet, le but est avant tout de renforcer la situation financière des industriels locaux en réalisant des économies sur les services industriels et la fourniture en utilités, tout en concrétisant un véritable schéma d'écologie industrielle. Les industriels de la zone de Fos Caban Tonkin et le GPMM ont donc décidé de travailler en commun au développement d'une plateforme multipartenaire dans l'optique de :

- Consolider économiquement les industriels de Fos Caban Tonkin.
- Créer les conditions d'accès favorables à l'accueil de nouveaux acteurs industriels (50% du foncier de PIICTO restent encore inexploités soit environ 600 ha).
- Etre exemplaires en termes d'écologie industrielle et d'économie circulaire.
- Afficher ainsi une ambition territoriale et rénovée de ce territoire compétitif.

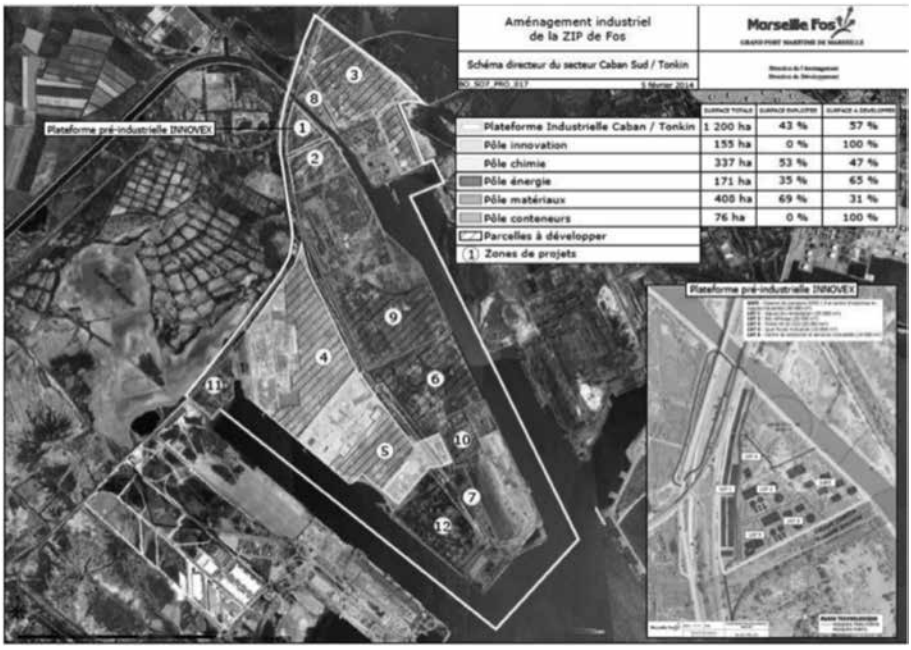
En partant du potentiel de développement du site KEM One, des autres zones disponibles alentours et des possibilités offertes par la mise en œuvre de la circulaire relative au traitement des plateformes économiques dans le cadre des PPRT (circulaire du MEDDE du 25 juin 2013), cette plateforme doit à terme créer de l'emploi industriel productif sur la zone de Fos Caban Tonkin. Au-delà de la ZIP de Fos, le but est d'œuvrer à la pérennisation de la filière chimique et pétrochimique sur le pourtour de l'Etang de Berre, en renforçant les liens entre les acteurs des sites de Fos, Berre et Lavera (UIC, 2014). La mutualisation de services, de fournitures d'utilités, permettront aussi aux industriels existants d'améliorer leur efficacité énergétique et d'améliorer leur compétitivité.

Cette plateforme vise donc à développer des solutions industrielles innovantes, via l'aménagement d'une plateforme de démonstrateurs et pilotes pré-industriels (Innovex) préfigurant l'industrie du futur (stockage de l'énergie, méthanation, captage, stockage, liquéfaction du CO_2, bioraffinage, production de microalgues, valorisation de l'hydrogène, etc.). L'objectif recherché par l'aménagement d'INNOVEX est double :

- D'une part de développer des services innovants liés à la transition énergétique pour les industriels (recyclage de CO_2, services réseaux et optimisation offre-demande d'énergie, …) ; services qui permettent à termes de renforcer économiquement les industriels en place et d'améliorer l'attractivité de la plateforme.
- D'autre part de positionner en phase industrielle de nouvelles chaines de valeur génératrices d'emploi et de trafic maritime de manière directe ou indirecte.

Ces différents sujets d'exploration et d'application permettront à PIICTO d'être également force de proposition dans l'évolution de la réglementation en termes de gestion mutualisée des services, de valorisation de sous-produits et de maîtrise des risques technologiques et environnementaux liés à ces nouvelles industries.

Figure 2 : Périmètre du projet PIICTO



S'appuyant sur les infrastructures existantes au sein d'un espace de 1 200 hectares, ce projet de plateforme s'inscrit pleinement dans les orientations stratégiques du Port de Marseille, qui a pour ambition de réinventer la zone industrialo-portuaire, en consolidant l'écosystème industriel existant et en augmentant l'attractivité globale du territoire pour l'accueil de nouvelles activités.

La Figure 3 présente les 3 piliers sur lesquels est établie l'offre PIICTO :

Figure 3 : Piliers de l'offre PIICTO

Une gouvernance territoriale élargie en cours de structuration

Créée dans un premier temps sous forme associative, en septembre 2014, le projet PIICTO associe aujourd'hui 14 membres actifs dont le Grand Port Maritime de Marseille, l'Union des Industries Chimiques Méditerranée (UIC), neuf acteurs industriels de la ZIP (Kem One, Lyondell Basell, Bayer, Ascometal, Solamat Merex, Evéré, Linde Gaz, Air Liquide et Elengy), mais également les services de l'Etat (Préfecture, DIRECCTE, DREAL), le Conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, le SAN Ouest Provence et l'ADEME.

L'association se compose ainsi de :

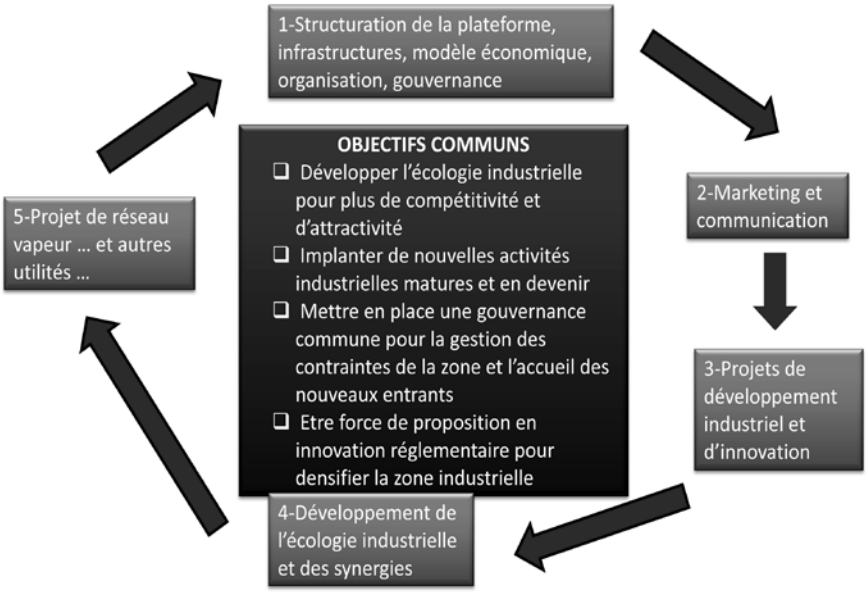
- Membres actifs représentant les entités implantées, des propriétaires fonciers de la zone, ainsi que du port de Marseille Fos dans son rôle de propriétaire aussi bien que dans celui d'aménageur : Air Liquide, Asco Industrie, Bayer, Elengy, Evéré, Gdf Suez, Kem one, Lyondell chimie france, Solamat Merex, Cap Vracs – Vicat, CNR, EJL – Eurovia, Sea Invest – Carfos, GPMM.
- Membres qualifiés : personnes morales ou physiques susceptibles d'apporter aux membres actifs un appui (expertise technique, financière ou juridique) : UIC Méditerranée, Ademe, Caisse des Dépôts, Ouest Provence, GMIF, Mission Métropolitaine, Provence Promotion, ARRI.

Des axes de travail clairement identifiés

En 2014, lors du lancement de l'association, cinq axes de travail (Figure 4) ont été retenus par les membres actifs de la dynamique PIICTO :

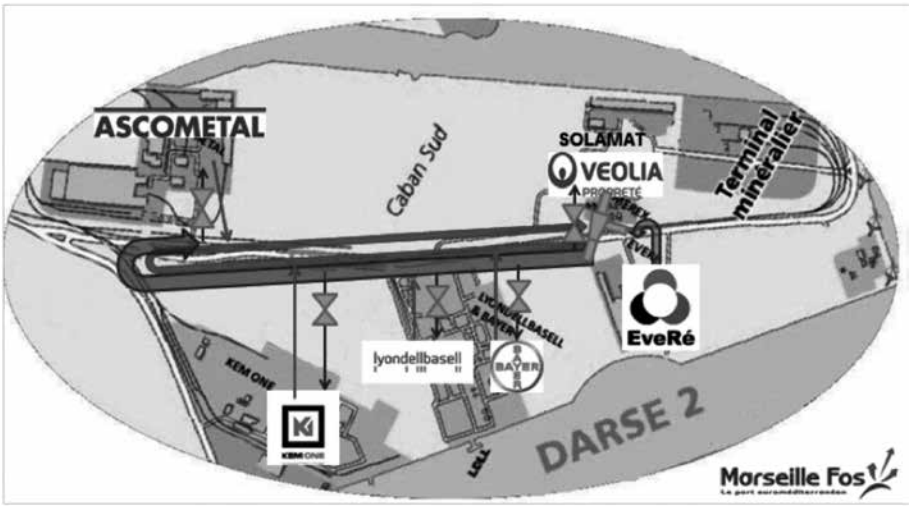
- un projet de réseau vapeur,
- le développement de l'écologie industrielle,
- les autres projets de développement (innovations et projets industriels),
- la structuration de la plateforme (infrastructure, gouvernance, modèle économique),
- le marketing autour du projet de plateforme, avec notamment la construction d'une offre «plug& play» à destination de potentiels prospects commerciaux extérieurs.

Figure 4 : Axes de travail du projet PIICTO



Un des projets les plus avancés à l'heure actuelle est celui portant sur la création d'un réseau de distribution de la vapeur au niveau de la plateforme. Différents sites industriels (comme l'unité d'incinération des ordures ménagères Everé) se retrouvent en effet excédentaires en chaleur et pourraient ainsi alimenter les sites industriels situés dans le périmètre de PIICTO, pour la plupart fortement consommateurs d'énergie (électrique et thermique). Une étude de faisabilité pour valider le potentiel de synergies entre ces acteurs a été lancée à ce titre en 2014 et a rendu les conclusions suivantes : 1/ le potentiel de synergie énergétique entre les acteurs est réel et est estimé aujourd'hui à près de 377 000 MWh d'échange énergétique par an, tout en permettant l'évitement de près de 120 000 T de production de CO_2 sur la zone ; 2/ l'étude technique a également montré la faisabilité du projet, et une capacité d'accueil de nouveaux entrants industriels de l'ordre de 50T/h pour un réseau dimensionné à 160T/h ; 3/ la pertinence économique du modèle est avérée.

Figure 5 : Le projet de réseau vapeur au sein de la plateforme PIICTO



Au-delà de cet exemple emblématique développé sur la zone, l'objectif est bien d'identifier puis développer des synergies (dans le domaine des services, des utilités et des produits) entre les acteurs de la plateforme. Cela passe par la mise en place d'un fichier partagé des données (relatives au transport, à la gestion des déchets, aux types de matières premières utilisées, aux co-produits et rejets générés, etc.) caractérisant les installations industrielles présentes sur la plateforme. Des opérations de mutualisation (achats groupés, contrats communs de gestion de déchets, etc.) peuvent ainsi être explorées par les acteurs intéressés au sein de la zone.

La nécessité d'un travail collaboratif et d'une vision partagée de territoire

Le projet PIICTO est un véritable projet de territoire qui mobilise une constellation d'acteurs privés et publics apportant leurs compétences, leurs réseaux et leur capacité de travail.

L'originalité du mode de pilotage et de production mis en place sur PIICTO réside dans le système de coproduction impliquant directement certains acteurs leader pour la plupart à l'origine même du projet. Ainsi les 5 axes de travail cités précédemment se déclinent en 5 chantiers collaboratifs dont la conduite de projet est partagée entre Le GPMM (projets de développement et innovation), l'industriel KEM One (réseau vapeur, écologie industrielle et structuration de

la plateforme) et l'agence de développement Provence Promotion (marketing). Chaque chantier appelle ensuite un certain nombre de compétences regroupant par exemple les industriels, l'UIC, la Caisse des dépôts et Consignations, etc., pour la plupart membres actifs ou qualifiés de l'association PIICTO.

Ce mode de travail collaboratif est essentiel pour assurer une bonne implication et responsabilisation des acteurs du territoire au-delà du seul aménageur portuaire GPMM.

La complexité de gestion qui en résulte est compensée par un enracinement fort du projet PIICTO dans son territoire et la diffusion des enjeux et impératifs de mutation industrielle et énergétique dans les structures et réseaux le constituant. Le but recherché est la cohérence de territoire dans sa vision du renouveau industriel, mais également dans sa réactivité face aux sollicitations extérieures et aux velléités d'implantation sur le territoire. Ce point lié à la cohérence d'ensemble et la dynamique de territoire vis-à-vis des nouveaux enjeux industriels est un facteur clé de succès très important pour l'attraction de nouveaux investisseurs et de nouvelles chaines de valeur. Il permet de générer la confiance nécessaire aux échanges structurants d'avant-projet et d'assurer une bonne réactivité de l'ensemble des acteurs dans la phase opérationnelle d'implantation.

Un outil fédérateur de cet ensemble a également été mis en place via la constitution d'un Comité de Pilotage du projet PIICTO, initialement sous l'égide du sous-préfet d'Istres et regroupant l'ensemble des parties prenantes au projet : Préfecture PACA, sous-préfecture d'Istres, collectivités (Ouest-Provence, projet de Métropole d'Aix-Marseille-Provence, Conseil Régional PACA), différents services de l'Etat (DREAL, DIRRECTE, ADEME, …) et agence de développement (Provence Promotion, ARII), industriels ….. Ce Comité de pilotage a été mis en place dès décembre 2013 afin de favoriser la concrétisation du projet PIICTO.

Ce travail collaboratif et pluridisciplinaire en termes de nature d'acteurs doit rester centré sur des notions d'intérêt général lié au développement durable du territoire via la préservation des entités actuellement implantées et à l'accueil de nouveaux relais de croissance. A titre d'exemple, le projet de réseau vapeur est un outil d'aménagement précieux pour le développement économique régional puisqu'il permettra de fournir une utilité compétitive sur la plateforme PIICTO aux bénéfices des industriels existants et des futures implantations. L'intérêt général de ce réseau vapeur en phase avec les ambitions du projet PIICTO et les missions régaliennes de l'aménageur portuaire est rappelé ci-dessous :

– Les statuts de l'association PICTO (article 2 « Objet de l'association »), signés par les membres actifs et les parties prenantes au réseau vapeur, visent, entre autre, à élaborer des projets communs visant à l'optimisation des activités industrielles, la mutualisation de services et des synergies opérationnelles, pour les acteurs existants et les futurs entrants, en accord avec les missions du GPMM, issues de la loi de réforme portuaire

de 2008, notamment pour l'aménagement et la gestion des zones industrielles, et pour leur promotion.

- Le recentrage des missions régaliennes de l'aménageur portuaire, renforcées par la loi portant réforme portuaire du 04/07/2008 : le GPMM se doit d'assurer l'aménagement et la gestion des zones industrielles ou logistiques liées à l'activité portuaire et peut exercer notamment par l'intermédiaire de prises de participations dans des personnes morales, des activités ou réaliser des acquisitions dont l'objet est de nature à concourir, à l'intérieur ou à l'extérieur de sa circonscription, à son développement ou à celui de la place portuaire. Il peut proposer des prestations à des tiers s'il les réalise déjà pour son propre compte ou si elles constituent le prolongement de ses missions.
- Le foncier sur lequel le projet de pipe sera implanté est propriété du GPMM et doit permettre à l'établissement portuaire d'exercer son mandat d'aménageur industriel et de moteur du développement économique régional en vue de l'intérêt général.
- L'incinérateur de déchets ménagers dont le bail à construction (signature mars 2005) entre les 2 puissances publiques MPM et le GPMM court sur 70 ans a pour vocation contractuelle de mettre à disposition de la vapeur aux industriels de la zone industrielle de Fos pour une meilleure compétitivité au service du développement économique régional.
- La logique d'intérêt général portée collectivement par le GPMM, le Groupe CDC et l' ADEME les conduit à se mobiliser afin de proposer une ingénierie financière, des outils et véhicules financiers adaptés au développement économique du territoire et plus particulièrement aux industriels qui recherchent de la flexibilité et de la visibilité pour répondre efficacement à la compétitivité internationale.

Ainsi la puissance publique a tout son rôle à jouer dans ce type de projet par la création d'outil fédérateur notamment juridique et financier permettant de répondre aux attentes, aux contraintes d'endettement et à la temporalité des industriels. A titre d'illustration sur le réseau vapeur une société de projet est en cours de création afin de financer cet outil d'aménagement et de permettre aux industriels de disposer d'un outil performant sans investir eux-mêmes tout en tirant des bénéfices à court termes, nécessaire au renforcement de leur situation économique dans une logique de pérennisation de ces actifs territoriaux. Cette approche est de type gagnant-gagnant et répond aux attentes et capacité de chacun notamment en termes de temps de retour économique.

Ce modèle de travail collaboratif est amené à se dupliquer au-delà du simple périmètre géographique de PIICTO. A titre d'exemple certaines initiatives ayant pris corps dans le cadre de ce projet entrainent des acteurs de Fos et du pourtour de l'étang de Berre, et aussi au-delà sur des thématiques liées au

développement de la filière hydrogène ou sur la récupération de calorie et de frigorie générés par les terminaux et les sites industriels implantés.

Conclusion

A travers cet exemple de la plateforme PIICTO, l'autorité portuaire de Marseille se retrouve ainsi dans une nouvelle définition de son rôle et de son positionnement auprès des acteurs industriels, en s'investissant dans une démarche locale et multipartenariale. La logique d'écologie industrielle, promue dans son plan stratégique, trouve ici une concrétisation à grande échelle, et vise à consolider le tissu industriel existant puis à le développer et le diversifier, en misant sur le facteur d'attractivité complémentaire issu de ces nouvelles pratiques coopératives au sein de la ZIP. Cela ne va pas sans poser des questions concrètes en termes de gouvernance, de temporalité (différentes selon les acteurs), d'implications financières et de nouveaux business model pour pérenniser cette dynamique locale et les synergies identifiées.

Bibliographie

Bertaut F. (2004). Cartographie technologique de la Zone Industrialo-portuaire de Fos sur Mer, Rapport, DESS Veille technologique et Innovation, ENSAM Paris, 51 pages.

BURGEAP (2008). Evaluation des Risques Sanitaires dans la Zone Industrialo-Portuaire de Fos sur Mer dans les Bouches du Rhône, Rapport, 661 pages.

Blanchard F., Hube D., Salquebre D., Allier D., Saffre A.S., Lambeaux J.-L., Raymond V. (2009). AIGRETTE. Synthèse des résultats et plan d'actions à l'échelle du territoire du SAN OUEST Provence. Rapport final, BRGM/RP-57415-FR. 91 pages.

Jublan B., (2004). La nouvelle politique énergétique du Port Autonome de Marseille pour la zone industrielle et portuaire de Fos, note de synthèse, thèse professionnelle de l'ISIGE, Fontainebleau.

Junqua G., (2004). Écologie Industrielle de la Zone Industrialo-Portuaire (ZIP) de Fos : Premier bilan et Perspectives », *Rapport de fin d'études DESS Ecologie industrielle,* Université de Technologie de Troyes, 83 pages.

Junqua G., (2005). Écologie Industrielle de la Zone Industrialo-Portuaire (ZIP) de Fos. Etude de filières industrielles, *Rapport d'étude*, EM Douai, Port Autonome de Marseille, 60 pages.

Junqua G., Moine, H., (2007). Utilisation de l'écologie industrielle et de l'intelligence économique territoriale pour le développement durable d'une Zone Industrialo-Portuaire. *Déchets Sciences et Techniques.* 46, 19-23.

Junqua G., Gonzalez C. *et al.* (2009). Etude de synthèse des données intrinsèques de la ZIP de Fos sur Mer et prédéfinition d'un outil de modélisation des aménagements et développements industrialo-portuaires, Rapport final, 385 pages.

KATALYSE (2013). SCOT Ouest Etang de Berre. Etude Action pour le développement industriel de l'Ouest de l'Etang de Berre, Présentation, Réunion de restitution des résultats de la phase 3, Fos sur Mer, 11/9/2013.

Mat N., Cerceau J., Shi L., Park H-S., Junqua G., Lopez-Ferber M., (2015). Socio-ecological transitions toward post-fossil carbon port cities: trends, change and adaptation processes in Asia and Europe, *Journal of Cleaner Production*, In press, doi:10.1016/j.jclepro.2015.04.058

Merk O. (2013). The competitiveness of global port-cities: synthesis report. OECD. URL: http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Competitiveness-of-Global-Port-Cities-Synthesis-Report.pdf

Rodrigues J. (2012). Etude des potentialités de valorisation des calories et frigories de la ZIP de Fos-Lavéra. *Rapport de projet de fin d'études*, Ecole des Mines d'Alès, France.

UIC PACA (2014). Projet PIICTO, plateforme industrielle et innovation de Caban Tonkin. Une vision globale au service d'une action de proximité.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 3

Dynamique d'écologie industrielle sur la place industrialo-portuaire dunkerquoise

Karim Taleb

Chef de projet EURAENERGIE
Communauté Urbaine de Dunkerque
Dunkerque - France

Jean-François Vereecke

Directeur d'études
Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque (AGUR)
Dunkerque - France

& Jérôme Bidaut

Etudiant
École nationale des ponts et chaussées
Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech)
Paris - France

Biographies

Ingénieur de l'Ecole des mines de Douai, **Karim Taleb** *intègre le contexte des collectivités territoriales à la Communauté Urbaine de Dunkerque en 2006 pour s'occuper de la révision et de l'animation du schéma d'environnement industriel.*
Il pilote depuis 2008 le service intitulé « innovation, recherche et mutations industrielles » dont l'objectif est de s'appuyer sur la triple hélice (université, entreprise, territoire) pour porter des projets de développement économique innovants, parmi lesquels : création de l'institut technologique du froid INNOCOLD et du pôle d'excellence énergie 2020 en 2011, animation de filières économiques (pipeline, éolien offshore), études d'écologie industrielle (valorisation froid terminal méthanier), etc.
En 2014, le service prend en charge le pilotage du projet EURAENERGIE qui vise à faire du territoire un leader régional sur la filière énergie (formation, démonstrateurs, services, im-mobilier d'entreprise) et l'implantation de la plateforme régionale de transfert technologique du CEA Tech Nord-Pas-de-Calais.

Docteur en sciences économiques, **Jean-François Vereecke** *a conduit son travail de thè-se et des recherches dans le domaine du développement durable et de la gestion séparative des déchets de 1995 à 2000.*
Depuis janvier 2000, il est directeur d'études à l'Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque (AGUR). Il est responsable de l'observatoire du développe-ment local et en dirige les publications. Il est le créateur de la « toile industrielle » du Dun-kerquois, outil d'analyse territoriale des flux et relations interindustrielles.

Titulaire d'un doctorat de géographie physique, humaine, économique et régionale, **Jérôme Bidaut** *est actuellement étudiant à l'École nationale des ponts et chaussées et à l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech). Dans ce cadre, il a réalisé durant le premier semestre 2015 une mission au sein du Grand Port Maritime de Dunkerque. Il a auparavant exercé des fonctions en tant qu'ingénieur en politiques publi-ques sur des projets de développement Durable et en tant qu'analyste en géopolitique in-ternationale.*

Préambule

Association Ecopal (Economie & écologie partenaires dans l'action locale)

Suite à une pré-étude en 1999 sur la zone d'activité des Deux-Synthe, le projet de créer une structure indépendante pour promouvoir l'écologie industrielle a pris corps avec la création de l'association ECOPAL en Février 2001. Elle a pour mission de développer la coopération entre acteurs afin d'optimiser la gestion locale des flux en entreprises (matière, énergie, eaux, informations, etc.) par la substitution et la mutualisation.

Ainsi, dès ses débuts en 2001/2002, Ecopal met en place des clubs d'échanges sur différen-tes thématiques (matière, eau, énergie, mobilité, biodiversité) pour que les entreprises puis-sent échanger sur leurs problématiques et trouver de nouvelles solutions de valorisation de leurs flux.

Entre 2002 et 2015, l'association développe son offre en proposant des services mutualisés : service de gardiennage, collectes (papiers/cartons, piles, cartouches, déchets dangereux, Déchets d'équipements électriques et électroniques, archives confidentielles) ou encore entretien mutualisé des séparateurs à hydrocarbures.

Les actions sont complétées en 2007 par le projet « inventaire de flux » qui permettra de réaliser un diagnostic de 150 entreprises sur le territoire dunkerquois. Suite à la restitution des résultats en 2010, l'association met en place un programme d'accompagnement des 30 synergies identifiées dont 6 ont abouti.

Aujourd'hui, Ecopal continue de développer son offre de services aux entreprises et travaille avec le cabinet d'étude SOFIES afin d'impulser une nouvelle dynamique à l'inventaire de flux. L'association contribue également au développement du concept d'écologie industrielle en région en proposant ses services sur de nouveaux territoires (Audomarois Bail-leul/Steenvoorde/ Hazebrouck/ Wormhout) mais également en maillant son expertise avec celles d'autres acteurs de la région Nord - Pas-de-Calais.

Introduction

Un contexte industrialo-portuaire historique propice au développement d'une culture de l'environnement industriel

La configuration économique du territoire dunkerquois repose essentiellement sur l'activité industrielle et portuaire, issue de l'action planificatrice de l'Etat engagée à la fin des années 1950 avec la création de la Zone Industrialo-Portuaire et l'implantation d'un pôle sidérurgique « pieds dans l'eau » qui constituera le principal moteur de l'économie locale. L'économie du territoire pouvait trouver des débouchés dans un contexte d'ouverture massive des échanges et de maritimisation de l'industrie lourde (Géoconfluences, 2014), en s'inscrivant dans les objectifs de la politique d'aménagement du territoire élaborée par le commissariat général au plan et mis en œuvre par la DATAR à partir de 1963 qui répondait à un besoin double : la diminution des déséquilibres territoriaux et la réduction des impacts négatifs d'une concentration trop importante au niveau de la région parisienne. Elle permettait également de restructurer l'industrie française face à une compétition internationale croissante et de mieux insérer l'industrie française dans la division internationale du travail (Laperche *et al.,* 2011).

L'impact sur le tissu industriel dunkerquois devient réel dès les années 1960, Usinor devenant le plus gros employeur du territoire. Celle-ci renforce une industrie qui, jusqu'alors, ne comprenait que quatre employeurs industriels important : Lesieur (agroalimentaire), BP (raffinage de pétrole) et Ascometal (sidérurgie) et les Chantiers Navals[1] (réparation et construction navales). Le tissu industriel se développera alors rapidement avec l'arrivée, par exemple, de Lafarge (cimenterie) en 1975 ou encore Copenor (chimie) en 1978. Le territoire s'enrichit durant les années suivantes d'un secteur énergétique important à travers le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) à Gravelines, qui sera inauguré en 1980, ou l'installation en 1972, d'un site de raffinage Total.

C'est peu avant les années 1960 que la conscience environnementale prend forme au niveau mondial, même si « *les premières mobilisations des réseaux scientifiques et des communautés savantes* [datent du] *début du siècle dernier* » (Faraco, 2006). Plus localement, cette tendance se retrouve croisée avec la problématique de la crise économique et sociale, avec les effets de la crise pétrolière des années 1970 sur le taux de chômage et une précarisation. Le modèle de développement économique est graduellement remis en

[1] Elle aura été entre 1898 et 1987 l'industrie ayant permis un développement important du territoire.

cause, puisque celui-ci n'assure plus un équilibre entre l'acceptabilité par les habitants, de voir leur cadre de vie dégradé notamment au niveau des pollutions atmosphériques, et une stabilité économique et sociale. *Les revendications environnementales deviennent plus importantes avec la « volonté de poser les bases d'une nouvelle dynamique de création d'emplois industriels et tertiaires »*, à partir des années 1990, après la fermeture du chantier naval en 1987 qui a entrainé une perte d'emploi pour plus de 200 personnes. Ainsi, les substances polluantes rejetées dans l'atmosphère, notamment, la disparition progressive de milieux naturels durant l'extension de l'implantation des industries ou encore la construction de la centrale nucléaire, font partie des thématiques localement débattues.

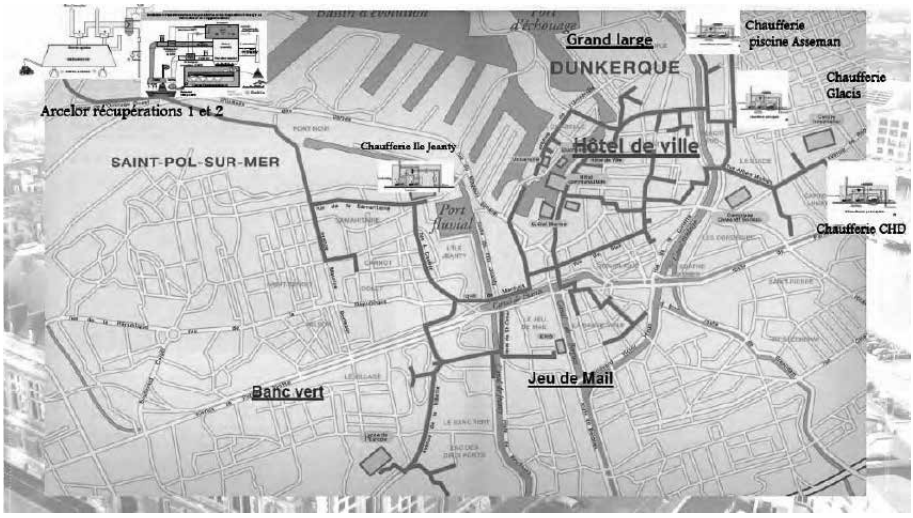
Le Port de Dunkerque est chargé de l'aménagement portuaire et industriel sur sa circonscription qui comprend environ 7000 ha de surfaces terrestres. Hors zone portuaire, le territoire de la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) comprend environ 1100 ha de foncier économique développés par différents aménageurs historiques (notamment collectivités et chambres consulaires). Une partie de ces espaces sont en proximité d'espaces urbains, générant d'une part des problématiques de gestion des risques technologiques et d'impacts environnementaux à prendre en compte, et d'autre part une meilleure culture industrielle des habitants ainsi qu'une facilité pour la valorisation de certains flux (chaleur fatale notamment).

C'est donc dans un contexte de recherche de maintien de l'outil industriel et économique mais également de prise en compte des enjeux environnementaux que les premières opérations d'écologie industrielle se sont concrétisées à travers la mise en place de synergies : notons comme exemples privés la synergie créée en 1983 entre la centrale nucléaire de Gravelines et la première ferme piscicole de bars et de daurade de France[2], Aquanord, ou comme exemple d'initiative publique, la création d'un réseau de chaleur urbain, en 1985, valorisant l'énergie fatale provenant d'Arcerlor Mittal (ex-USINOR)[3]. A noter que la première action identifiée sur le territoire dunkerquois date de 1912 et concerne des échanges de laitiers et de ferraille d'Ascométal (Varlet, 2012).

[2] La centrale fournie des eaux réchauffées par le refroidissement des réacteurs nucléaires à Aquanord.

[3] Il est estimé qu'entre 55 à 75 % de l'énergie, produite en fonctionnement normal de l'usine, provient de l'énergie de récupération de la chaleur ressortant de l'activité sidérurgique. Ainsi, le réseau de chaleur alimente l'équivalent de 16 000 logements (soit 50 000 habitants) avec une puissance de 100 000 MWh par an.

Figure 1 : Réseau de chaleur sur le Dunkerquois



Emergence d'une gouvernance et d'outils sur l'environnement industriel

La recherche d'une solution innovante et systémique de gouvernance pour l'aménagement du territoire conciliant des enjeux de développement économique, basés en partie sur l'industrie, et d'une maîtrise des risques et impacts environnementaux favorise l'adoption d'un Schéma d'Environnement Industriel (SEI) en 1993.

A l'initiative des Elus locaux, le SEI est un outil construit autour d'une forte concertation entre divers partenaires pluridisciplinaires (Services de l'Etat, CUD, Communes, Port, Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles, Dunkerque Promotion, l'Agence d'Urbanisme AGUR (pilote), Chambre de Commerce et d'Industrie, etc.). Sans valeur réglementaire, il constitue néanmoins une charte d'aménagement et de développement. Il comprend des cahiers des charges en matière d'aménagement et d'environnement *(gestion des déchets, de l'eau, de l'air, de la nature et des paysages, zones de vigilance en anticipation de 10 ans de la loi Bachelot)*. Il prévoit même une organisation globale des zones par type d'activité qui aurait pu favoriser un développement des symbioses industrielles. Toutefois, le contexte n'est pas suffisamment mature à cette période (facteur secondaire d'implantation pour les entreprises, habitudes de travail des aménageurs, non connaissance des flux, etc.) et cet outil ne sera pas pleinement exploité.

Cette volonté de mettre en œuvre un développement industriel et économique durable a permis de structurer dans les années 90 une politique cohérente avec l'émergence d'un certain nombre d'outils, notamment :

- La création du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles[4], structure de concertation et de réflexion, a instauré dès le début une transparence et une culture du dialogue entre les différents acteurs.
- La création de Dunkerque Promotion, agence de développement économique du territoire, comme guichet d'accueil des projets industriels. Il apporte une réelle lisibilité du territoire pour les entreprises, et joue un rôle primordial dans le choix de la localisation d'implantation et la sensibilisation des entreprises aux objectifs de performance environnementale du territoire.
- L'émergence de l'Université du Littoral Côte d'Opale a permis la mise en place de la MREID (Maison de la Recherche en Environnement Industriel) qui améliore les connaissances dans le domaine de l'environnement industriel.

La structuration du réseau d'acteurs, depuis la stratégie d'aménagement du territoire à la relation de proximité avec les entreprises, est complétée en 2001 avec la création de l'association d'écologie industrielle ECOPAL (économie et écologie partenaires dans l'action locale). Une pré-étude est effectuée en 1999 par l'association Bulle bleue de Jean-Claude Ray en collaboration avec Suren Erkman, sur la zone d'activités des Deux-Synthe, visant à tester la pertinence d'un développement de l'écologie industrielle dans l'agglomération (identification des flux entrants et sortants des entreprises de la zone pour optimiser le traitement de déchets en les valorisants sous forme d'énergie/matières premières). Suite à cette pré-étude, il est préconisé d'élargir la zone de travail sur l'ensemble de l'agglomération dunkerquoise tout en montrant des potentialités de développement de l'écologie industrielle sur une zone d'expérimentation.

ECOPAL centre son travail sur deux grands axes : la mutualisation et la substitution. En illustration du premier axe, 68 entreprises ont participé à une collecte de papiers/cartons en 2014. 82 tonnes de matière ont ainsi été collectées, générant des économies de l'ordre de 115 000 € et un gain CO_2 de 2.49 tonnes grâce à l'optimisation des circuits de collecte.

Sur le deuxième axe, un échange de matière en 2009 entre les entreprises SeaBulk et Arcelor Mittal a été mis en place. Des minerais de fer et de charbon chargés et déchargés par l'entreprise SeaBulk généraient des résidus. Cette matière est aujourd'hui récupérée par Arcelor Mittal dans son process. Cette action a permis de valoriser 3.5 tonnes/mois de matière et de générer un gain économique estimé à 100 000 euros.

[4] Site Internet SPPI : http://www.spppi-cof.org/Tout-savoir-sur-le-SPPPI/Origine-et-financement

Etape supplémentaire d'intégration de l'écologie industrielle dans les stratégies de développement économique

Comme évoqué précédemment, l'expérience du territoire en écologie industrielle s'est forgée par la rencontre d'initiatives bottum-up et top-down. D'abord initiée entre les entreprises et en réaction aux problématiques réglementaires, aux pressions issues de la société civile et afin d'optimiser les marges économiques des projets industrielles, elles ont été de plus en plus accompagnées par les collectivités locales et institutions, voire initiées par celles-ci. Un virage plus important a été engagé ces dernières années avec une évolution des compétences sur le champ économique.

La loi du 13 août 2004 a confirmé le rôle privilégié de la Région en matière de développement économique au travers l'élaboration des Schémas Régionaux de Développement Economique (SRDE). La Communauté urbaine de Dunkerque s'est portée candidate pour la conduite, sur son territoire et en collaboration avec les services de la Région Nord Pas de Calais, de la mise en œuvre opérationnelle du SRDE au travers sa déclinaison locale : le Plan Local de Développement Economique (PLDE). Au regard de ses nouvelles missions, la CUD s'est fixée le challenge de l'actualisation de sa stratégie économique, qui lui permettrait de passer, en termes de politiques publiques, d'une logique d'aménagement à une politique intégrée de pilotage du développement pouvant contribuer par la transformation de l'ensemble du tissu économique, à l'accroissement des performances et de l'attractivité du territoire. L'écologie industrielle y est inscrite dans une logique de compétitivité.

Durant la même période, le Port de Dunkerque a également subi des évolutions dans ses missions. La réforme portuaire du 4 juillet 2008 a modifié les compétences[5] de l'Autorité Portuaire en recentrant le Grand Port Maritime

[5] Dans les limites de sa circonscription, le grand port maritime veille à l'intégration des enjeux de développement durable dans le respect des règles de concurrence et est chargé, selon les modalités qu'il détermine, des missions suivantes :

1° La réalisation, l'exploitation et l'entretien des accès maritimes ;

2° La police, la sûreté et la sécurité, au sens des dispositions du titre III du présent livre, et les missions concourant au bon fonctionnement général du port ;

3° La gestion et la valorisation du domaine dont il est propriétaire ou qui lui est affecté ;

4° La gestion et la préservation du domaine public naturel et des espaces naturels dont il est propriétaire ou qui lui sont affectés ; […]

5° La construction et l'entretien de l'infrastructure portuaire, notamment des bassins et terre-pleins, ainsi que des voies et terminaux de desserte terrestre, notamment ferroviaire et fluviale;

6° La promotion de l'offre de dessertes ferroviaires et fluviales en coopération avec les opérateurs concernés ;

7° L'aménagement et la gestion des zones industrielles ou logistiques liées à l'activité portuaire ;

8° Les actions concourant à la promotion générale du port

de Dunkerque (GPMD) sur les missions régaliennes, l'aménagement de sa circonscription dans une logique de développement durable, la promotion de la plateforme portuaire et l'amélioration des dessertes terrestres.

Cette évolution des compétences des acteurs, renforcée par la disparition récente de la taxe professionnelle, ont marqué une nouvelle approche du développement économique et des stratégies d'implantation : les projets nouveaux sont plus rares et le maintien, la valorisation, du tissu industriel existant constitue une priorité.

Ainsi le GPMD, par la gestion des sédiments non immergeables, s'inscrit dans une logique d'économie circulaire. Entre 2009 et 2013, c'est près de 300 000 m^3 de sédiments non immergeables qui ont été dragués et valorisés par le réemploi auprès d'entreprises. Une chaire d'enseignement et de recherche, ECOSED (ECOnomie ciculaire des SEDiments) a d'ailleurs été créée en 2014 par l'Ecole des Mines de Douai et regroupe 12 partenaires privés et publics[6]. Cette gestion fait suite au schéma directeur des Dragages (SDD) de 2006 et à la construction de bassins traitement des sédiments marins en 2008.

En lien avec la CUD, le GPMD a également élaboré un Plan d'Aménagement et de Développement Durable (2014) et a inscrit dans son Projet Stratégique 2014-2018 un axe de développement fort autour de l'économie circulaire, dans un contexte de mutations de l'économie portuaire (arrêt de l'activité de raffinage par Total en 2009, construction d'un terminal méthanier, développement de la logistique, …) et d'évolutions notables de son territoire. Ainsi, le port peut initier des stratégies de développement de filières stratégiques (filières de frigorie, de chimie verte, énergétique…), à forte valeur ajoutée, et porteuses de nouvelles synergies, mais également coordonner les politiques urbaines et portuaires d'aménagement et de développement industriel durable. La revitalisation d'une plateforme de 70 hectares sur une partie du site de l'ancienne raffinerie Total en est un exemple. En 2014, la société Ecophos décide de s'y installer afin de mettre en place une activité innovante de production de phosphate à partir de cendres issues des boues de stations d'épuration[7] et diminuant la dépendance européenne à l'importation de ce produit ou encore avec la mise en service en 2017 du projet BioTfuel, un démonstrateur permettant le développement des technologies de conversion de la biomasse lignocellulosique en biocarburants (du biogazole et du biokérosène de deuxième génération). D'autres projets

[6] 8 fondateurs : GPMD, Colas, Holcim, ARF, NEO-ECO, recycling, Carrières du Boulonnais, Département du Nord et les Voies Navigables de France. 4 associés : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), Conseil Régional Nord Pas de Calais, Lille Métropole Communauté Urbaine, Agence de l'Eau Artois Picardie).

[7] 400 000 tonnes de minerai par an seront importées sur la zone portuaire pour produire 220.000 tonnes de phosphate. En savoir plus sur http://www.lesechos.fr/15/10/2014/LesEchos/21793-109-ECH_le-belge-ecophos-cree-une-unite-de-phosphate-innovante-a-dunkerque.htm#O8jiyAPUey5VR2RO.99.

industriels sont en réflexion sur ce site dont les caractéristiques (proximité de la voie d'eau et du fer, disponibilité d'un poste électrique mutualisé de forte puissance, proximité de réseaux de gaz et d'eau industrielle) le rendent particulièrement attractif.

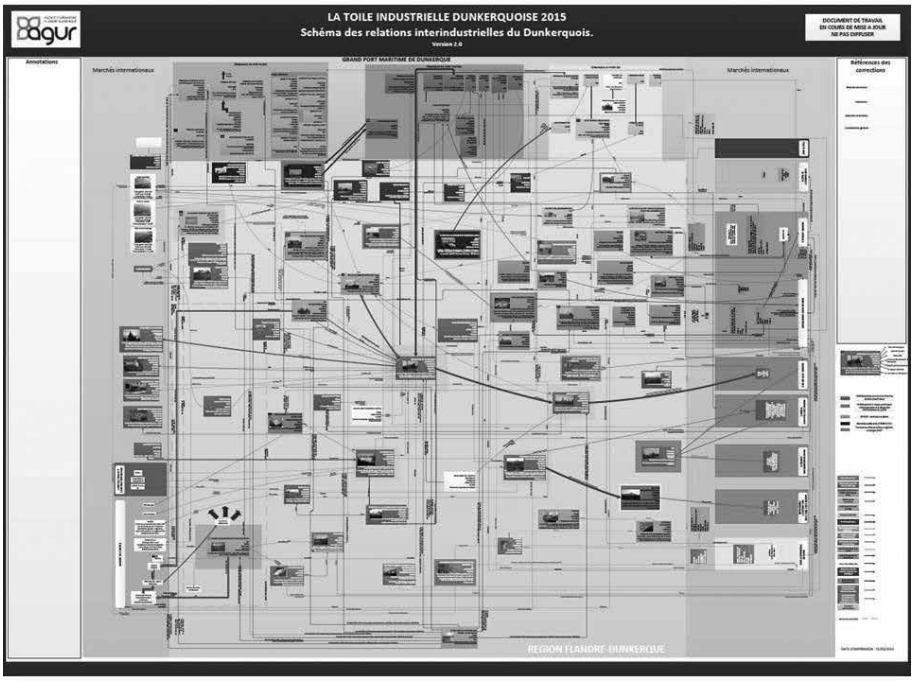
Ces projets s'articulent parfaitement avec les stratégies économiques de la CUD qui vise, avec la création d'EURAENERGIE, à faire de Dunkerque une plateforme d'excellence sur l'énergie et l'industrie : la construction d'un écosystème d'innovation intégrant formation d'ingénieur, incubateur d'entreprises, accueil de démonstrateurs, et offre foncière avec une expertise projet incluant une approche sur l'écologie industrielle. C'est ainsi que la CUD a engagé avec ses partenaires différents projets de valorisation des activités industrielles. Par exemple, un projet d'extension à échelle de l'agglomération du réseau de chaleur est à l'étude, alimenté par différentes sources industrielles et publiques (centre de valorisation), ou encore, en lien avec le terminal méthanier de Dunkerque, une étude en 2014 sur un réseau industriel de froid négatif à partir du site industriel (gérant du gaz naturel liquéfié stocké à -163°C) et création en 2011 d'un institut technologique du froid INNOCOLD (activité de recherche et formation).

En parallèle, la dynamique est entretenue par différents projets industriels : en 2005, DK6 à partir de la valorisation des gaz sidérurgiques d'Acerlor Mittal par ENGIE (ex GDF-Suez) . Plus récemment, en 2015, la mise en service d'un tunnel de 4 km a permis à DK LNG de profiter des eaux chaudes de la centrale de Gravelines pour réchauffer le gaz liquéfié.

ECOPAL est également soutenu par les acteurs publics dans une démarche de systématisation de l'écologie industrielle via le projet « inventaire des flux ». Démarré en 2007, intégré dans le projet COMETHE (co-financé par l'Agence Nationale de la Recherche) puis dans le projet européen ACE (Answer to Carbon Economy), ECOPAL a mené un diagnostic auprès de 150 entreprises. 5000 flux ont été recensés soit en moyenne 35 flux entrants/sortants par entreprise. Un programme d'accompagnement des synergies a permis de faire aboutir 6 cas sur les 30 identifiés.

Le développement et l'ambition de ces projets s'appuient sur des ressources d'expertise et d'analyse, d'abord d'ECOPAL pour la connaissance des flux mais également de l'université du Littoral et de l'AGUR. Ainsi, au cœur de cette gouvernance en réseau, il est bien souvent nécessaire de concevoir des outils ad hoc pour le partage de l'information et l'accompagnement des coopérations entre unités de production. Depuis 2009, le Dunkerquois s'appuie sur une représentation des flux interentreprises conçue par l'agence d'urbanisme (AGUR) : « la toile industrielle ». Il s'agit d'une représentation des principaux échanges et relations qu'ont développé les industries implantées sur le bassin d'emploi de Dunkerque. Leurs liens avec les grands marchés internationaux, les ports et les sous-traitants sont représentés par des flèches de couleur.

Figure 2 : Toile industrielle du Dunkerquois



L'outil a été conçu pour construire une culture commune. Il s'adresse en premier lieu aux acteurs économiques locaux en leur fournissant une **vision globale des relations productives**, celles-ci représentant autant d'atouts et d'opportunités pour l'investissement dans le Dunkerquois.

Les perspectives : développement d'outils et élargissement du périmètre

A travers une approche pragmatique, les acteurs économiques dunkerquois réinvestissent les sujets de l'Ecologie Industrielle et de l'Economie Circulaire depuis plusieurs années afin de se doter d'un véritable atout dans l'attractivité économique et les activités à valeur ajoutée, mais également pour continuer à promouvoir un travail constant d'amélioration de la qualité de vie. Aujourd'hui, l'enjeu d'une économie circulaire, placée au cœur de la stratégie du développement économique du territoire, est de s'élargir, tant du point de vue de l'échelle (dimension régionale et nationale) que des axes (dimension logistique du Port, liens avec le territoire et l'économie locale, énergies renouvelables, …).

En 2015, la volonté réaffirmée des acteurs économiques dunkerquois de donner une nouvelle dynamique et de vraies perspectives a motivé la mobilisation de moyens pour développer la Toile Industrielle, afin de fournir un outil d'intelligence économique, de prospective, de prospection, d'analyse, de compréhension au service de l'économie circulaire sur la Zone industrialo-portuaire de Dunkerque. Pour cela, les acteurs du territoire ont, entre autres, entamé un travail de capitalisation des compétences et des connaissances en élaborant un outil d'analyse et de décision stratégique, reposant sur une mutualisation des bases de données détenues, jusqu'alors de manière cloisonnée. L'outil se veut une aide à l'identification des flux stratégiques pour les industries existantes et à la détermination des éléments industriels et logistiques manquant sur les filières concernées ou encore les flux stratégiques propices au développement de nouvelles filières, comme par exemple la filière agro-alimentaire, énergie renouvelables, chimie verte…, en lien avec le développement des activités et trafics de produits frais sur le port de Dunkerque, qui se verront munis d'un outil support d'analyse spatiale, dynamique et systématique de comptabilité des flux à l'échelle du territoire. Cet outil se propose d'être un moyen complémentaire d'identification d'opportunités d'actions et de création de synergies nouvelles. Cela permettrait également de renforcer et de redynamiser l'organisation de la gouvernance du territoire.

En parallèle, ECOPAL travaille aujourd'hui avec le cabinet d'étude SOFIES afin d'impulser une nouvelle dynamique à l'inventaire de flux et de capitaliser sur les compétences en maillant son expertise avec celles d'autres acteurs en Région Nord-Pas-de-Calais (laboratoires, Cd2E, Syneo, etc.).

Conclusion

En comparaison avec d'autres territoires portuaires, la ZIP de Dunkerque voit une synergie d'acteurs relativement avancée du fait d'une histoire industrielle marquée par les crises et les pressions industrielles sur l'environnement. Peu de territoires, à l'échelle nationale, ont construit une dynamique aussi poussée sur la thématique. Cependant, la prise en compte de celle-ci par l'ensemble des GPM montre le rôle central que doivent avoir les ports, en collaboration avec les collectivités territoriales, pour atteindre l'objectif, à terme, d'une économie plus circulaire.

Bibliographique

Site Géoconfluence, ZIP *(zone industrialo-portuaire)*, Publié le 06/02/2014, url : http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/zip-zone-industrialo-portuaire

Laperche B., Lorek M., Uzunidis D., (2011) Crise et reconversion des milieux industrialo-portuaires : dépendance de sentier ou renouveau économique ? *Les exemples de Dunkerque (France) et de Gdansk (Pologne), in Denis Carre et Nadine Levratto, Les performances des territoires, les politiques locales, remèdes au déclin industriel*, Le Manuscrit, Recherche - Université, p. 408.

Faraco B., (2006) Les organisations non gouvernementales et le réchauffement climatique, Ecologie & politique 2/ 2006 (N°33), p. 71.

Varlet D., (2012), Enjeux, potentialités, contraintes de l'écologie industrielle. Le cas de Dunkerque, *Thèse de doctorat en sciences de gestion*, Université du Littoral Côte d'Opale, décembre 2012.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 4

Vers une filière innovante et intégrée de démantèlement des navires : enjeux, innovations et applications

Olivier Pillard

Fondateur Topp Decide
Cabinet de conseil en ingénierie nucléaire, maritime, énergie et défense
Paris- France

Biographie

Olivier Pillard *possède une expérience de plus de vingt ans dans le domaine de la sureté nucléaire appliquée au secteur de la Défense (management de la maintenance de sous-marins, audits de la sureté nucléaire et de la radioprotection, politique générale de sureté nucléaire, etc.).*

En 2006, il fonde l'entreprise Topp Decide de conseil en ingénierie spécialisée dans les secteurs du Nucléaire, du Maritime, de l'Energie et de la Défense. Il valorise ainsi au sein de cette entreprise, qu'il dirige et développe depuis près de dix ans, son expertise en management de projets industriels complexes. Topp Decide intervient en effet dans le cadre d'opérations de démantèlement et de déconstruction de navires et d'installations nucléaires, en France et à l'international, en liaison avec les Directions centrales des ministères concernés (Défense, Industrie, Environnement, Premier Ministre) et la Commission Européenne.

Introduction

Les réglementations internationale et nationale convergent aujourd'hui vers une meilleure prise en charge de la fin de vie de navires et apparaissent comme un levier pour favoriser l'émergence de nouvelles pratiques. La convention de Hong Kong pour le recyclage sûr et écologiquement rationnel des navires, signée en mai 2009, porte sur le contrôle du cycle de vie d'un navire et les dispositions sur les procédés des installations de démantèlement et de recyclage des navires hors d'usage. Le règlement de 20 novembre 2013 de l'Union Européenne relatif au recyclage des navires introduit en outre l'application de pénalités financières qui s'appliqueraient en cas de non respect des conditions de gestion des navires (commerciaux, autres) en fin de vie en dehors des chantiers agréés et certifiés. En juillet 2014, la France compte parmi les premiers Etats à avoir déposé son instrument de ratification de la convention de Hong Kong, visant ainsi à contribuer activement à interdire ou à limiter l'utilisation de matières potentiellement dangereuses dès la conception du navire et tout au long de son exploitation, et à privilégier des méthodes de recyclage sûres afin d'assurer une gestion rationnelle des déchets. Lors de l'examen du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, le Sénat a voté l'obligation, pour les producteurs de bateaux, à compter de janvier 2017, de contribuer ou pourvoir au recyclage et au traitement des déchets qui en sont issus.

De récentes affaires concernant des bateaux militaires ou commerciaux ont révélé au grand public les pratiques de certains armateurs pour contourner cette réglementation, non sans quelques dommages en termes d'image et de réputation pour les propriétaires industriels ou étatiques. Depuis, les grands donneurs d'ordre, qu'ils soient publics ou privés, revoient leurs pratiques en termes de fin de vie des navires dans un souci de maintien de leur réputation sociale et environnementale d'organisation. Par exemple, la Marine nationale s'oblige désormais à démanteler l'ensemble de ses navires de guerre sortis du service, mettant ainsi un terme à la pratique courante jusque dans les années 80 qui consistait à les envoyer par le fond au large des côtes françaises.

Ce contexte réglementaire et médiatique constitue un environnement favorable à l'émergence de filières de démantèlement de navires. Dans le monde, l'enjeu de gestion de navires en fin de vie se situe entre 1000 et 1300 navires commerciaux par an, dont les deux tiers sont au pavillon européen.

Il convient également de noter l'importance d'un autre marché potentiel : celui de la navigation de plaisance, qui représente des centaines de milliers d'embarcations inactives ou littéralement abandonnées dans des vasières ou sur le pourtour du littoral. Quelques acteurs ont commencé à se positionner en France sur ce marché, notamment en Bretagne, (à l'instar de la société les

Recycleurs Bretons qui a créé une plate-forme spécialisée à Guipavas près de Brest. Sur la base des premières expériences de déconstruction de ces embarcations, de moins de 15 mètres de long, le coût final pour le propriétaire, le chantier naval ou la collectivité, se situerait entre 500 et 2.500 euros par coque et le niveau global de recyclage de matériaux dépasserait les 80 % (en masse). L'Association pour la plaisance éco-responsable a déjà agréé une cinquantaine de centres de recyclage, et bien qu'en 2013, seulement 200 bateaux aient été traités, les évolutions à venir de la réglementation devraient progressivement obliger le plaisancier à gérer aussi la fin de vie de son embarcation.

Pour autant, aujourd'hui, il n'existe pas à proprement parler de filière française de démantèlement de navires qui soit concurrentielle et attractive. Cette filière émergera par la mobilisation de ces armateurs privés et des organisations publiques qui ne s'associeront à ces bonnes pratiques de démantèlement qu'à la condition qu'on leur propose une offre industrielle concrète, structurée et sûre, alliant à la fois productivité et sécurité – en termes de protection des travailleurs et de protection de l'environnement. Avec les méthodes classiques de déconstruction, sécurité et productivité sont incompatibles. Dans ces conditions, une telle filière ne pourra exister qu'à condition d'opérer une vraie démarche innovante et de s'inscrire dans une logique de rupture avec les pratiques conventionnelles. En s'inspirant de la filière de fin de vie automobile, une filière française de démantèlement de navires doit pouvoir bénéficier d'innovations techniques pour accroître sa productivité et sa compétitivité, et assoir son positionnement à l'échelle européenne. Après avoir mis en évidence le lien entre économie circulaire et filières de démantèlement de navires, cette capsule propose de mettre en évidence les conditions nécessaires pour la structuration d'une filière française pour la fin de vie des navires commerciaux, militaires et de plaisance et de les éclairer par des premières expériences industrielles significatives et encourageantes.

Economie circulaire et démantèlement des navires

Telle que définie par l'Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, l'économie circulaire s'articule avec une meilleure compréhension et maîtrise du cycle de vie des produits et des services depuis leur conception à leur fin de vie, en passant par leurs modes de consommation et d'usages. Ainsi, l'éco-conception, l'allongement de la durée d'usage ou encore le recyclage sont des pratiques qui participent d'une économie davantage circularisée, où l'on augmente l'intensité d'utilisation des ressources par le rebouclage des flux de matières et d'énergie.

Il n'est pas inintéressant de souligner que, dans le cadre de l'examen du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, la question du traitement et du recyclage des bateaux hors d'usage apparaît dans le titre IV sur la lutte contre le gaspillage et la promotion de l'économie circulaire. L'économie circulaire constitue ainsi un levier supplémentaire pour envisager et soutenir la structuration d'une filière industrielle de valorisation des navires hors d'usage sur le territoire français autour des principaux piliers que sont :

- L'éco-conception et le soutien à la recherche sur de nouveaux matériaux alternatifs pour la construction de navires ainsi que sur l'analyse du cycle de vie des différents types de navires ;
- L'économie de fonctionnalité et l'invention de nouveaux modèles économiques autour de la vente de milles marins parcourus plutôt que de navires ;
- L'allongement de la durée d'usage par la réparation ou le réemploi de certaines pièces constitutives des navires ;
- Le recyclage et la valorisation des déchets issus du démantèlement des navires.

Nous nous concentrerons dans les paragraphes suivants aux enjeux de recyclage et de valorisation des déchets issus de la déconstruction navale, à travers les enseignements tirés de premières expériences françaises à une échelle industrielle, et des perspectives à venir en termes d'innovation. Les ordres de grandeur des volumes de déchets par type de bateaux est résumé comme suit (pourcentages indiqués en masse), les données étant à considérer comme des indications sujettes à variation en fonction de l'âge du bateau, de la présence massive d'amiante à bord, de son historique d'entretien et surtout de la capacité du chantier de déconstruction à opérer un tri sélectif efficace.

Tableau 1 : Estimation des matériaux recyclables par types de navires

- Navires de guerre en France : 10 à 20 000 tonnes par an
  - Navires de guerre à propulsion à vapeur (conception ancienne):
    - > 90 % de matières recyclables
    - > 85 % acier, 5% métaux non ferreux, 10 % matières non recyclables
  - Navires de guerre à propulsion diesel (récents): 95 % de matériaux et équipements recyclables
- Navires marchands :
  - 900 à 1300 bateaux par an
  - 65 % battent pavillon européen
  - Pétroliers et vraquiers : 95 % de matériaux et équipements recyclables
  - Navires à passagers : 80 % de matériaux et équipements recyclables
  - Ferries : 85 % de matériaux et équipements recyclables

En résumé, le grands bateaux modernes, exempts d'amiante et comportant de grandes soutes sont largement plus valorisables que les bateaux anciens d'architecture complexe et fortement amiantés.

Structuration d'une filière française de démantèlement : premières expériences

En 2012, la Marine a notifié le marché de déconstruction de trois coques militaires : le pétrolier « Saône » et deux bâtiments de transport « Argens » et « Dives ». Le marché a été emporté par un groupement temporaire de deux entreprises, FOSELEV MARINE pour la production, TOPP DECIDE pour l'ingénierie.

Les autorisations administratives pour ce chantier ont fait l'objet d'une procédure administrative rigoureuse, qui a donné lieu à une enquête publique, au mois de juin 2012, puis à l'autorisation d'exploiter une installation classée pour la protection de l'environnement en novembre 2012. Il convient de noter que ces industriels disposaient pour ce chantier d'une autorisation d'occupation temporaire d'un an seulement (non renouvelable), allant de juillet 2013 à juillet 2014, ce qui représentait une contrainte forts pour l'opération de démantèlement, sans oublier l'ensemble des procédures administratives légales pour garantir la protection des personnels, de l'environnement et des riverains.

Le groupement a mobilisé un dock flottant pour la déconstruction proprement dite, notamment du fait que l'état des coques était très dégradé et ne permettait pas de garantir leur stabilité en cours d'opération.

Figure 1 : Opération de démantèlement de l'ex-pétrolier-ravitailleur Saône

Source : Olivier Pillard.

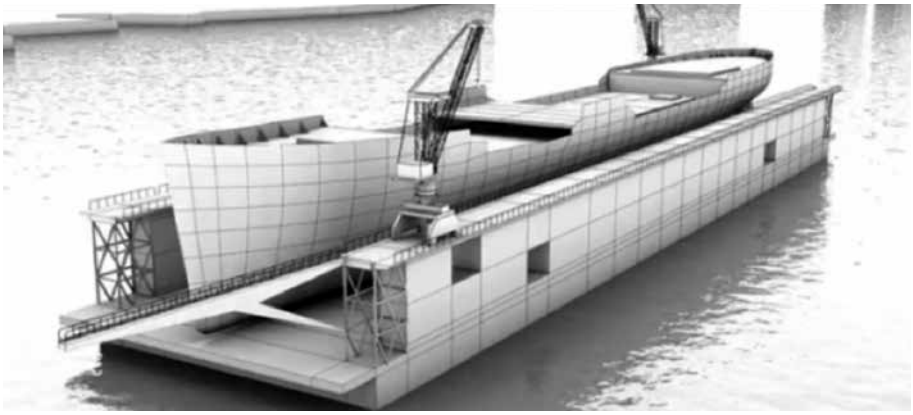
La durée des opérations, comprenant le remorquage initial des coques à partir de la Base navale de Toulon vers le port de Brégaillon, à La Seyne, le relevage des coques avec le dock flottant, la dépollution, la déconstruction et le recyclage des matières premières secondaires, a été de 18 mois. Les travaux ont été très complexes du fait de l'âge des bâtiments, de leur état de pollution, de la quantité d'amiante contenu à bord, en particulier à bord du pétrolier qui était équipé de quatre chaudières à vapeur. Les travaux de retrait d'amiante ont fait l'objet d'une surveillance très poussée par les pouvoirs publics. Cette surveillance a mis en évidence la qualité des procédures de protection des travailleurs et de l'environnement.

Malgré toutes les difficultés rencontrées dans la conduite des opérations, ce contrat a été un succès : toutes les matières dangereuses ont été acheminées vers des destinations approuvées conformément à la règlementation en vigueur, les matières premières secondaires ont été valorisées.

Figure 2 : Opération de démantèlement de l'ex-bâtiment de transport Dives

Ces opérations de démantèlement se sont déroulées dans la rade de Toulon, les coques concernées n'étant pas remorquables au-delà. C'est pourquoi ce chantier a été considéré comme exceptionnel, à plusieurs titres, par les différentes parties prenantes.

Figure 3 : Maquette du dock flottant et prise en charge d'un navire pour le démantèlement



A l'issue de travaux préparatoires, l'ex-pétrolier-ravitailleur Saône avait été positionné en juin 2013 sur le dock flottant RI-38, affrété spécialement pour ce chantier et amarré au port de Brégaillon, à La Seyne-sur-Mer.

L'ex-Saône fut le bateau le plus long à traiter, soit 9 mois environ, du fait de son ancienneté, caractérisée par une coque rivetée, de fortes épaisseurs de tôles et une présence importante d'amiante. La déconstruction des anciens BDC Dives et Argens fut, en revanche, beaucoup plus rapide. Alors que les équipes ont gagné en efficacité suite au travail réalisé sur l'ex-Saône, les ex-Dives et ex-Argens étaient plus petits, moins amiantés et leur construction plus récente a facilité le découpage, d'autant que les superstructures avaient été enlevées avant le passage sur le dock flottant. La coque de l'ex-Dives a ainsi été totalement traitée en moins d'un mois. Les déchets dangereux, notamment les produits amiantés, ont rejoint des filières de retraitement spécialisées. La tôle extraite des anciens bâtiments militaires (plus de 12.000 tonnes stockées sur le port) est recyclée dans des fonderies européennes.

En conclusion, les points durs de cette expérience de grande ampleur ont été la complexité des coques, leur haut degré de pollution (à l'amiante notamment), la nécessité de transporter les blocs déconstruits du dock vers un site de préparation de ferrailles éloigné de plusieurs centaines de mètres, et de ce fait un coût de déconstruction très élevé (supérieur à 1000 €/tonne). Les points positifs résident dans l'aptitude à traiter en France, avec une organisation industrielle mise en place pour la circonstance, des coques militaires dans un cadre administratif et contractuel très contraignant, sous le feu des medias et des associations de protection de l'environnement. Démonstration a donc été faite que le savoir-faire pouvait être mobilisé et développé pour réaliser de telles opérations. Il mérite toutefois de s'enrichir encore dans le but d'améliorer non seulement les paramètres liés à la sécurité mais aussi à la productivité.

Attractivité = sécurité + productivité

Une filière de démantèlement de navires d'envergure nationale doit donc construire et renforcer sa légitimité en travaillant à la fois sur la sécurité et sur la productivité. La sécurité relève de l'obligation réglementaire pour une mise en conformité avec la convention de Hong Kong et sa ratification par l'Etat français. C'est donc la capacité de réaliser des travaux en conformité avec le cadre réglementaire sur les volets aussi bien sociaux (sécurité des travailleurs) qu'environnementaux (gestion des déchets, pollutions). L'objectif est de se positionner dans une logique de chantier certifié et de mise en œuvre de bonnes pratiques, à l'instar de ce qui se constate progressivement dans d'autres pays européens. La productivité se mesure concrètement à l'aune de la vitesse à laquelle les travaux de démantèlement et de revalorisation sont réalisés. C'est sur ce point que se démarquent aujourd'hui les pays d'Asie du sud-est, tel que le Bangladesh, bien identifiés pour le démantèlement de navires. Cependant, cette productivité se fait encore aujourd'hui, dans les pays d'Asie comme en Turquie, au détriment direct des conditions de sécurité des travailleurs et de préservation de l'environnement.

Ainsi, en France, si la première dimension de l'équation (la sécurité) semble aujourd'hui bien cadrée et appréhendée dans le contexte réglementaire européen, la deuxième dimension (la productivité) peut faire l'objet d'améliorations substantielles pour gagner en performance et en compétitivité par rapport aux approches conventionnelles actuelles. Cette logique de « rupture » passe nécessairement par des innovations d'ordre technologique et méthodologique.

Les innovations technologiques doivent en premier lieu permettre de mécaniser certaines phases de démantèlement. A l'instar de ce qui se pratique déjà dans le secteur de la construction navale (Hyundaï en Corée du Sud, STX à Saint-Nazaire, DCNS à Lorient, etc.), il serait envisageable de développer une logique d'organisation par module pour travailler sur des parties du navire à déconstruire (de 20 mètres sur 20 mètres ou de 200 à 300 tonnes par exemple) avec un atelier mobile qui intégrerait toutes les compétences et tous les outils. Dans une logique « plug and play », les blocs de navires découpés seraient déplacés par portique.

En vue de renforcer la flexibilité de ces filières, les innovations doivent également se concentrer sur la minimisation du surcoût associé au démantèlement de navires, frein principal à la systématisation de cette pratique. Il faut donc envisager très tôt dans la phase d'exploitation cette opération, et son surcoût associé, plutôt que le « subir » en fin de vie commerciale du navire. Un premier pas pourrait être franchi de manière réglementaire, avec la mise en place d'une contribution du producteur de navires, par l'intermédiaire d'une taxe, à la fin de vie de son produit. Une avancée plus significative consisterait à trouver les

moyens de limiter les coûts de transport du bateau en fin de vie vers des filières industrielles, ainsi que les coûts d'affrètement, d'équipage, d'assurance, etc. L'optimisation commence dès le choix du site de démantèlement, qui peut résulter d'un compromis entre des facteurs techniques et économiques réglementaires, environnementaux, voire politiques et médiatiques.

Aujourd'hui, des « opérateurs de déconstruction » vont à la rencontre des navires en lui proposant un service optimal et souple, en minimisant le coût supplémentaire de transport en fin de vie vers des installations fixes, qui peut être de nature à détourner les armateurs de ces filières. Demain, les sites de démantèlement industriel pourraient tout à fait être envisagés sur des plateformes offshore, situées sur les principales routes maritimes et/ou adossés à des activités à terre, tels que certains sites sidérurgiques pour une mise en synergies pour le retraitement direct et local de certains flux.

Conclusion

Toutes les conditions concourent aujourd'hui à l'émergence d'une filière intégrée en France et à l'amorce d'un cercle économique vertueux : plus les flux de bateaux gérés seront élevés et diversifiés (bateaux de commerce, bateaux militaires, bateaux de nautisme, etc.), plus l'outil industriel sera développé et d'une taille suffisante pour proposer des prestations à des tarifs concurrentiels pour gérer la fin de vie des navires. L'émergence d'une telle filière serait un vecteur de redynamisation de certains espaces industrialo-portuaires et de création de richesses et d'emplois, en capitalisant sur les savoir-faire locaux. Néanmoins, le développement d'une telle filière, s'il peut s'appuyer sur des exemples réussis à petite échelle en Méditerranée, au Havre et à Bassens, doit bénéficier d'un vrai appui des institutions françaises pour devenir crédible et attractive. En effet, les collectivités semblent aujourd'hui davantage intéressées par cette filière et moins sujettes à l'effet NIMBY, dès lors que l'on développe des bonnes pratiques (à l'instar des chantiers confinés réalisés pour le démantèlement de la Saône et de l'Argens à Toulon) de manière à argumenter, convaincre et dépasser les réticences locales des élus, des associations de protection de l'environnement, etc. Cela peut se faire à condition d'intégrer dès l'amont tous les facteurs interagissant autour de cette filière, qu'ils soient de nature technique, juridique, sociologique, politique, médiatique, pour *in fine* éviter les situations de conflit (avec tous les coûts inhérents à ce type de scénario).

– Ainsi, au-delà des innovations réglementaires, technologiques ou méthodologiques, la structuration d'une filière industrielle française de démantèlement de navires suppose un portage politique fort. Les élus

politiques et les administrations doivent davantage s'approprier le sujet et s'impliquer pour contribuer à développer ces filières, en intervenant sur plusieurs volets :

– Le volet juridique et administratif avec l'évolution des procédures administratives contraignantes d'autorisations préfectorales (ICPE) s'appliquant notamment à la mise en œuvre et à l'exploitation de docks flottants, qui aujourd'hui durent plus de deux ans. Les administrations ne semblent pas être en capacité aujourd'hui d'absorber et de traiter des sujets aussi sensibles plus rapidement or cela constitue un vrai frein pour les opérateurs de terrain.
– Le volet financier avec la nécessaire implication de la Banque Publique d'Investissement aux cotés des entrepreneurs locaux, pour apporter des garanties et des capacités de financement complémentaires, notamment lors des investissements initiaux, qui ne sont forcément très lourds, pour l'émergence d'une filière de traitement. Il faut que cela devienne une politique d'Etat qui vise à faciliter les procédures et le paiement pour une filière attractive.
– Le volet technique et commercial avec un sourcing optimisé des bateaux, en cherchant à convaincre davantage les armateurs de confier la gestion de leurs navires en fin de vie à ces filières locales européennes. Les industriels sont de plus en plus conscients de ces enjeux et partagent pour la plupart ces constats mais cela reste une négociation entre ces obligations de gestion de fin de vie « soutenable » et le fait de montrer que ce service est aujourd'hui performant et attractif.

Partie III

L'écosystème portuaire, moteur d'une dynamique locale d'économie circulaire

CAPSULE PROFESSIONNELLE 5

Le port de Strasbourg : animateur de son écosystème portuaire

Emilie Gravier

Directrice du Développement et de la Promotion portuaires
Port Autonome de Strasbourg
Strasbourg - France

& Bénédicte Sénèque

Chef de projets
Direction du Développement et de la Promotion portuaires
Port Autonome de Strasbourg
Strasbourg - France

Biographies

Diplômée de Sciences-po Paris, **Emilie Gravier** *a plus de 10 ans d'expérience dans le domaine des transports. Elle s'est d'abord occupée, au sein du ministère de l'Economie et des finances, du soutien à l'exportation de matériels de transport, en particulier dans le cadre de projets de tramways, métro et ligne à grande vitesse en Afrique du Nord. Elle a ensuite été Responsable de la stratégie portuaire et des partenariats au sein de la Direction territoriale de Strasbourg de Voies navigables de France. Depuis janvier 2015, elle dirige la Direction du Développement et de la Promotion portuaires du Port Autonome de Strasbourg qui assure la communication externe du port et la conduite des études prospectives et partenariales.*

Diplômée de l'Institut Professionnel des Sciences et Technologies de Strasbourg, **Bénédicte Sénèque** *a plus de 15 années d'expérience dans l'industrie automobile où elle a exercé différentes missions dont celle de responsable Environnement dans une ICPE - Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.*
Recrutée au Port Autonome de Strasbourg depuis 2011 en tant que responsable Qualité Sécurité et Environnement, Bénédicte est désormais en charge de projets partenariaux qui permettent d'affirmer la responsabilité sociale et environnementale de l'établissement.

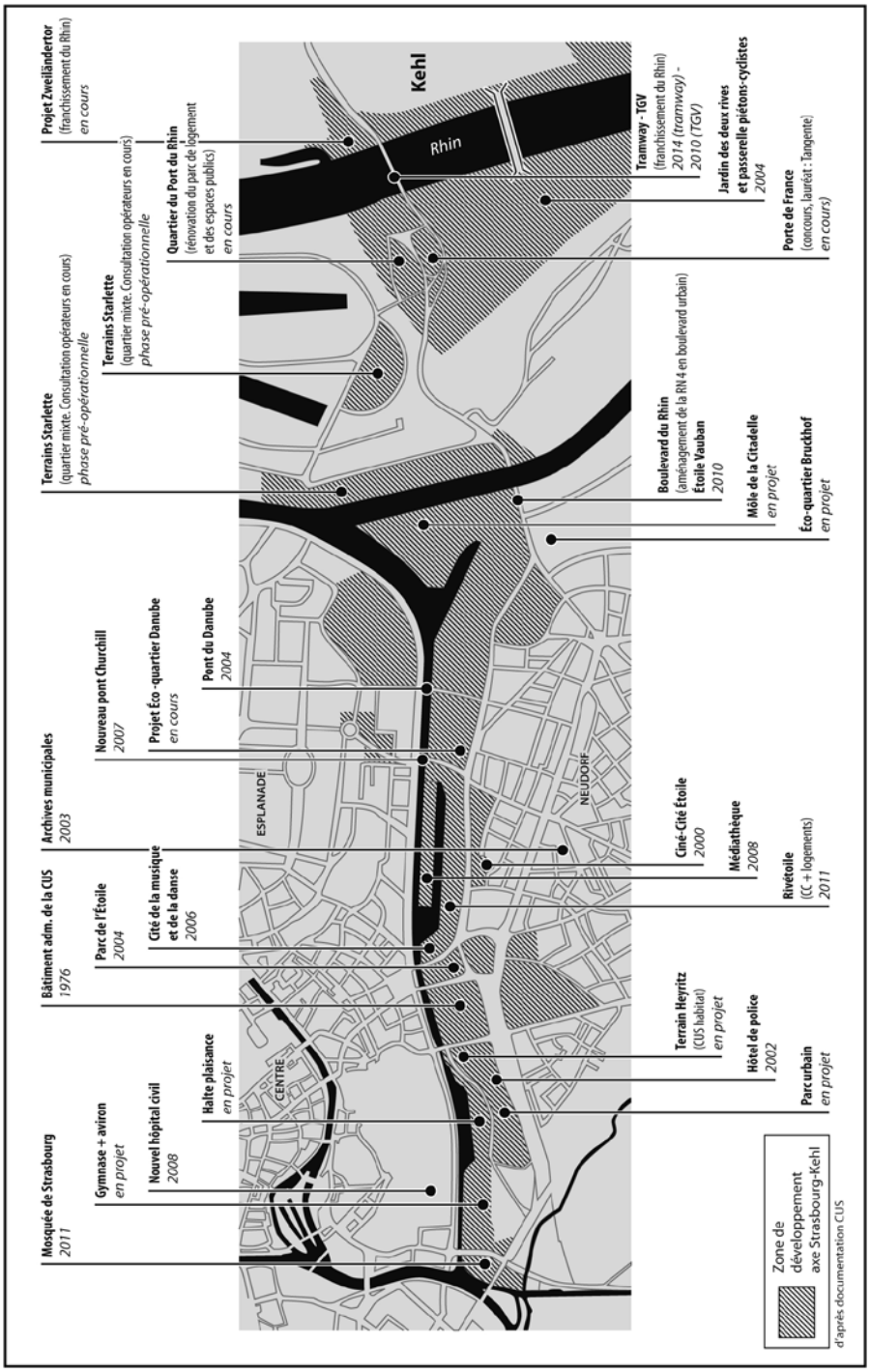
Introduction

Au tournant du XXe siècle, le port de Strasbourg est devenu rhénan : en 1901, les bassins de l'Industrie et du Commerce, directement reliés au Rhin sont creusés. Le port, qui est encore municipal, amorce alors son glissement géographique vers l'Est et délaisse progressivement les quais qui étaient exploités autour de la Grande Ile, cœur moyenâgeux de la ville. C'est aussi le début d'un siècle pendant lequel le port a été le seul lien de la ville avec le Rhin. D'une certaine façon, la ville et le port se sont tournés le dos dans une forme de répartition fonctionnelle et géographique : les développements portuaires et industriels à l'Est le long de la frontière avec l'Allemagne, les développements urbains à l'ouest.

Le XXIe siècle est marqué par le phénomène inverse : la mise en œuvre d'un axe d'urbanisation Ouest-Est qui impose une mixité des usages. Cette mise en œuvre est l'aboutissement de réflexions d'aménagement amorcées dès les années 1970 et qui connaissent une accélération dans les années 1990. A partir du début des années 2000, sont inaugurées des réalisations urbaines qui marquent l'arrivée de la ville sur d'anciennes zones portuaires ou délaissées jusque-là : le cinéma multiplex en 2000, les Archives municipales en 2003, le Jardin des Deux-Rives le long du Rhin en 2004. Le Schéma de cohérence territoriale de la région de Strasbourg, adopté en 2006, ancre définitivement le projet d'urbanisation transfrontalier en inscrivant le prolongement du tramway jusqu'à la ville allemande de l'autre côté du Rhin à Kehl.

Dans ce contexte, le Port de Strasbourg se positionne aujourd'hui comme l'animateur d'un écosystème à l'interface entre le port et la ville. Cet écosystème s'est progressivement structuré autour d'une communauté d'acteurs industriels, institutionnels, locaux, etc. et à travers le développement de projets collaboratifs pour une meilleure circulation des hommes, des flux de matières et des énergies. Nous proposons ici de relater les différents moments de ce processus de structuration de l'écosystème urbano-portuaire. Nous montrerons notamment en quoi la démarche d'écologie industrielle et territoriale, engagée récemment sur le territoire, contribue aujourd'hui à densifier les interactions entre les différentes parties prenantes de cet écosystème.

Figure 1 : Développement du territoire Strasbourg-Kehl



Source : A. Beyer et J. Debrie.

L'émergence d'une communauté portuaire

Port industriel

Face à cette progression urbaine vers des zones qui avaient été, pendant un siècle, réservées à l'activité économique, un sentiment de communauté portuaire s'est développé. Tout d'abord, les 320 entreprises de la zone portuaire de Strasbourg, fortes de leur poids économique – près de 10 000 emplois, soit 9 % de l'emploi strasbourgeois – se sont organisées pour faire entendre leur voix. En 2008-2009, elles ont élaboré un Cahier d'espérances piloté par le Groupement des usagers des ports de Strasbourg et avec le soutien de la Chambre de Commerce et d'Industrie, du Port Autonome de Strasbourg et de la collectivité qui est devenue depuis l'Eurométropole de Strasbourg. Ce soutien financier montre que la communauté portuaire ne s'est pas construite contre la ville, mais s'est au contraire positionnée en co-construction de la ville nouvelle en réflexion.

Le Cahier d'espérances des entreprises relève d'une double ambition exprimée dès les premières pages du document : « faire émerger les conditions d'une pérennisation et d'un développement des activités économiques sur la zone portuaire de Strasbourg et permettre aux entreprises de se positionner, d'une part, comme acteur de l'avenir de la zone portuaire et, d'autre part, comme force de proposition ». L'important travail d'expression des besoins des entreprises a abouti à identifier 3 espérances majeures :

- Accroître la visibilité des entreprises sur les évolutions de la zone portuaire. En cela, les entreprises demandent à être associées en amont aux réflexions de l'autorité portuaire et de l'agglomération.
- Renforcer l'efficacité du système de transports pour que les entreprises puissent utiliser au maximum la multimodalité présente dans le port pour leurs transports de marchandises, mais aussi pour développer l'offre de transport passagers à l'égard des salariés de la zone.
- Accroître l'attractivité du territoire portuaire, d'une part, en développant des actions de requalification paysagère, d'autre part, en développant des services aux salariés et aux entreprises. Cette ambition paysagère dénote en particulier une préoccupation d'intégration du port dans la ville.

Port urbain / Port citoyen

Un port urbain est souvent vu soit comme une contrainte, en raison des conflits d'usage ou des nuisances que les activités peuvent générer pour les riverains, soit comme un atout :

– Un atout pour le port, qui bénéficie de la proximité d'un bassin d'emplois divers et d'une zone de chalandise majeure. 30 % des conteneurs traités dans les deux terminaux du port de Strasbourg ont ainsi pour origine ou destination l'agglomération strasbourgeoise.
– Un atout pour la ville qui bénéficie, dans le cas du port de Strasbourg, de la première zone d'activité d'Alsace pourvoyeuse de nombreux emplois, mais aussi d'une solution multimodale qui permet le transport de marchandises par des moyens alternatifs à la route.

Mais en définitive, un port urbain ne peut pas se réduire à cette ambivalence atout – contrainte : il est avant tout une partie de la ville. La proximité du Port Autonome de Strasbourg avec la ville, si elle est réapparue dans les dernières années d'un point de vue géographique, a toujours été très présente d'un point de vue institutionnel. L'une des caractéristiques du Port Autonome de Strasbourg, créé en 1926, est d'être détenu à parité égale par la ville de Strasbourg et par l'Etat. La présidence du Port est assurée par un élu de la ville.

Si cette gouvernance particulière au niveau national garantit l'implication forte de la Ville dans les choix stratégiques du Port, elle ne garantissait en revanche pas au Port Autonome de Strasbourg d'avoir voix au chapitre dans les choix de politique urbaine, a fortiori quand cette politique urbaine s'intéresse aux terrains portuaires. En février 2011, cette dissymétrie a été corrigée par la conclusion d'un contrat de développement entre le port autonome de Strasbourg, la ville et la communauté urbaine. Ce contrat reconnaît l'importance du port dans l'agglomération et dans sa stratégie de développement économique. Il engage un véritable partenariat entre les 3 acteurs « permettant de dynamiser la zone économique du port et de conduire les mutations urbaines ». Chaque acteur prend des engagements réciproques sur des sujets concrets devant permettre d'atteindre l'objectif d'une bonne interface ville-port. Ce contrat de développement prévoit des réunions semestrielles entre élus et dirigeants du port pour piloter la mise en œuvre du contrat.

L'élaboration du Schéma directeur des Deux Rives, initiée en 2009, a été une manifestation de cette logique de co-construction de la ville avec le port. En effet, le document a été réalisé en co-maîtrise d'ouvrage par la Ville, la Communauté Urbaine, le Port et la Ville de Kehl. Il reconnaît comme deux de ses ambitions de « maintenir l'équilibre économique du port » et de « remplir un contrat socio-économique ». La ville ne se fait pas contre le port et le port ne s'oppose pas à la ville.

Du côté du Port Autonome de Strasbourg, le milieu des années 2000 a marqué la prise de conscience que redevenir progressivement un port urbain s'accompagnait d'une exigence : être un port citoyen. Etre un port citoyen, c'est agir en faveur du développement durable. En se démocratisant, cette expression « développement durable » a perdu la richesse de sa signification : souvent,

seul le pilier environnemental est retenu au détriment des deux autres – social et économique. C'est pourquoi, nous préférons ici le terme de « port citoyen » qui englobe bien ces trois notions de responsabilité. Etre un port citoyen, c'est non seulement être exemplaire dans ses propres actions, mais c'est aussi être à l'initiative de l'évolution des habitudes et comportements de l'ensemble des acteurs présents ou intervenant sur la zone portuaire.

De la communauté à un écosystème portuaire : circulation des hommes, circulation des matières et des énergies

Un écosystème est formé par l'association d'une communauté d'espèces vivantes et d'un environnement physique en constante interaction. On a vu que le port de Strasbourg s'est constitué en communauté « entreprises – autorité portuaire », à la faveur des projets d'urbanisation. Mais comment arriver à en faire système ? Et pourquoi vouloir faire système ? Pourquoi des acteurs souvent « jaloux » de leurs prérogatives et de leur autonomie souhaiteraient-ils aller vers une logique d'interdépendance accrue ?

La première raison tient à l'exigence citoyenne qui accompagne le fait de devenir une partie de la ville. Cette responsabilité citoyenne implique des actions qu'il n'est pas aisé de mettre en œuvre seul et qui ont peu d'impact si elles ne sont pas collectives. Comment contribuer seul à la sobriété d'un territoire portuaire qui s'étend sur plus de 1000 hectares ?

La seconde raison est d'ordre économique. Faire système, c'est accroître la compétitivité de l'ensemble du territoire, mais aussi celle individuelle des entreprises qui le composent. C'est aussi développer une capacité de résilience dans les périodes économiques difficiles.

Pour assurer sa durabilité et son développement, l'écosystème portuaire doit non seulement s'adapter en permanence aux spécificités de son territoire, mais également accroitre en continu son attractivité. En effet, le Port de Strasbourg évolue dans un milieu contraint où l'urbanisation se déploie et les exigences des riverains s'accentuent. Dans cet environnement complexe, à forts enjeux, le Port se doit donc de démontrer sa capacité à faire prendre en compte les aspects « développement durable » à tous les acteurs de la zone portuaire. Pour initier ce fonctionnement en écosystème, le Port Autonome de Strasbourg a lancé différents projets reposant sur une gouvernance participative. Nous développerons ici deux projets particulièrement emblématiques de la logique d'écosystème que le PAS cherche à animer sur la zone portuaire : le projet PEPS et la démarche d'écologie industrielle.

Circulation des hommes, le projet PEPS

Le premier projet nommé PEPS, « Plan de déplacement des Entreprises du port de Strasbourg », a pour objectif principal d'accroitre l'accessibilité de la zone portuaire en offrant aux salariés qui s'y rendent, chaque jour, la possibilité de se déplacer autrement qu'en voiture individuelle et ce quelle que soit l'entreprise dans laquelle ils travaillent. Cette démarche s'inscrit dans la politique générale « mobilités » menée par l'Eurométropole de Strasbourg mais nécessite une adhésion des entreprises concernées.

Sur la base d'un diagnostic qui démontrait que 75% des salariés de la zone portuaire utilisaient quotidiennement leur véhicule personnel pour leur trajet domicile-travail, la construction d'un plan d'actions a été réalisé grâce à la constitution de groupes de travail dans lesquels la plupart des entreprises était représentée par un référent « PEPS ».

Ainsi des actions concrètes ont été définies conjointement impliquant :

- la collectivité pour la construction d'infrastructures telles que les pistes cyclables, les cheminements piétons, les arrêts de bus, la mise en place d'un réseau de transport en commun aux tracés et horaires adaptés ;
- les entreprises pour le relais des informations auprès des usagers, l'organisation d'animations spécifiques et la mise en place en leur sein des structures adéquates (abris vélo sécurisés, parking de covoiturage, prolongement de pistes cyclables ou de passages piétonniers…).

Le Port Autonome de Strasbourg et ses co-financeurs animent un réseau de près de 50 référents « PEPS » en entreprises de manière très régulière pour qu'ils se fassent le relais de nouvelles infrastructures et nouveaux services mis à la disposition des salariés, mais aussi pour qu'ils puissent indiquer les difficultés rencontrées par les salariés dans leurs déplacements et orienter les futures actions.

Circulation des flux de matières et d'énergie, la démarche d'écologie industrielle et territoriale

Dans une logique similaire, depuis 2013, le Port Autonome de Strasbourg s'est également lancé dans l'animation une démarche d'écologie industrielle territoriale auprès des entreprises portuaires.

Conscient, d'une part, que l'attractivité du territoire n'augmenterait qu'en renforçant sa compétitivité, et d'autre part, que cette démarche devait également viser à contribuer à la sobriété de ce territoire, le projet a pour but d'identifier les flux de matières et d'énergie afin de les utiliser de manière plus rationnelle en développant des synergies entre entreprises.

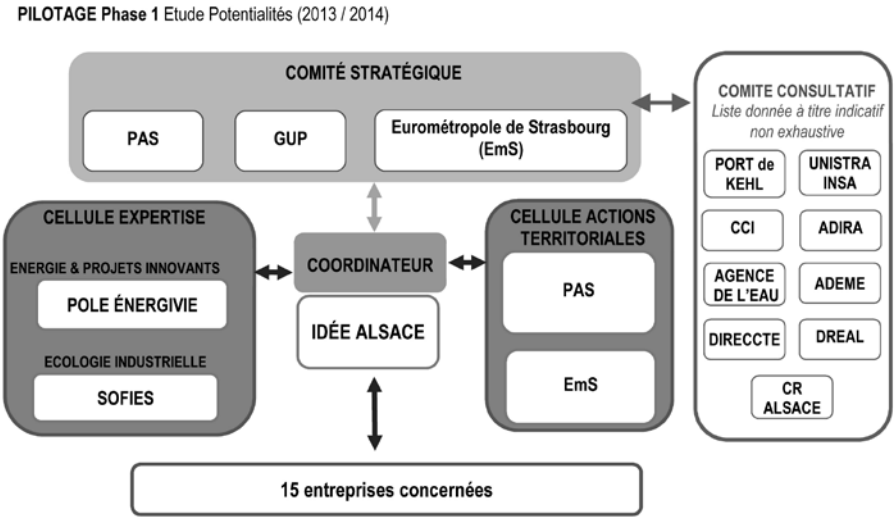
Dès le départ, les entreprises y ont vu un intérêt individuel, ces synergies pouvant être sources d'économies d'échelle. Mais très rapidement l'intérêt collectif a également été perçu : retombées en termes d'image, meilleure intégration urbaine du territoire portuaire dès lors que des efforts étaient faits pour diminuer son empreinte carbone, et en définitive, meilleure acceptabilité des activités économiques de la zone par l'ensemble des habitants.

C'est ainsi que dans une première phase, le Port, l'Eurométropole de Strasbourg et le Groupement des Usagers des Ports de Strasbourg, association représentant les entreprises implantées sur le port, appuyés par l'association locale Idée Alsace, se sont associés pour réaliser une étude d'opportunités destinée à mettre en évidence les potentialités de la zone.

En parallèle, un comité consultatif a également été constitué regroupant les principaux acteurs du territoire, afin de recueillir leur vision, leurs attentes, leur implication possible. Il s'agit : du Port de Kehl, du Conseil Départemental 67, de la Région Alsace, de l'ADEME, de la DREAL, de la CCI, de la Chambre des Dépôts et Consignations, …

Cette gouvernance participative mixte est détaillée dans les figures ci-dessous.

Figure 2 : Gouvernance participative initiée au démarrage de la démarche d'écologie industrielle et territoriale



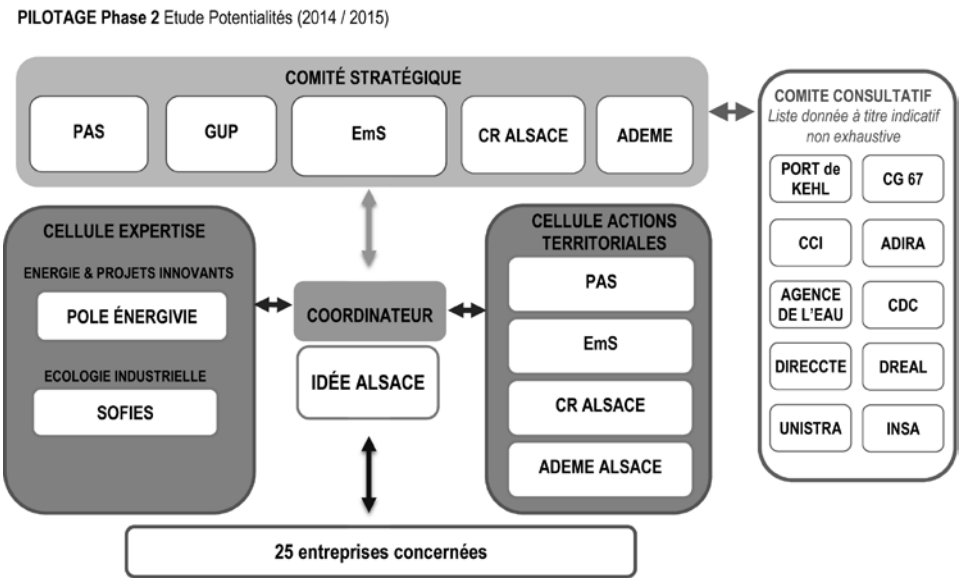
La première phase a permis de détecter une quinzaine de synergies possibles auprès de 15 entreprises détaillées ci-après dans le catalogue consolidé des synergies. Sur la base de l'intérêt des entreprises concernées et de la rapidité de mise en œuvre, deux synergies ont été retenues pour approfondissement : l'achat mutualisé d'énergie et la mutualisation de la gestion des déchets papier-cartons.

Concernant l'achat d'électricité, 11 entreprises ont participé à la consultation, représentant une consommation globale de 30 000 MWh/an. Grâce aux quatre offres qui ont pu être proposées, la moitié des entreprises a signé un nouveau contrat avec un gain supérieur à 5%, soit supérieur à 100 000 euros sur deux ans. D'autres devraient suivre.

Le travail sur la mutualisation de la gestion des déchets papier-carton s'est basé sur le fait qu'une entreprise de la zone portuaire utilisait ces déchets comme matière première dans son processus et que toutes les autres entreprises participant à la démarche devaient gérer le papier-carton en tant que déchets. L'entreprise réceptrice a défini les conditions selon lesquelles la réception des déchets papiers-cartons des entreprises voisines était envisageable, conditions reprises dans une charte. Chaque entreprise a alors entamé l'adaptation de son organisation interne pour pouvoir remplir les conditions requises. A ce jour, la charte a été signée par 4 entreprises, ce qui représente 80% du gisement papier-cartons des entreprises engagées dans la démarche d'écologie industrielle et territoriale.

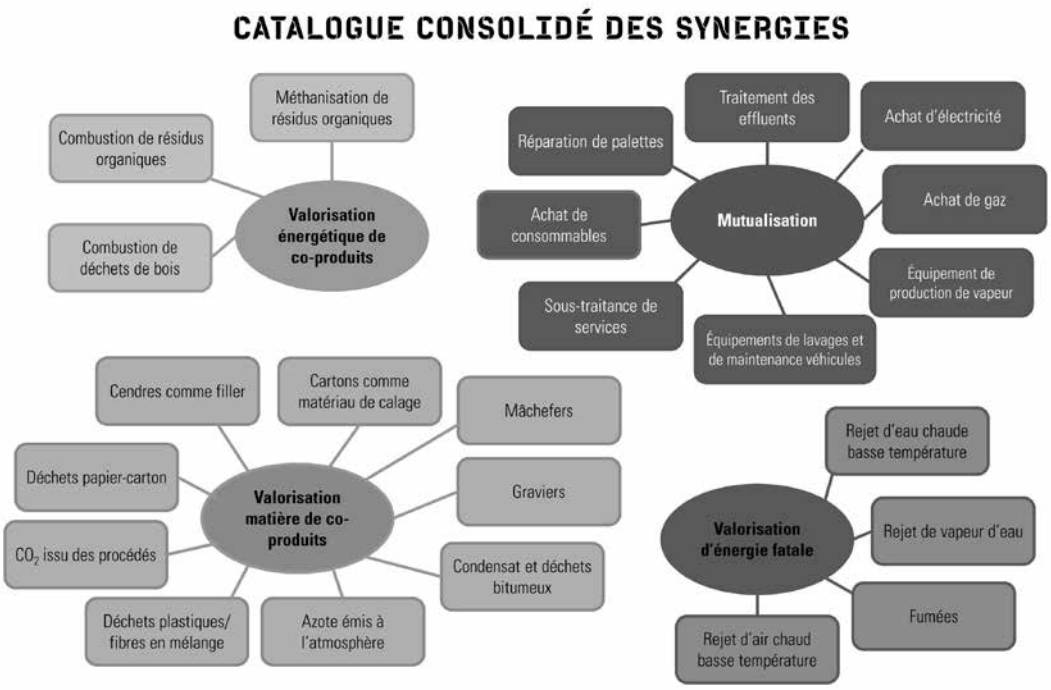
Forts de ces premiers résultats encourageants, une seconde phase a été lancée, intégrant 10 entreprises supplémentaires, mais également l'ADEME et la Région Alsace dans le comité stratégique et la cellule d'actions territoriales tel que décrit ci-dessous.

Figure 3 : Elargissement de la gouvernance de la démarche



Des synergies complémentaires ont alors été identifiées portant à 24 la totalité des synergies potentielles.

Figure 4 : Catalogue consolidé des synergies potentielles



De même que dans la première phase, afin de se concentrer sur les actions impliquant le plus grand nombre d'acteurs privés avec des coûts de mise en œuvre acceptables, quatre synergies ont été retenues pour approfondissement en deux groupes de travail. Il s'agit de la valorisation des résidus organiques combinée avec la méthanisation et la valorisation de déchets bois en biomasse combinée avec la réparation de palettes.

Les synergies impliquant uniquement deux ou trois entreprises seront également exploitées par les entreprises elles-mêmes. La démarche devrait se poursuivre dans les prochaines années afin d'explorer et de rendre opérationnelles d'autres synergies identifiées. Depuis le démarrage de la démarche en 2013, l'intérêt des entreprises ne se dément pas.

DES PROJETS AU SERVICE

Projets	Description - Axes de travail	Apport économique
PEPS	***Mobilités des personnes*** Rendre une zone d'activités plus accessible en favorisant le développement de moyens de transports alternatifs à l'auto-solisme, comme: - le covoiturage, - l'utilisation des transports en commun, - l'utilisation du vélo (apprentissage, création de pistes cyclables, ...)	Attractivité du port en améliorant son accessibilité pour tous les salariés.
Ecologie Industrielle	***Synergies entre entreprises*** ***Création d'un écosystème portuaire*** Etude des potentialités énergétiques et d'échanges de matières sur la zone portuaire dans un but de: Gestion et valorisation des flux, Sécurisation de l'approvisionnement d'énergie locale et compétitive, Mutualisation de services et d'équipements.	Attractivité de la zone portuaire par l'amélioration de la compétitivité des entreprises du territoire en: réduisant leurs dépenses, créant des opportunités de développement, concevant un écosystème industriel plus robuste aux aléas économiques
Logistique urbaine	***Meilleure organisation de la distribution des flux de marchandises au centre-ville de Strasbourg:*** CDU sur zone portuaire Report modal par voie fluviale	Optimisation des flux logistiques et des retours.
Navettes conteneurs fluviales	***Report modal du flux de certaines marchandises par voie fluviale.*** Recherche de solutions innovantes pour rendre le transport fluvial aussi attractif économiquement que le transport routier.	Optimisation des flux logistiques entre Saverne et le Terminal à Conteneurs Nord de Strasbourg.
GNL	***Utilisation d'un substitut aux produits pétroliers:*** études pour implantation d'une station d'avitaillement en GNL dans la zone portuaire de Strasbourg.	Accès à un carburant de substitution plus économique pour les acteurs du transport fluvial et routier, voire pour les industriels.
GPECT	***Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences des zones portuaires de Kehl et de Strasbourg.*** Exploitation du potentiel de complémentarité des RH. ***Programme REVE:*** Rapprocher les entreprises et leurs voisins pour l'Emploi	Amélioration de la qualité des ressources humaines. Création de passerelles entre les métiers. Mutualisation des besoins, des solutions et des ressources (spécialement en matière de recrutement et de portage RH).

DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Apport social	Apport environnemental	Gouvernance
Accessibilité à tous les salariés. Amélioration de l'équité sociale.	Diminution des impacts environnementaux (consommation produits pétroliers, rejet CO2) liés au transport de personnes. Diminution de l'engorgement des grands axes routiers de l'agglomération.	Animation et gouvernance publique (PAS, EMS, ADEME) avec adhésion et engagement des acteurs privés (communication auprès des salariés, construction de local à vélo, ou mise à disposition de parking de co-voiturage...): ➢ réunion d'animations des référents PEPS 3 fois par an minimum, ➢ organisation de "petits-déjeuners", ➢ animation en entreprise auprès des salariés. Co-construction (plan d'actions PEPS): facteur de mobilisation et d'implication.
Eventuelle création d'emploi liée à l'émergence de nouveaux projets pour répondre aux besoins identifiés des entreprises: création de réseaux de chaleur,de systèmes de valorisation de matières (méthaniseur, réparation de palettes, ...)	Réduction des impacts environnementaux et contribution à la sobriété du territoire par: une meilleure gestion des ressources locales. une meilleure gestion des déchets. (les déchets des uns peuvent être les matières premières des autres). la recherche de solution de production d'énergies renouvelables (géothermie profonde, biomasse, ...), l'optimisation des flux donc du transport.	Animation publique (PAS, EMS, Région Alsace, ADEME) d'acteurs privés: 25 entreprises de la zone portuaires engagées dans la démarche. Réunion de comité de pilotage une à deux fois par an, Workshop deux à trois fois par an, Constitution et réunions de groupes de travail thématiques. Création d'un comité consultatif: Port de kehl, CCI, Agence de l'eau, Direccte, DREAL, ADIRA, UNISTRA
	Diminution des impacts environnementaux (consommation produits pétroliers, rejet CO2) liés au transport de marchandises. Diminution de l'engorgement des grands axes routiers de l'agglomération.	Projet partenarial d'acteurs publics (EMS, PAS, VNF, La Poste, SAMINS) dans sa phase d'étude, avec sollicitation du marché prévue à l'issue.
Création d'un bateau spécifique: emplois sur chantier naval.	Développement du pré/post acheminement non routier. Diminution des impacts environnementaux (consommation produits pétroliers, rejet CO2) liés au transport de marchandises. Diminution de l'engorgement des grands axes routiers de l'agglomération.	Animation d'acteurs publics (PAS, VNF, Région Alsace) autour de 4 acteurs privés du même secteur géographique, dans la phase d'étude, avec sollicitation du marché prévue à l'issue.
Nouvelle activité dans la zone portuaire. Conception de bateaux adaptés au GNL et de stations d'avitaillement.	Diminution des impacts environnementaux (consommation produits pétroliers, rejet CO2) liés au transport de marchandises: réduction de 10 à 15% des émissions de CO2 réduction de 90% des émissions de dioxyde de soufre (SO2), réduction de 40% des oxydes d'azote (NOx)	Projet partenarial entre les différentes autorités portuaires du Danube-Main-Rhin Pour le Rhin: Port de Bâle, Port de Strasbourg, Port de Mannheim, Port d'Anvers et Port de Rotterdam. Exploitation des stations d'avitaiilement GNL par des acteurs privés.
Renforcement des compétences du personnel : plus grande technicité, mobilité, flexibilité, polyvalence... Coopération entre deux zones d'activités d'où peuvent naitre de nouvelles activités et de nouveaux métiers.		Accompagnement public des PME/ TPE dans leur fonction de RH: formation, accompagnement des dirigeants, mise en place d'outils de pilotage GRH... Meilleure connaissance des entreprises entre elles, fédération vers un objectif commun.

En parallèle de ces études, face à une demande importante des entreprises, et dans la logique initiale d'accroitre la sobriété du territoire, une réflexion s'est engagée quant à la gestion de l'énergie au sein de la zone portuaire en vue de l'élaboration d'une stratégie énergétique territoriale partagée avec tous les acteurs institutionnels. Basée sur un diagnostic précis des besoins et rejets en énergie des entreprises, la stratégie doit reposer sur les énergies disponibles actuelles et futures mais également sur l'exploitation des énergies fatales détectées. Sa définition devrait être finalisée courant 2016 et sa mise en œuvre s'étaler sur les prochaines années.

Conclusion

La mise en système du territoire portuaire strasbourgeois se construit ainsi progressivement par la mise en interaction des entreprises autour de projets communs et la structuration d'une gouvernance élargie associant les différentes parties prenantes de ce territoire. Le fonctionnement en écosystème de la zone portuaire de Strasbourg, initié par ces deux projets, implique un engagement au long cours de l'autorité portuaire, une capacité d'animation importante, un réseau de référents en entreprise impliqué et la reconnaissance d'un intérêt commun. Par l'optimisation de la circulation des hommes, des matières et d'énergie, l'enjeu est ainsi de consolider la cohérence et la cohésion de ce vaste espace métropolitain, de trouver les conditions pour augmenter son autonomie et sa résilience en matière de gestion des ressources posant par là les premiers jalons de sa transition socio-écologique.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 6

Ecologie Industrielle et Territoriale sur Rhône-Médian : construction d'un projet de territoire autour d'INSPIRA, espace industriel responsable et multimodal

Alice Herbelin
Doctorante
Laboratoire UMR PACTE
Université de Grenoble

Dimitri Coulon
Responsable de la qualité et de l'environnement
Direction Générale Déléguée aux Risques
Compagnie Nationale du Rhône (CNR)

Vincent Daön
Directeur
INSPIRA

& Elisabeth Mouchot
Chef de projet écologie industrielle et territoriale
Grand Projet Rhône-Alpes Rhône-Médian
Syndicat Mixte Rhône-Pluriel

Biographies

Alice Herbelin *est doctorante au sein du Laboratoire Pacte à Grenoble. Elle a commencé en 2014 une thèse en aménagement du territoire intitulée « Écologie territoriale et territoires traversés : application au projet Rhône Médian ». Cette thèse, encadrée par Nicolas Buclet et Sabine Barles, vise à appliquer les principes de l'écologie territoriale au territoire Rhône-Médian, tant en termes d'analyse du métabolisme physique (analyse des flux de matière et d'énergie associés aux principales activités, et en particulier à la question de la mobilité, et spatialisation de ces flux), qu'en termes de dynamique d'acteurs (gouvernance des flux, relations entre acteurs, modes de coordination), afin de mieux caractériser le territoire, les déséquilibres existants.*
Il s'agira ensuite de tracer des pistes de réflexion sur ce que pourrait être un développement du territoire davantage centré sur une meilleure adéquation entre activités productives, contraintes écologiques et bien-être de la population locale. Cette thèse s'inscrit dans le cadre du Grand Projet Rhône-Alpes « Rhône Médian » et fait l'objet d'un co-financement par l'ADEME et l'Institut pour la Recherche de la Caisse des Dépôts et Consignation.

Dimitri Coulon *travaille à la Direction Générale Déléguée aux Risques au sein de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Il est actuellement responsable de la qualité et de l'environnement. Entre 2009 et 2015, il était en charge de la politique de développement durable des sites industriels et portuaires de CNR et de leur requalification au sein de la Direction du développement économique et portuaire. Auparavant, il a été 5 ans responsable du développement de Orée et a notamment coordonné le projet COMETHE (lauréat 2007 du Programme de Recherche sur les Ecotechnologies et le Développement Durable de l'Agence Nationale de la Recherche).*
Dimitri est Ingénieur en Génie des Systèmes Industriels de l'Université de Technologie de Troyes. Il s'est spécialisé sur les questions d'ingénierie propres au développement durable des territoires (écologie industrielle et territoriale, économie sociale et solidaire), en particulier dans le contexte des sites d'activités et des sites industriels et portuaires.

Vincent Daön *est directeur d'INSPIRA. Il pilote l'aménagement et le développement d'INSPIRA avec trois objectifs : développement de l'activité et des services industriels, le confortement de la multimodalité et l'aménagement intégré à son environnement jusqu'à la mise en œuvre opérationnelle du principe d'économie circulaire.*
C'est sur ce dernier point qu'il porte avec plusieurs partenaires industriels une véritable démarche d'innovation appliquée en écologie industrielle.

Pendant une douzaine d'années, Vincent Daön a conduit des opérations d'aménagement novatrice, d'abord en Afrique Australe sur les questions d'adressage et d'accès aux services essentiels puis dans le Sud Est de la France autour de l'e-inclusion et la mise en œuvre du premier réseau Très Haut Débit en Provence Alpes Côte d'Azur. Par la suite, il s'est concentré sur l'interface entre les équipements structurants(aéroport, port, voies ferrées) et le développement des activités économiques toujours en étroite collaboration avec les acteurs socio-économiques.

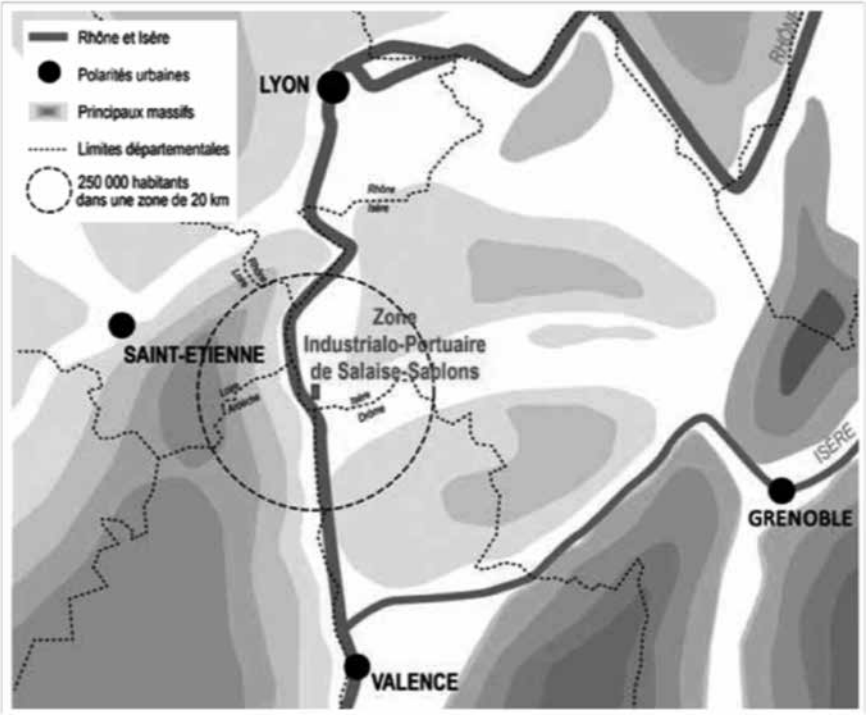
Elisabeth Mouchot, *Docteur-Ingénieur en Génie des Procédés Industriels, a débuté sa carrière au Centre de Recherches de TOTAL en Normandie en 1993. Elle a occupé différents postes dans la branche « Raffinage » en recherche, direction technique, raffinerie avec un fil directeur : l'efficacité énergétique et l'intégration thermique des procédés. En tant que Responsable Qualité Sécurité Environnement du Centre de Recherches de Solaize de 2006 à 2010 elle a mis en place le Système de Management Intégré du site visant une plus grande implication des parties prenantes dans les processus de décision.*
Afin de donner une nouvelle orientation à sa carrière elle a quitté le groupe TOTAL et rejoint en 2012 le Syndicat Mixte Rhône-Pluriel pour travailler sur l'élaboration du protocole et la structuration de l'ingénierie du Grand Projet Rhône-Alpes Rhône-Médian. Elle est actuellement en charge de la thématique « écologie industrielle et territoriale », l'un des 2 piliers de ce Grand Projet, à côté de celle relative au report modal des marchandises.

Introduction

Le territoire Rhône-Médian est situé entre Lyon et Valence le long de la vallée du Rhône, centré sur INSPIRA, l'espace industriel et portuaire de Salaise-Sablons. Ce bassin de vie de 262 577 habitants a pour particularité d'être traversé par de nombreux flux, engendrés par l'activité d'importantes firmes industrielles et par la présence de nombreuses infrastructures de transport (ferroviaires, routières et fluviales) et de logistique. A ces activités économiques et industrielles denses viennent s'ajouter une importante activité agricole et un Parc Naturel Régional, ce qui diversifie le paysage et les ressources territoriales. Il n'existe pas de pôle urbain majeur, le territoire étant justement situé entre les agglomérations de Lyon, Valence, Grenoble et Saint-Etienne, ce qui en fait un « entre-territoire » qui pose potentiellement des questions d'ancrage territorial.

Le territoire et la population ont été marqués par l'implantation de nombreuses infrastructures telles que la création de l'Usine chimique de Roussillon, la création d'un canal d'amenée du Rhône, la construction de l'Autoroute et de la voie ferroviaire classique puis à Grande Vitesse, ainsi que l'implantation d'une Centrale nucléaire.

Figure 1 : Situation géographique du projet Rhône-Médian



Le Syndicat Mixte d'INSPIRA, composé de la Communauté de Communes, du Département et de la Région, a créé en 2014 une Zone d'Aménagement Concertée (ZAC). L'Écologie Industrielle est alors invoquée comme un moyen de construire une zone économiquement attractive qui concilie aménagement, développement économique et transition énergétique. Au-delà de son cœur portuaire, Rhône-Médian fait l'objet d'un « Grand Projet Rhône-Alpes » qui a pour objectif d'étendre cette réflexion à une échelle plus large, afin que le développement d'INSPIRA bénéficie à l'ensemble du territoire. L'Ecologie Industrielle et Territoriale est alors envisagée comme un outil de développement économique territorial, afin de mettre en cohérence le projet d'aménagement portuaire avec les dynamiques portées par d'autres acteurs.

Malgré une gouvernance particulièrement complexe et multi-acteurs, le territoire Rhône-Médian se meut progressivement dans une dynamique partenariale où des collaborations de toutes natures peuvent se mettre en place et/ou se renforcer. Le degré de maturité de cet écosystème est sans doute encore discutable, mais il repose sur des bases industrielles et sociales anciennes, avec une volonté politique forte de se projeter vers un avenir soutenable.

Comment les principes de l'Ecologie Industrielle et Territoriale, en s'appuyant sur le cœur du projet et ses atouts (port public structuré sur INSPIRA, gestionnaire du domaine public fluvial CNR partenaire privilégié du Syndicat Mixte de la Zone Industrialo-Portuaire, présence d'un gestionnaire industriel multiservices et multi-flux à travers un Groupement d'Intérêt Economique…) participent à la structuration d'un « nouvel écosystème territorial » ? En quoi l'Ecologie Industrielle et Territoriale participe-t-elle à la (re)structuration collective du territoire Rhône-Médian comme écosystème autour d'INSPIRA ?

L'objectif de la première partie est de présenter l'espace industriel responsable et multimodal d'INSPIRA et ses enjeux et potentiels en termes d'Ecologie Industrielle et Territoriale. Nous verrons notamment que sa proximité immédiate avec le Groupement d'Intérêt Economique (GIE) Osiris, et l'histoire industrielle de la zone joue un rôle majeur dans les dynamiques en cours. Du projet de développement d'INSPIRA découle le Grand Projet Rhône-Alpes Rhône-Médian, dont nous verrons que les démarches structurantes d'Ecologie Industrielle et Territoriale, comprises dans un processus de décloisonnement des politiques territoriales, à travers la coopération et la réflexion interterritoriale, doublé de la recherche progressive de l'intérêt collectif, participe à la construction d'un écosystème territorial. Enfin la dernière partie s'intéresse aux instruments et outils déployés ou à déployer sur ce territoire : de l'analyse du Grand Projet Rhône-Alpes en tant qu'instrument organisateur de l'action collective, aux enjeux de l'outil du métabolisme territorial pour construire une connaissance partagée sur le territoire, potentiel levier de co-construction de l'intérêt collectif et aide à la décision pour le passage à l'action de manière coordonnée.

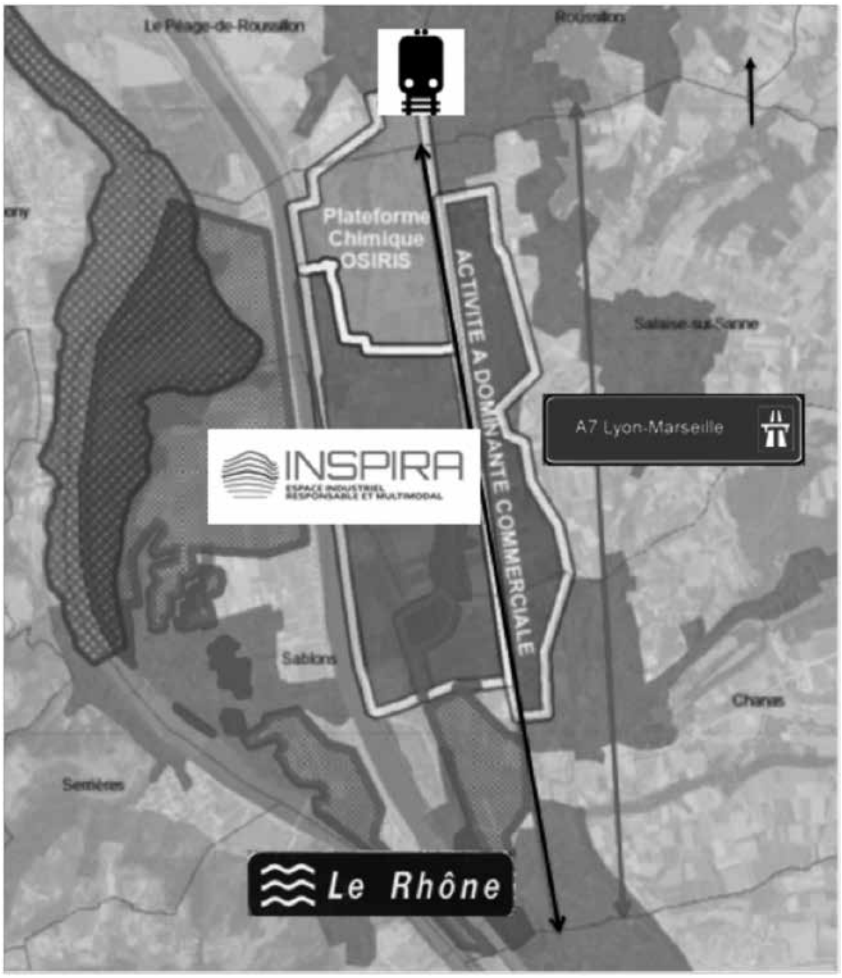
INSPIRA et son territoire : de quel (éco) système parle-t-on ?

En 1915, l'Usine de Roussillon pour la production de phénols est créée. Au rythme du développement de l'activité puis de l'évolution de Rhône Poulenc, la plateforme chimique se développe et crée un cœur industriel sur le territoire. A l'occasion de la création du barrage-écluse de Sablons et d'un canal aménagé du Rhône en 1977 par CNR[1], le territoire imagine une suite industrielle à la plateforme chimique outillée d'un Port public : c'est la zone d'activités industrialo-portuaires INSPIRA. Plusieurs industries s'implantent et le Port est créé en 1984. Il sera exploité par la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) Nord-Isère dans le cadre d'un contrat de sous-concession avec CNR. En 1999, la reprise d'ateliers de Rhône Poulenc amène à la création d'un Groupement d'Intérêt Economique, le GIE Osiris, sur la plateforme chimique qui étend son action jusqu'à ce jour par l'adhésion de nouveaux membres dans une emprise limitée par le périmètre géographique initial de Rhône Poulenc.

Sur l'espace industriel INSPIRA, la Région Rhône Alpes, le Département de l'Isère et la Communauté de Communes du Pays Roussillonnais s'associent 2009 au sein d'un Syndicat Mixte en lien étroit avec CNR, le GIE Osiris, la CCI Nord Isère et les industriels présents. En effet, la disponibilité foncière à proximité du fleuve et du rail, un service public portuaire, une plateforme chimique offrant des services mutualisés de haut niveau et certaines évolutions réglementaires (PLU, PPRI, PPRT) nécessitent une concertation renforcée entre les acteurs.

[1] La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) est une concession d'état dont les missions historiques sont : la production d'hydroélectricité, le développement de la navigation, et le soutien au développement agricole en vallée du Rhône (en particulier à travers l'irrigation). Cf. www.cnr.tm.tm.fr

Figure 2 : Périmètre de l'espace industriel INSPIRA



Pour prolonger ces atouts, le GIE Osiris, INSPIRA et Axelera (Pôle de Compétitivité Chimie Environnement de la Région Rhône-Alpes) signent fin 2014, un protocole de coopération visant à diffuser et à faire connaitre les capacités industrielles et foncières existantes sur le territoire. En parallèle, les industriels d'INSPIRA se structurent en association d'entreprises pour mieux se connaitre et participer plus activement à l'aménagement d'INSPIRA. A noter qu'il existe également une association locale des industriels portée par la CCI Nord-Isère. En 2014/2015, afin de soutenir cette dynamique vertueuse, INSPIRA s'engage dans une convention de recherche mobilisant des acteurs de l'innovation et des industriels[2] avec pour objectif de permettre des implantations territoriales

[2] Projet INSPIR'ECO piloté par INSPIRA et coordonné techniquement par ENGIE avec la participation de CNR, TREDI, IDEA's LAB et IDEEL (Institut d'Excellence sur les Energies Décarbonnées) et la Région Rhône-Alpes.

sur et autour de l'espace industriel (projet INSPIR'ECO). En s'appuyant très fortement sur l'existant, cet « entre-territoire » qui occupe une « *position marginale, dépourvue de centralité forte* » à l'interface entre 5 départements et 8 intercommunalités ainsi qu'entre plusieurs polarités urbaines (Lyon, Saint Etienne, Valence et Grenoble) présente néanmoins une diversité d'activités productives industrielles, agricoles et résidentielles dont l'articulation est aujourd'hui recherchée. En outre, la construction de ce territoire est fortement liée à son histoire industrielle, à commencer par celle de l'implantation et du départ successifs de Rhône Poulenc.

Ce territoire en transition se manifeste par le développement de relations de proximité d'abord en matière d'habitat, de formation, de transports, de sous-traitance…C'est ainsi que chaque industrie peut trouver sa place dans un système intégré pour se concentrer sur son cœur de métier, alors que l'ensemble des services externes se développent sur le territoire de manière de plus en plus mutualisés et gérée dans une vision globale permettant de ne pas créer une compétition mais une intégration. A titre d'exemple de cette densification des interactions entre les acteurs locaux, l'association d'entreprises prend part à la décision d'implantation d'une nouvelle industrie au sein d'INSPIRA. Les ressources en eau et en énergie sont analysées en commun dans une vision court et long terme. Le GIE Osiris ouvre ses services, voire en développe de nouveaux, à destination de nouvelles industries du territoire.

Figure 3 : Vue aérienne de l'espace industriel INSPIRA

Le Port, quant à lui, trouve sa pertinence comme acteur clé de la multi-modalité mais aussi comme point de livraison de matières premières pour les activités industrielles. Ce dernier point questionne les flux et la création de valeur pour le territoire par la captation des revenus liés à ces flux logistiques. On notera également l'importance des entreprises directement implantées en bord voie d'eau (sur les terrains de la concession CNR) et qui réalisent environ 70 % des tonnages (le dernier tiers étant réalisé par le Port public). INSPIRA attire et est « traversé » par un certain nombre de flux ne provenant pas de son territoire immédiat. Le territoire doit alors rechercher l'équilibre entre, d'un côté, une économie dominante *« assujettie à des enjeux à l'échelle internationale, et les systèmes alentours valorisant la ressource locale »* et, de l'autre, une économie basée sur des *« formes d'alliance, des modes de développement hybrides »* à l'instar de l'économie sociale et solidaire (Serizier, 2015).

On comprend donc que le périmètre du projet dépasse largement la seule zone industrialo-portuaire, en s'articulant avec un « entre-territoire » élargi d'environ 20 km autour du site et un corridor logistique et portuaire sur l'ensemble du bassin Rhône-Saône, lui-même ouvert sur le bassin méditerranée avec le GPMM (Grand Port Maritime de Marseille). Cet « écosystème territorial » nécessite donc d'être décrit afin de confirmer le décloisonnement des fonctions et des lieux autour de l'espace industriel INSPIRA. Peut-on dès lors parler « d'hinterland » d'INSPIRA ? L'hinterland est défini comme les territoires alentours dont l'activité est structurée par des fonctions d'approvisionnement d'un territoire en nourriture, énergie, eau ou autres flux matériels. INSPIRA peut donc se décrire par les liens tissés avec le territoire au sein duquel elle s'inscrit. En parallèle, cet espace industriel est également un nœud inscrit dans un réseau d'échanges matériels (et notamment commerciaux) à l'échelle de régions du monde plus ou moins étendues (Billen *et al.*, 2012 ; Cerceau *et al.,* 2014).

Rhône-Médian ou l'opportunité de construire un écosystème territorial ?

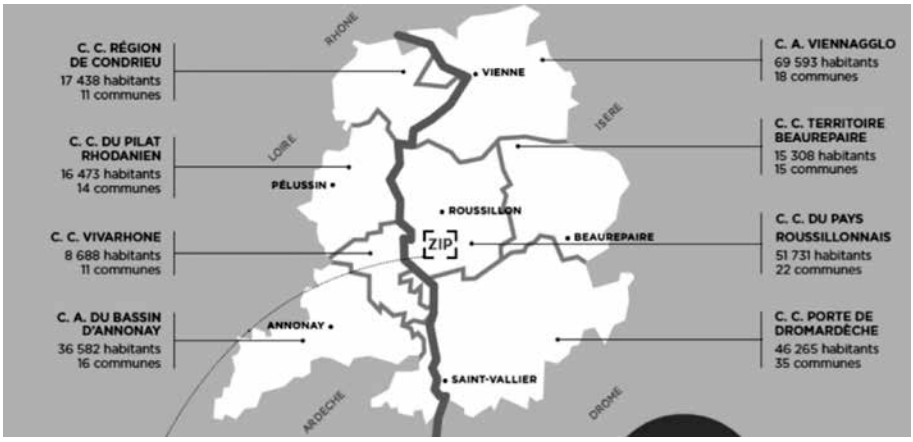
Rhône-Médian : un Grand Projet qui participe à la construction d'un écosystème performant en cohérence avec son histoire

L'espace industriel de Salaise-Sablons a perçu les liens qu'il avait avec un territoire plus vaste et a compris son intérêt à consolider ses liens sur des principes de solidarité territoriale. En déposant une candidature pour bénéficier d'une procédure Grand Projet Rhône-Alpes (GPRA)[3], l'intention précise des

[3] Un « Grand Projet Rhône-Alpes » est une procédure exceptionnelle de la Région Rhône-Alpes qui organise pendant 5 ans une mobilisation autour d'une dynamique de développement raisonné sur un

élus de l'espace industriel était de faire bénéficier le territoire environnant des retombées économiques du développement d'INSPIRA. Et cela permettait aussi de renforcer le rôle d' « agrégateur de flux » d'INSPIRA par le dimensionnement d'infrastructures portuaires et ferroviaires répondant aux besoins des territoires alentours. Le challenge a été la prise de conscience qu'un développement économique robuste devait s'appuyer sur une forte coopération territoriale mettant en avant les complémentarités. De là est née une réflexion collective en termes de « système territorial » vers l'élaboration d'un projet cohérent qui ne sollicite pas à lui seul toutes les ressources du territoire mais contribue au contraire à en révéler les potentiels. Cette cohérence s'est révélée dans un rayon de 20 km autour d'INSPIRA qui dessine un véritable bassin de vie le long du fleuve Rhône. Les 8 intercommunalités qui le composent se sont donc réunies pour constituer le territoire « Rhône-Médian » et s'engager ensemble dans un Grand Projet Rhône-Alpes (GPRA). Deux thématiques de développement économique ont été retenues en lien direct avec celles d'INSPIRA : l'écologie industrielle et territoriale, d'une part, et le report modal des marchandises vers le fleuve et/ou le rail, d'autre part.

Figure 4 : Périmètre du projet Rhône-Médian



L'intention des élus s'est trouvée renforcée avec l'adoption du protocole du GPRA Rhône-Médian à l'unanimité en assemblée plénière à la Région Rhône-Alpes en juillet 2013. Mais cette intention pouvait-elle trouver un ancrage à travers des réalisations opérationnelles ? Autrement dit pouvait-on alors vraiment qualifier Rhône-Médian de territoire ?

Rhône-Médian, c'est un espace qui recherche une cohérence en termes de « territoire vécu » centré sur la vallée du Rhône. Il s'appuie pour cela sur des axes de déplacements structurants une forte histoire industrielle qui a conduit

territoire à fort potentiel économique et à enjeux environnementaux et sociétaux.

à l'émergence de 2 bassins d'emploi, Annonay au Sud-Ouest et Roussillon-Vienne au Centre et au Nord-Est et surtout sur des élus locaux qui ont pris l'habitude de se rassembler pour porter des réflexions et des projets sur des périmètres dépassant ceux des EPCI, tels que les Contrats de Développement Durable Rhône-Alpes, le Schéma de Cohérence Territoriale des Rives du Rhône ou encore l'entente TRidAN, (Transrhôdanienne Isère Nord Drôme Ardèche) regroupant 5 intercommunalités. Il n'en demeure pas moins que cet espace est encore en recherche d'identité : aux confins de cinq départements (Ardèche, Drôme, Isère, Loire et Rhône), il doit organiser sa gouvernance en composant avec un découpage administratif qui n'a pas d'équivalent en France. Et il doit adopter une stratégie de résilience face à un contexte de désindustrialisation pour maintenir sa vitalité au cœur du triangle des métropoles : Lyon au Nord, St Etienne à l'Ouest, Valence Au sud (dont l'influence se propage à l'Est via le sillon alpin jusqu'à Grenoble).

Une construction territoriale en marche

Toutefois cette intention des élus est en cours de concrétisation : avec la préoccupation permanente de décliner les principes d'action de l'Ecologie Industrielle et Territoriale au plus près des réalités et des besoins des acteurs du territoire, le travail de maïeutique et d'assemblage qu'anime l'équipe du GPRA préfigure et participe à la construction d'un éco-système pérenne. Ce travail est formalisé au travers de la stratégie Ecologie Industrielle et Territoriale élaborée par le Syndicat Mixte Rhône-Pluriel pour le compte du territoire Rhône-Médian. Elle s'appuie sur une gouvernance élargie pour prendre en compte les spécificités locales dans les processus de décision et vise 2 finalités :

- Permettre aux collectivités territoriales signataires de ce Grand Projet de développer un projet global fait de la compilation d'initiatives et d'expérimentations répondant aux spécificités locales et aux principes de l'Ecologie Industrielle et Territoriale. A l'échelle locale et à court terme, cela passe par l'apport de méthodologie et de technologie pour travailler de concert avec les développeurs économiques au plus près des préoccupations des entreprises. A l'échelle territoriale et à moyen terme, il s'agit de passer de l'accompagnement et du suivi d'opérations cloisonnées effectués par l'équipe d'animation du GPRA à une dynamique de processus permettant le sentiment d'appartenance à un même projet de transition et au renforcement de l'implication de chacun.
- Consolider l'animation et pérenniser le rôle des collectivités comme initiateur/facilitateur et garant du maintien dans la durée des synergies industrielles territoriales. Il s'agit d'inventer de nouveaux modèles économiques pour autofinancer de façon pérenne l'animation ou le portage de ces synergies quand les marchés potentiels sont identifiés : une partie

des réductions de coûts apportée par la synergie peut contractuellement être destinée à cet autofinancement.

Trois piliers indissociables et complémentaires, en somme des principes d'action fédérateurs, ont été identifiés pour atteindre ces finalités :

- L'appropriation des concepts et des leviers d'action par les acteurs du territoire (et en particulier par les développeurs économiques qui resteront présents sur le territoire une fois la procédure GPRA arrivée à son terme)
- La recherche de solutions collaboratives en réponse aux besoins locaux dans une approche intégrée (bénéfices économiques, sociaux, environnementaux)
- Le partage d'expérience et la capitalisation des savoirs et savoir-faire.

L'équipe d'animation du GPRA veille à la diffusion de ces principes d'action au moyen d'une organisation impliquant l'ensemble des acteurs économiques du territoire, inscrite dans un processus de territorialisation[4] et une démarche d'amélioration continue.

Démarches structurantes d'écologie industrielle et territoriale

Nous détaillons ici deux exemples de démarches structurantes en écologie industrielle et territoriale, en montrant en quoi elles participent au développement territorial.

L'engagement dans la transition énergétique

Le Conseil Départemental de la Drôme (CD26) a été le premier à mettre en œuvre une action de concrétisation qui participe à ce processus de territorialisation. Il a fait le choix de s'engager dans la transition énergétique aux côtés de ses entreprises, en particulier le papetier Emin Leydier situé à Laveyron qui consomme à lui seul plus de 40 % de l'énergie des entreprises drômoises. Avec l'appui technique et financier du GPRA Rhône-Médian, l'étude conçue et pilotée par le CD26 a ouvert de nombreuses perspectives :

- L'opportunité d'un projet industriel de transition énergétique avec la construction d'une plateforme de production de Combustible Solides de Récupération (CSR) qui offrirait un exutoire aux pré-CSR du Syndicat de traitement des déchets Ardèche Drôme et permettrait à terme de substituer 2/3 de l'approvisionnement en gaz d'Emin Leydier.

[4] La notion de territorialisation est intrinsèque à la mise en place d'une stratégie d'Ecologie Industrielle sur un territoire aussi morcelé administrativement et aussi diversifié économiquement que le territoire Rhône-Médian. Nous pouvons la définir comme un processus qui se construit en réponse à une politique régionale sectorielle : le territoire devient l'espace où les politiques sont exercées par l'échelon local en cohérence avec le cadre régional.

– L'engagement du Conseil Régional Rhône-Alpes pour organiser une véritable filière CSR sur le bassin Rhône-Saône.
– La production d'un guide de Gestion Territoriale de l'Energie au service des entreprises pointant les facteurs clés et les points de vigilance pour assurer que les projets partenariaux de transition énergétique iront à leur terme.

Ces perspectives revêtent un intérêt majeur pour Rhône-Médian où plus de 50 % de l'énergie est consommée dans le secteur de l'industrie.

Certains acteurs clefs du secteur de l'énergie, des déchets et de la chimie comme CNR, TREDI et le GIE Osiris pourraient également jouer un rôle de plus en plus structurant dans la stratégie de développement du territoire. La CNR est par exemple à la fois un aménageur, un gestionnaire foncier, un développeur économique et un producteur/gestionnaire d'énergies d'origines renouvelables (hydroélectricité, éolien et photovoltaïque). En s'appuyant sur sa production certifiée 100 % renouvelable, elle développe des solutions pour la mobilité électrique zéro émission[5], le développement des solutions de stockage de l'énergie au service de la mobilité hydrogène[6] (fleuve, route) et pour le développement des smart systèmes[7].

Vers la concrétisation de la coopération économique et de l'innovation

Dans le champ de la coopération économique entre intercommunalités, un défi vient d'être levé par les acteurs de l'entente TRiDAN après 2 années de discussion, recherche de compromis et concertation : la décision collégiale étendue aux intercommunalités de la Région de Condrieu et du Pilat Rhodanien (qui ne font pas partie de TRiDAN) d'engager, dans le cadre du GPRA, une réflexion sur la complémentarité des principales zones d'activités du territoire autour de l'espace industriel. Parmi les retombées espérées, une offre de services lisible et coordonnée pour les entreprises du territoire, l'accompagnement d'un développement économique endogène s'appuyant sur la mutualisation et les synergies inter-entreprises. Ces retombées doivent être mises en valeur dans un plan de marketing territorial pour développer l'attractivité du territoire.

Ces deux exemples témoignent d'un engagement politique fort. Nous avons ainsi illustré comment la mise en œuvre d'un processus de décloisonnement des politiques territoriales, à travers la coopération et la réflexion interterritoriale, doublé de la recherche progressive de l'intérêt collectif, participe à la construction d'un écosystème territorial. La pérennisation de cet engagement doit s'appuyer

[5] Système Move in Pure.

[6] Projet HyWay piloté par la Pôle de compétitivité Tenerrdis - http://www.tenerrdis.fr/.

[7] Programme européen ITEA2.

sur le partage et la mise en cohérence d'initiatives à l'échelle du territoire. C'est là l'ambition des réflexions portées par le Syndicat Mixte Rhône-Pluriel qui investit la question de la gouvernance élargie. La pérennisation doit également s'appuyer sur le développement de nouveaux outils collaboratifs susceptibles d'éclairer et d'accompagner l'action collective engagée sur le territoire.

Analyse de l'organisation de la démarche d'EIT sur Rhône-Médian : animation, instruments et outils pour la (re)structuration collective du territoire

Le Grand-Projet Rhône-Alpes : organisateur de l'action collective

Le déploiement du GPRA Rhône-Médian a révélé et favorisé des dynamiques partenariales innovantes sur le territoire (dynamiques parfois existantes ou alors déclenchées par le GPRA).

Le GPRA est une procédure qui offre un cadre d'action, mais qui a pour particularité de laisser aux acteurs du territoire la liberté dans le contenu des différents projets. Cette liberté a au départ été à la source de certaines incompréhensions par les acteurs locaux de Rhône-Médian : un «manque de visibilité et de cohérence » était observé sur le terrain, les acteurs ne voyant pas vraiment comment s'inscrire dans ce « Grand Projet ». Ce large cadre exempt d'actions prédéfinies avait pour objectif « une prise en main » par les acteurs, qu'ils se saisissent de ce cadre pour définir son contenu, les objectifs, ainsi que les moyens pour y parvenir. L'enjeu était de créer une procédure qui puisse faire émerger des projets « ascendants » du terrain. Dans un but d'implication des acteurs locaux, le financement des projets a lieu uniquement s'il est porté par un acteur du territoire (Collectivités Territoriales) et si possible lorsque le projet associe d'autres acteurs locaux privés ou publics, pour favoriser la coopération et les partenariats territoriaux. L'équipe d'animation a donc joué un rôle important dans la sensibilisation, la mobilisation et la mise en dialogue des différentes réflexions et des différents projets sur le territoire, pour faire émerger des initiatives. La procédure du GPRA organise de ce fait une dynamique collective sur le territoire, incitant les partenariats et les collaborations entre acteurs. Le GPRA sert de cadre, de structure, pour la coordination, la communication et l'échange d'information entre les acteurs de manière à faciliter l'action collective.

Après une première phase de démarrage assez longue de communication et de mobilisation des acteurs, la constitution progressive d'un réseau d'acteurs sur ce Grand Projet a fait émerger de premières initiatives « exemples », qui

enclenchent une dynamique collective. Les acteurs deviennent de plus en plus des « acteurs ressources » (Beaurain et Brullot 2011), actifs, et maîtres de leur projet. Parmi ces dynamiques partenariales, nous avons pu citer à titre d'exemple la convention de recherche INSPIR'ECO sur INSPIRA qui associe le syndicat mixte avec des acteurs publics et privés; l'alliance TRIDAN à l'initiative de l'étude sur la complémentarité économique des différentes zones d'activités présentes sur leur territoire; et le partenariat entre le Conseil Départemental de la Drôme et l'entreprise de papier Emin Leydier.[8]

A travers la construction de cette dynamique, sont révélés de nouveaux types d'acteurs « interface » dont le rôle est de mettre en dialogue les différents acteurs, comme le Syndicat Mixte d'INSPIRA qui met en dialogue les entreprises, l'Etat et les acteurs du territoire, ou encore l'équipe d'animation du GPRA qui met en dialogue les différentes collectivités locales et les développeurs économiques. Il en va de même avec la CNR qui travaille avec ses différents clients industriels sur le territoire et les acteurs du projet de développement. La CNR apporte par ailleurs une vision globale à l'échelle du bassin dans une optique de développement de la voie d'eau et de complémentarité entre les différentes places portuaires (à commencer par le Port de Lyon Edouard Herriot, 1er port intérieur français en terme de tonnage et situé à 50 km au Nord de Salaise, mais aussi plus au sud dans le cadre du développement du Port de Valence géré par la CCI de la Drôme).

Le GPRA joue donc un rôle d' « assembleur », en mettant en dialogue des acteurs hétérogènes et en favorisant leurs interactions, participant ainsi à l'organisation de l'action collective. De ce fait, le GPRA participe, grâce aux concepts de l'EIT, du Report Modal et de l'intelligence territoriale[9], à la construction d'un projet de territoire structurant.

Une lecture par les instruments

Un « instrument » selon Halpern, Lascoumes et Le Galès (2014) est un *« dispositif technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques »*. Il permet donc d'organiser les actions, et vise la coordination des acteurs pour répondre à une problématique spécifique. Ces auteurs font l'hypothèse que les instruments ne sont pas neutres, mais qu'ils sont *« porteurs de représentations et de sens »,* et qu'ils constituent en cela un type particulier d'institution.

[8] Exemples décrits en deuxième partie.

[9] L'intelligence territoriale peut se définir par l'organisation innovante et mutualisée de l'ensemble des connaissances du territoire utiles à sa compréhension, dans un objectif de développement et d'attractivité. Dans le cadre du GPRA, l'Intelligence Territoriale est le socle des deux piliers (EIT et Report Modal), et les questions de gouvernance et de coopération économique sont principalement développées.

Si l'on analyse le GPRA en tant qu' « instrument régional » spécifique, on s'aperçoit en effet que le GPRA Rhône-Médian est porteur de significations et de valeurs centrées autour des questions de coopération territoriale et de gestion collective des enjeux du territoire. Le GPRA véhicule une certaine représentation du développement territorial qui n'est pas uniquement fondé sur des modes de coordinations économiques marchands. Il participe en effet à l'institutionnalisation de nouveaux types d'échanges (partage de connaissance, mise en réseau, réflexion collective etc.) favorisant les liens cognitifs entre acteurs, certes parfois déjà existants, mais qui sont désormais révélés, participant à la construction d'une nouvelle réalité conventionnelle.

L'« instrument génère des effets et organise les pouvoirs » (Halpern *et al.*, 2014) : cela lui permet de gouverner les interactions et le comportement des acteurs par une transformation dans les modes de coordination de ces derniers (diffusion d'un changement dans les règles et dans les représentations) et participe à la définition des fondements d'un nouveau projet de territoire partagé. Cette organisation des interactions sert à réduire l'incertitude et à organiser la coordination des acteurs.

Une reconfiguration de la gouvernance territoriale

Ces dynamiques partenariales appellent à un processus de reconfiguration de la gouvernance sur le territoire, en proposant de nouvelles organisations du pouvoir et de la prise de décisions autour de la gestion de ressources et/ou d'infrastructures spécifiques (ressource foncière, ressource énergétique, infrastructures de transport et infrastructures portuaires sur le territoire « Rhône-Médian »).

Le GPRA s'organise « par projet », c'est-à-dire qu'une réflexion se forme autour d'une certaine problématique locale, que les acteurs s'organisent et intègrent les différentes parties prenantes à la réflexion, et qu'ils tentent de construire un projet commun pour la résoudre. Le GPRA ayant un rôle d'assembleur, il met en lien les différents projets pour co-construire une stratégie territoriale locale de gestion des ressources et des infrastructures. S'opère dès lors un « maillage » des actions pour une structuration du projet. En ce sens, le GPRA, fondé sur les principes de l'EIT, du Report Modal et de l'Intelligence Territoriale, aide à la construction du territoire par l'action collective.

Ce renouveau observé dans la gouvernance (démarche ascendante, réorganisation des pouvoirs, intégration des parties prenantes dans les problématiques, etc.) appelle à être structuré et à gagner en maturité et en visibilité pour, à terme, parvenir à la construction progressive d'une gouvernance élargie à l'ensemble des acteurs, accompagnés par une animation, de la méthode et des outils spécifiques pour que les parties prenantes intègrent le processus

de prise de décision et d'actions sur leur territoire[10]. Brullot et Beaurain (2009) constatent que plus la démarche d'Ecologie Industrielle est mature, plus la gouvernance évolue vers des relations de plus en plus horizontales, multi-acteurs, avec un certain partage des valeurs. Ils nomment ce processus *« d'institutionnalisation du réseau », c'est-à-dire que les acteurs partagent une « proximité institutionnelle », soit « l'adhésion des acteurs à un espace commun de représentations et de règles d'actions orientant les comportements collectifs. Cette proximité institutionnelle, plus ou moins forte, influe sur la mise en compatibilité des différents modes de coordination entre acteurs, et par conséquent sur l'émergence de régularités de coordinations productives localisées »* (Colletis *et al.,* 1999, pp. 27-28 cités par Beaurain et Brullot 2009).

Lorsqu'on observe un autre cas d'étude où l'instrument du GPRA a été déployé, celui de BioVallée[11], on observe qu'à l'issue des cinq ans de la procédure GPRA, lorsqu'on pourrait qualifier la gouvernance de « mature », le contenu efface complètement le cadre de départ : le GPRA a aidé à la construction d'un territoire, structuré autour d'un projet et d'une identité propre, et le label « GPRA » tend à s'effacer des communications des acteurs. On pourrait supposer que, dès lors, le projet BioVallée fait sens en lui-même, le contenu remplaçant le contenant. On pourrait se demander si « Rhône-Médian » va dans ce sens, et s'il existe des outils d'aide à la construction d'une proximité institutionnelle pour structurer et faire évoluer la gouvernance sur ce territoire.

L'outil du métabolisme territorial

Beaurain et Brullot (2009) ont démontré le rôle essentiel de la proximité institutionnelle dans les démarches d'Ecologie Industrielle, participant à la construction collective d'un projet de territoire. « Rhône-Médian » se caractérise par une grande diversité dans les différentes composantes ou fonctions territoriales (portuaire et industriel, agricole, semi-urbain) et par une gouvernance complexe. Cette diversité suppose potentiellement l'existence d'une multitude de représentations et d'intérêts différents des acteurs sur leur(s) territoire(s) : qui dépendent des lieux (et notamment l'identité et l'histoire du lieu) et des types d'acteurs (collectivités, entreprises, syndicats mixtes, etc.).

La question qui se pose sur ce territoire est comment favoriser l'émergence d'une proximité institutionnelle et, partant, une vision commune du projet de territoire ?

[10] C'est l'objet de l'étude d'accompagnement pour une gouvernance élargie décrite en deuxième partie.

[11] Le GPRA Biovallée, soutenu entre 2009 et 2014 dans la Vallée de la Drôme, porte sur trois axes : aménager un éco-territoire de référence ; impulser le développement économique autour de la protection et de la valorisation des bio-ressources et le développement des éco-activités ; accueillir des activités de recherche et formation, (http://www.biovallee.fr/).

Il s'agirait de développer un « outil » qui permette de faire converger ces différences et de mettre en dialogue les acteurs autour de nouveaux enjeux révélés par celui-ci, même si leurs systèmes de valeurs, d'intérêts et de représentations divergent. Notre hypothèse est que la représentation matérielle du fonctionnement du territoire sous la forme du métabolisme territorial pourrait répondre à ce besoin et aider à l'émergence d'une proximité institutionnelle.

Le métabolisme territorial est une représentation du territoire sous le prisme des flux matériels et énergétiques mis en jeu par ses activités industrielles, agricoles, de transport, etc., soit toutes les activités humaines. Le métabolisme territorial matérialise tous les flux des activités qui sont liées au fonctionnement de la vie économique et sociale d'un territoire donné, à une période donnée. Il est généralement issu d'une analyse de la quantité des flux de matières et d'énergie circulant et/ou stockés sur le territoire. L'idée est qu'une telle représentation du territoire permettrait un partage des connaissances par les acteurs, et favoriserait la coordination des connaissances pour une meilleure coordination des actions. Mais cette représentation purement matérielle et quantitative du territoire mérite d'être complétée par d'autres approches qui prennent d'avantage en compte les dimensions territoriales et humaines, afin de comprendre les dynamiques internes au territoire créées par la circulation des flux de matière et d'énergie, ainsi que les liens que cela contribue à tisser entre les acteurs. C'est pourquoi il peut être intéressant d'étudier, en plus des flux de matière et d'énergie, le système d'acteurs qui gouverne l'ensemble de ces flux : l'organisation des acteurs, leur mode de coordination, mais également leur système de valeurs et leurs motivations. L'étude du système d'acteurs pourrait permettre de mieux comprendre les différentes représentations qu'ont les acteurs de leur territoire. Croiser une représentation quantitative du territoire avec ces autres représentations (qui par exemple, au lieu des quantités, nous informeraient sur le poids relatifs des différents flux appréhendés en termes de caractère stratégique ou problématique) pourraient mettre en lumière des facteurs de transition dans une fin de réorganisation et de reterritorialisation des flux, pour un modèle productif plus soutenable.

Ainsi, le métabolisme croisé avec l'analyse du système d'acteurs propose une démarche « systémique » pour comprendre le fonctionnement du territoire à l'interface de ses trois dimensions (Cerceau *et al.,* 2014) : dimension matérielle, dimension organisationnelle et identitaire, et dimension des représentations et des valeurs que projettent les acteurs sur leur territoire. En ce sens, le métabolisme territorial pourrait être qualifié d'« objet-frontière ».

Pascale Trompette, qui reprend le concept de Susan L. Star et James R. Griesemer définit les objets frontières comme des *« objets, abstraits ou concrets, dont la structure est suffisamment commune à plusieurs mondes sociaux pour qu'elle assure un minimum d'identité au niveau de l'intersection tout en étant suffisamment souple pour s'adapter aux besoins et contraintes spécifiques de*

chacun de ces mondes. » (Trompette, 2014). Le métabolisme territorial, entendu comme interface de la représentation matérielle du territoire et des multiples représentations qu'en font ses acteurs, constitue donc un « objet frontière », car il permettrait de traduire et de faire co-exister les différents écosystèmes territoriaux définis par les acteurs.

Mais un des enjeux du métabolisme territorial est son appropriation par les acteurs du territoire, en tant qu'outil d'aide à la décision et à l'action collective. Pour une telle prise en main par les acteurs, il apparaît nécessaire que l'élaboration du métabolisme se développe en interaction entre les experts scientifiques et les acteurs du terrain. *« La participation de ceux-ci à la modélisation de leur territoire paraît une condition importante de leur capacité à s'en approprier les résultats »* (N. Buclet dans ouvrage collectif sur Aussois).

La prise en compte des modes de perception qu'ont les acteurs de leur propre territoire, de ses composantes, des flux, des interrelations, de leurs conflits et de leurs enjeux rend les acteurs « experts », au même titre que les scientifiques, s'intégrant dans une démarche opérationnelle, une aide à la maitrise d'ouvrage de projets durables de territoires.

Cette implication des acteurs aurait l'avantage de *« s'assurer de la motivation des acteurs, de l'intérêt réel à ce qu'une démarche d'écologie territoriale puisse servir à leurs réflexions » et de « permettre aux acteurs les plus variés de contribuer à la co-construction d'une expertise territoriale de qualité et, partant, de se sentir déjà parties prenantes des orientations qui pourront en découler »* (Nicolas Buclet, 2011)

Une telle représentation du territoire, à l'interface de sa matérialité et des représentations qu'en ont les acteurs, permettrait de mettre en évidence les interactions au niveau des diverses activités humaines, et de celles-ci avec l'environnement. L'idée est que la production de connaissances sur un territoire participe à sa définition et à sa structuration matérielle, organisationnelle, ou encore identitaire. Elle permettrait ainsi de mieux caractériser et comprendre les relations entre la ZIP et son territoire alentour, et de voir comment les différentes fonctions du territoire interagissent (relation de dépendance, de concurrence, de nuisance, de symbioses par exemple). Cette représentation permettrait au final de mieux comprendre comment se définit le système territorial et, partant, de structurer un écosystème territorial autour de la ZIP.

Un processus de développement territorial et de construction de l'intérêt collectif

Dans la continuité de Beaurain et Brullot (2009) qui appréhendent l'écologie industrielle comme un processus de développement territorial, la démarche d'Ecologie Industrielle et Territoriale du GPRA « Rhône-Médian », accompagnée de l'outil du métabolisme territorial et de son élaboration collective, aiderait à

la construction d'un territoire fondé sur la coopération et la soutenabilité des process de production.

Selon Beaurain et Brullot (2009) les démarches collectives d'Ecologie Industrielle constituent des tentatives de dépassement des limites de l'agglomération d'entreprises, *« pour s'inscrire dans un processus de spécification territoriale ».* Plus qu'une différenciation du territoire, la spécification est un mode de développement territorial qui se caractérise par la création de ressources et de savoirs spécifiques sur un territoire -non reproductibles ailleurs- par l'interactions entre acteurs, et la proximité institutionnelle (Beaurain et Brullot 2009). Ces ressources et savoirs spécifiques émergent dans la complémentarité des activités, et le territoire devient capable, grâce à des modes de coordination spécifiques basés sur une proximité institutionnelle, de s'assurer de la compatibilité des différents intérêts et objectifs des acteurs, et de construire un intérêt collectif autour de ces apprentissages partagés.

Dans le cas du territoire « Rhône-Médian », un processus de développement territorial est enclenché par la dynamique de l'EIT et par l'instrument du GPRA, autour des enjeux de l'attractivité du territoire, des complémentarités entre activités, des mutations industrielles et tout particulièrement de la gestion des ressources naturelles et des infrastructures. Le territoire se construirait autour de combinaisons productives particulières, qui le rendraient « spécifique » et attractif.

Conclusion

Le GPRA Rhône-Médian, tout autant que le projet de développement d'INSPIRA, fondé sur les principes de l'EIT, du report modal, et de l'Intelligence territoriale, participe de la structuration de l'écosystème territorial autour de la ZIP de Salaise-Sablons. Cette restructuration passe par un développement territorial basé sur la complémentarité des activités et la spécification du territoire, pour la construction progressive d'un intérêt collectif par les acteurs. Le renouveau de la gouvernance qui tend à ouvrir le pouvoir de décision et d'action à plus de parties prenantes, ainsi que les outils favorisant la connaissance du fonctionnement du territoire tels que le métabolisme territorial, appellent au développement d'une « maîtrise de leur destin » par les acteurs. On parle alors de « capabilité collective » (Rauschmayer *et al.*, 2011) ou de capabilité territoriale. Le concept de capabilité tel qu'il est défini par ces auteurs repart du concept des capabilités introduit par Amartya Sen (1999) pour expliquer que la liberté n'est pas seulement l'assouvissement des besoins, mais le fait que chacun puisse se sentir acteur de la production des moyens de

les assouvir et puisse se sentir libre de choisir tant ces moyens que les besoins qu'il souhaite assouvir. Ces « capabilités territoriales » nouvelles permettraient aux acteurs d'un territoire de maîtriser (au moins cognitivement) les décisions prises sur leur territoire et de décider collectivement de leur avenir commun.

Bibliographie

Beaurain C. (2008). La construction d'un territoire à partir des ressources environnementales : l'exemple de l'agglomération dunkerquoise. *Géographie, économie, Société 365-384* 10.

Beaurain C. & Brullot S. (2011). L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* avril, 313.

Buclet N. (2011). Ecologie industrielle et territoriale : stratégies locales pour un développement durable, Presses Universitaires du Septentrion, 310 p. [Collection « Environnement et société » dirigée par Helga-Jane Scarwell]

Cerceau J., Junqua G., Gonzalez C., Laforest V. & Lopez-Ferber M. (2014) Quel territoire pour quelle écologie industrielle ? Contribution à la définition du territoire en écologie industrielle. *Développement durable et territoires.* doi:10.4000/developpementdurable.10179.

Halpern C., Lascoumes P. & Le Galès P. (2014). *L'instrumentation de l'action publique controverses, résistances, effets.* (SciencesPo, les Presses).

Mat N., Cerceau J., Junqua G. & Lopez-Ferber M. (2014). Des approches cloisonnées à l'approche territoriale, plus-value des interactions fonctionnelles dans les territoires industrialo-portuaires. Article de colloque (Conférence Interdisciplinaire sur l'Ecologie Industrielle et Territoriale des 9 et 10 octobre 2014 à Troyes, France)

Rauschmayer F., Omann I., Frühmann J. (eds.) (2011), Sustainable Development: Capabilities, Needs, and Well-being, Routledge.

Sen A. (1999). Un nouveau modèle économique : développement, justice, liberté. Traduction française 2003. Editions Odile Jacob.

Serizier P. (2015). Circuits courts et développement territorial intégré : territoires du Mené, du Seignanx et du Rhône médian. Working papers. N°43 / 2015. Réseau de Recherche sur l'Innovation.

Trompette P. & Vinck D., (2009). Retour sur la notion d'objet-frontière. *Revue d'anthropologie des connaissances* 3, 1, 5.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 7

Vers la « métropole circulaire insulaire » ? Trajectoire socioécologique de La Réunion

Philippe Serizier
Responsable de la Recherche Territoriale
Institut CDC pour la Recherche
Paris - France

Avec la contribution de : Jean-Raymond Mondon
Président , CESER de La Réunion

A la mémoire de Daniel Pavageau et de Marcel Soubou

Biographie

Economiste de formation (DES Panthéon Sorbonne), **Philippe Serizier** *a travaillé pendant vingt ans en bureaux d'études sur des analyses et projets de développement territorial en France métropolitaine et d'Outre-mer et en Europe de l'Est. Entré à l'Etablissement Public de la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC), il a participé au pilotage des Programmes Prioritaires de la CDC consacrés à la Politique de la Ville et au Développement Durable des Territoires, dans le cadre des partenariats institutionnels de la CDC.*

Après une période de détachement auprès de l'Agence Régionale de Développement de la Réunion (chef de projet du Plan réunionnais de Développement Durable 2005-2009) puis du programme LEED de l'OCDE, Philippe Serizier est aujourd'hui responsable de la Recherche Territoriale à l'Institut CDC pour la Recherche.

La Réunion

La Réunion est une île volcanique jeune (son émersion débute il y a trois millions d'années). Elle forme avec Maurice et Rodrigues l'archipel des Mascareignes, isolé dans l'océan Indien à plus de 800 kilomètres à l'est de Madagascar.

Le peuplement de La Réunion remonte à 1643 : les premiers habitants furent des colons blancs proscrits de Fort Dauphin : ils commencèrent la mise en valeur de l'île en faisant venir des ouvriers agricoles malgaches ; l'esclavage ne fut installé que deux générations après, sous l'impulsion de la Compagnie des Indes intégrant l'île au développement de son système d'exploitation. Elle a été depuis vouée aux cultures industrielles, d'abord le café puis la canne à sucre à partir du XIXe siècle.

La Réunion – ainsi appelée de 1793 à 1806, puis à partir de 1848 en mémoire du rassemblement des troupes volontaires pour défendre la Révolution Française en l'an II – a un relief extrêmement accidenté : elle culmine à plus de 3000 mètres d'altitude, sur une superficie de 2500 km² actuellement. Environ 60 % de cet espace est impropre aux aménagements (40 % de la superficie de l'île est classé en zone naturelle protégée). La Surface Agricole Utile ne représente que 18% de la surface totale ; plus de la moitié en est occupée par la sole cannière.

La population de La Réunion atteignait 840 000 habitants en 2012, dont 32 % de moins de 20 ans ; le seuil du million d'habitants sera franchi au début des années 2020. Cette population vit donc sur environ 20 % de la superficie de l'île, avec une densité avoisinant celle des villes nouvelles de la région parisienne ; dans un processus d'étalement urbain quasi-continu à proximité du littoral, ce qui a pu faire parler de « métropole circulaire insulaire » à propos de La Réunion.

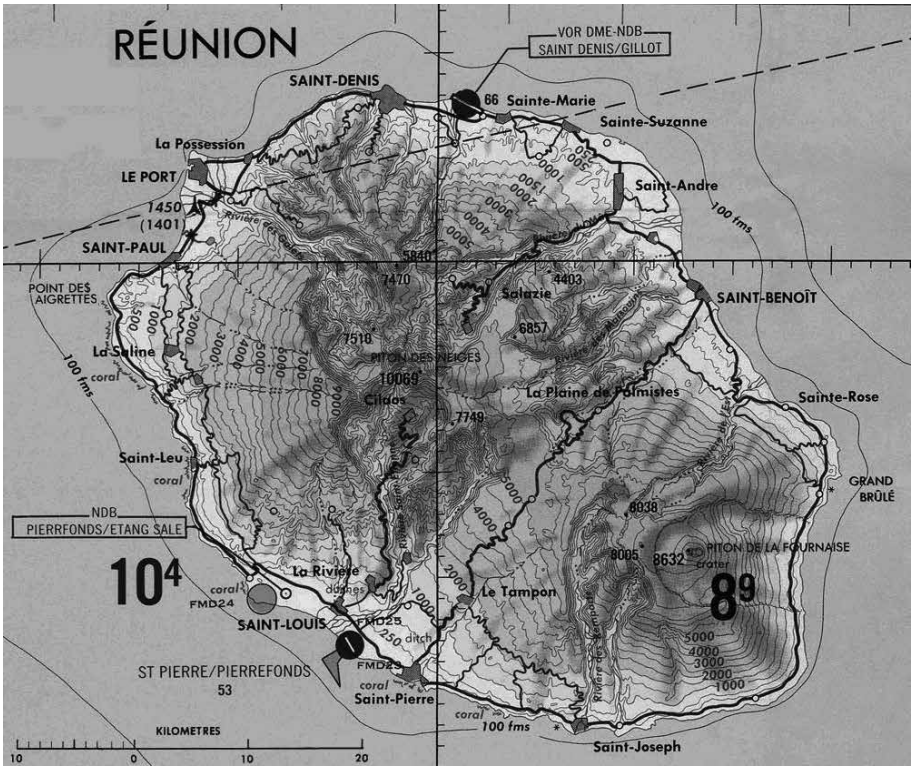
La Réunion est devenue département français en 1946, puis Région en 1982 ; elle est éligible aux fonds structurels européens depuis 1988 et a été reconnue comme Région Ultrapériphérique de l'Union Européenne par le Traité de Maastricht en 1992. La préoccupation dominante dans les trente dernières années est celle du rattrapage économique et social par rapport à la Métropole et à l'Europe. Malgré les subsides communautaires pour l'ajustement structurel, malgré l'accession à l'égalité sociale dans le système français au début de ce millénaire, le Produit Intérieur Brut de la Réunion atteint à peine la moitié du niveau moyen des régions de l'Europe continentale, et le taux de chômage avoisine les 30 %.

Dans ce contexte, la Réunion n'a jamais été « pensée » en termes d'économie circulaire. On a pu la désigner « Ile à sucre », comme « Station orbitale de l'Europe dans l'océan Indien », comme modèle d'intégration pluriculturelle et

pluriethnique », comme « Laboratoire des énergies renouvelables », jamais encore comme écosystème portuaire.

C'est à partir de la prise de conscience progressive de l'interpénétration des enjeux territoriaux de La Réunion dans le contexte économique, environnemental et géopolitique d'aujourd'hui que se révèlent toutes les dimensions de l'économie portuaire ; et l'on peut tenter de définir « en creux » les fondamentaux d'une écologie territoriale portuaire, qui n'a donné lieu à ce jour ni à une véritable théorisation, ni à des stratégies formalisées.

Figure 1 : Carte de La Réunion



Source : Imago Mundi.

Le port de La Réunion

Aux origines : côte accore et agriculture coloniale

A partir de la Restauration, le développement de la culture industrielle de la canne à sucre et le volume d'exportation qui en découle mettent en exergue l'enjeu d'un outil portuaire adapté : l'île étant dépourvue de ports naturels, l'embarquement

du sucre est assuré à partir des marines plus ou moins équipées d'appontements rudimentaires, échelonnées dans les anses le long de la côte (hors du rivage de la Fournaise) : au milieu du XIXe siècle, elles assurent l'exportation de 160 000 tonnes de sucre. Au XVIIIe siècle déjà, sous l'administration de la Compagnie de Indes par Mahé de la Bourdonnais a été construit un port au Barachois de Saint-Denis, assez vite détruit par un cyclone ; au siècle suivant plusieurs projets d'ingénieurs avortent ; une nouvelle construction est entreprise au Barachois, à son tour emportée par une tempête. A Saint Pierre, une construction est entreprise en 1854 ; elle sera poursuivie jusqu'en 1888 et sera interrompue après des difficultés financières récurrentes, et l'ouvrage – par ailleurs sous-dimensionné pour accueillir des navires de plus en plus grands – restera inachevé.

Le principe d'un port artificiel finit alors par s'affirmer, et le choix du site se porte sur la Pointe des Galets, dans le cône de déjection de la Rivière des Galets, exutoire du Cirque de Mafate : c'est le seul site permettant un creusement facile et de grande ampleur, assurant la protection contre les aléas météorologiques ; de plus, il se situe en position médiane dans le bassin de production du sucre. En 1874 une compagnie ad hoc est créée, à laquelle le Conseil général concède la réalisation du projet ; et l'année suivante lui est également concédée la construction d'un chemin de fer, qui assurera l'acheminement de la production du sucre depuis Saint Pierre et Saint Benoît. Le chemin de fer est réalisé en 1882, le port est mis en service en 1886. Immédiatement l'exploitation de la compagnie est déficitaire du fait du dumping des entreprises de batelage indépendantes : le port devient propriété de l'Etat en 1889.

La construction du Port et du chemin de fer amène l'installation de nombreux ouvriers dans le site naturellement désertique de la Pointe des Galets. La présence de cette population, atteignant rapidement 2000 habitants et vivant dans des conditions de grande pauvreté et précarité, amena l'Etat à créer en 1895 la commune du Port, ce qui répondait aux vœux de la commune de La Possession dans laquelle jusqu'alors était inclus le site portuaire.

Plus d'un siècle après, la localisation à la Pointe des Galets perdure, et le port, du fait des enjeux stratégiques qu'il concentre, est resté propriété de l'Etat jusqu'en 1950 et sous sa tutelle jusqu'en 2013 où il a pris le statut de Grand Port Maritime.

Port Réunion à la Pointe des Galets, « aleph » du développement réunionnais

L'infrastructure portuaire originelle avait été créée essentiellement pour assurer une fonction d'exportation ; un siècle après, la donne est inversée. Les exportations ne représentent plus que 15 % du trafic global, dont 60 % de produits agro-alimentaires et dont environ le tiers, en valeur comme en tonnage, est constitué

des produits de la filière canne – la production de sucre se maintenant à un peu plus de 200 000t./an. En revanche, à partir de la départementalisation, du fait de la croissance démographique - grâce à l'amélioration considérable des conditions sanitaires, la population de La Réunion fait plus que tripler de la Libération à aujourd'hui - et de l'accroissement du niveau de vie et d'équipement, les besoins d'importation, au regard des capacités de production interne, augmentent rapidement. En 2012, Port Réunion était le neuvième port français par le tonnage traité, et le quatrième pour le trafic conteneurisé, avec 4,1 millions de t./an de marchandises, dont 3,5 millions de tonnes d'importation.

Une économie productive qui n'a pas décollé, et une progression énorme de l'économie résidentielle portée par les boosters des systèmes de redistribution français et européen ; cette trajectoire se lit dans l'occupation même de l'espace portuaire : dès les années 70 le site initial, saturé, est étouffé dans son extension, moins par la ville que par les installations péri-portuaires liées à la gestion des importations, principalement des « zones industrielles » à statut foncier privé qui sont en fait principalement des zones d'entreposage. Le creusement d'un nouveau site plus à l'Est est entrepris en 1982 et le Port Est est mis en service en 1985. Il a fait depuis l'objet de plusieurs extensions, et grâce à l'apport des fonds structurels européens, Port Réunion est le port du Sud-Ouest océan Indien doté aujourd'hui de l'outillage portuaire le plus perfectionné. Les déblais de creusement du port Est ont été utilisés pour édifier en contiguïté, sur plus de 80 ha des plates-formes destinées dès leur création, à l'aménagement futur de zones industrialo-portuaires (ou ZAP : Zone Arrière-Portuaire).

Trente ans après, les terre-pleins portuaires du port Est accueillent plusieurs espaces dédiés au stockage de produits importés : terminal céréalier, terminal cimentier, et pendant longtemps un espace occupé par le garage provisoire des voitures importées ; le projet stratégique du Grand Port Maritime prévoit notamment la création d'un espace de stockage des matières dangereuses.

En revanche, les plateformes de la ZAP restent en majeure partie inoccupées ; dans un contexte de rareté du foncier économique, elles ont accueilli quelques activités dont l'implantation en proximité du port n'était pas fortement justifiée ; et cela faute d'avoir jamais établi un projet d'aménagement arrière-portuaire régi par une stratégie de développement économique solide.

Les raisons de ce « vide » stratégique sont diverses.

L'Etat, sous l'autorité duquel était placé le port (qui a eu le statut de Port national jusqu'à son classement en Grand Port Maritime en 2013), a durant toute cette période conduit sa politique de développement dans le souci exclusif d'optimiser et de sécuriser l'approvisionnement de l'île.

Parallèlement, la CCI de la Réunion, concessionnaire de l'exploitation du port tant qu'il a été port national, a toujours privilégié l'intérêt des activités

commerciales par rapport à une quelconque stratégie industrielle. La situation foncière des espaces péri-portuaires est complexe, dans leur histoire et dans leur statut, ce qui a favorisé des antagonismes entre institutions plutôt que le consensus stratégique. Lors de la départementalisation et de la dévolution du domaine colonial en 1946, les terrains péri-portuaires ne furent pas attribués à la commune du Port, au motif de l'insuffisance de ses moyens, et furent donnés en gestion au Département, ce qui a créé une situation conflictuelle durable. Simultanément l'Etat, dans les Schémas portuaires successifs, a imposé de limiter les aménagements des plateformes arrière portuaires à des Autorisations d'Occupation Temporaire (AOT), afin de préserver la possibilité de creusement à long terme de nouvelles darses rendues nécessaires par l'augmentation linéaire des trafics d'importation. Enfin, les limites des perspectives stratégiques de développement péri-portuaire tiennent également aux contraintes géographiques et physiques qui affectent le territoire et son modèle économique. On peut voir un marqueur significatif de ces limites dans la structure de ses importations. Les biens de consommation représentant 33,6% du total en valeur (en 2012) . A noter que dans le domaine alimentaire, malgré des progrès considérables dans certains secteurs (lait, volailles, légumes) l'île ne saurait être autosuffisante et restera dépendante de l'extérieur : « Le riz est l'aliment de base du Réunionnais, et il n'en a jamais vu pousser » ; et une proportion notable des produits alimentaires importés provient de l'extérieur de la zone Sud-Est océan Indien. Les biens intermédiaires ne représentent que 21,2% des importations. Si les biens d'équipement comptent pour 25,1 %, parmi eux les machines et l'équipement industriel ne représentent que 5,2 %, alors que les importations de véhicules représentent 10,8 %, et celles d'énergie 15,3%. La Réunion a peu de matière première ; les essais de développement de filières à partir de matériaux locaux (bois, pouzzolane) ont échoué ou avorté. La Réunion a bien sûr toujours été dépendante en hydrocarbures ; jusqu'en 1985 elle était autosuffisante en électricité, mais à partir de cette date les besoins ont dépassé la capacité de production hydroélectrique locale ; cela a poussé à la diversification dans le champ des énergies renouvelables, mais surtout à l'importation d'énergies fossiles (pétrole et charbon). Ces conditions ne permettent pas l'implantation d'industries lourdes, absentes – comme dans le reste de l'île - de la périphérie portuaire, ainsi dépourvue des fondements productifs à la base des processus classiques d'écologie industrielle.

L'industrie – qui ne représente que 13% de la Valeur Ajoutée totale de La Réunion, contre 24% pour le commerce et 38% pour les services - s'est en fait développée depuis les années 60 dans le secteur de l'import-substitution, et au sein de celui-ci principalement dans l'agro-alimentaire et dans les filières qui lui sont liées (transformation du plastique), ainsi que dans le secteur des Bâtiments et Travaux Publics (BTP), telles que les charpentes métalliques par exemple. L'implantation de ces activités n'est pas régie par un déterminisme péri-portuaire stricto sensu, et de fait sont assez réparties dans les différents

foyers d'activité de l'Ile. Mais aujourd'hui, l'import-substitution marque le pas, ayant occupé l'essentiel des créneaux qui lui étaient accessibles pour répondre aux besoins de consommation de La Réunion.

L'espace, la vraie « matière » d'une écologie industrielle réunionnaise

Cette situation de l'espace péri-portuaire, pratiquement figée depuis trente ans, tient également à un contexte politique et économique plus général. Le « gel » des plateformes arrière-portuaires instauré par l'Etat à travers ses schémas portuaires, a présenté l'avantage de les préserver en tant que réserve potentielle de matériaux pour le BTP depuis 1996, date à laquelle une autorisation d'exploitation de carrière a été accordée au concessionnaire portuaire, à partir de l'interdiction de l'extraction de matériaux dans le lit de la Rivière des Galets qui en déstabilisait le cours, dans un contexte de besoins élevés et constants pour la construction de logements et d'infrastructures.

Ce facteur de statu quo n'est plus d'actualité. Certes, les ressources alluvionnaires en matériaux restent en voie d'épuisement, mais l'importance même des besoins à venir – notamment pour la réalisation de la Nouvelle Route du Littoral (NRL) - a conduit au principe d'autorisation de nouvelles carrières et « étend » la question de la ressource en matériaux. D'autre part, l'option, maintenue depuis 1985, d'un creusement à long terme de nouvelles darses en profondeur par rapport au trait de côte est écartée. D'abord parce qu'un panel d'experts missionné par la Ville du Port et la communauté d'agglomération du Territoire de la Côte Ouest (TCO) en 2011 (Panel international INTA, 2011) a mis en évidence l'inconvénient, en termes de perte de productivité, d'une extension perpendiculaire à l'orientation des darses actuelles. Par ailleurs, les études d'impact environnemental ont signalé le danger d'un creusement en profondeur pour les nappes aquifères alimentant la ville du Port, du fait du risque d'augmentation de la salinité de l'eau, déjà à la limite de la norme ; et ce alors que la ville dispose de peu d'alternatives d'approvisionnement, l'utilisation de l'eau « basculée » depuis les cirques de Salazie et Mafate étant à l'origine réservée prioritairement à l'usage agricole (selon les dispositions du Programme d'Intérêt Général règlementant la destination du dispositif de transfert des eaux Est-Ouest financé par le FEDER, en maîtrise d'ouvrage du Département).

Le Projet Stratégique 2014-2018 élaboré par le Grand Port Maritime dès sa mise en place, a intégré ces facteurs : il pose désormais le principe d'extensions réalisées longitudinalement au trait de côte, par creusement ou par exondement ; il entérine le principe de l'aménagement des espaces arrière-portuaires du port Est sans le caractériser, renvoyant à une « étude de vocation » qui s'inscrira donc dans la succession des études lancées pour ce site depuis 1986.

Figure 2 : Projets d'aménagement port Ouest port Est – Rapport d'évaluation environnementale projet stratégique Grand Port Maritime de La Réunion

Source : GPM de La Réunion.

Pour autant, l'écosystème portuaire n'en reste pas moins assujetti à l'incidence des grands projets d'infrastructures de l'île : le chantier de la NRL devrait nécessiter non seulement 14 millions de m3 de matériaux minéraux (remblais et enrochements) mais aussi une importation de ciment à due proportion, durant toute le période de construction. Cela nécessitera, à l'intérieur de la circonscription portuaire, un agencement spécifique d'une dimension supérieure au terminal cimentier actuel, qui s'ajoutera aux autres aménagements dédiés au stockage de produits importés, notamment le terminal céréalier et le terminal charbonnier ; le projet stratégique du Grand Port Maritime de la Réunion (GPMR) prévoit également un espace réservé au stockage de produits dangereux.

Le Projet Stratégique du GPMR comporte toutefois une ambition de développement de La Réunion en direction de l'extérieur, en positionnant Port Réunion comme pôle de redistribution régional. Aujourd'hui, l'importation de containers est déjà « feederisée » à plus de 70 % à partir des hubs du Moyen-Orient et de Singapour, et le risque de marginalisation de Port Réunion est réel. A noter que l'île a déjà été exposée, en Août-Septembre 2008, à un risque de rupture d'approvisionnement du fait d'un défaut de l'offre d'affrètement, la destination devenant peu attractive par rapport à d'autres routes maritimes ; la crise est venue à point, du fait de la baisse générale de la demande de trafic maritime, pour relancer l'attraction des affréteurs vers le Sud-Ouest océan Indien.

La stratégie du GPMR s'inscrit ainsi dans le cadre d'un protocole d'accord avec la compagnie CMA CGM. Le projet est fondé sur la recherche d'un gain d'attractivité : par l'accroissement de la capacité d'accès et de traitement des containers (accueil de navires de 14,50 m de tirant d'eau et de chargements de 9000 EVP dans un premier temps, passage de 215 000 EVP/an en 2013 à 415 000 à terme), et de perfectionnements techniques tels que la création d'une unité d'avitaillement en gaz naturel liquide, en remplacement du fuel. Le GPMR compte ainsi établir un avantage concurrentiel par rapport à Port-Louis, où l'augmentation d'accessibilité serait limitée, et Durban qui serait saturé[12]. Le GPRM et CMA CGM souhaitent développer, à partir de la Réunion, l'alimentation des ports de Madagascar et du Mozambique.

Figure 3 : Positionnement de La Réunion au regard des routes maritimes

Source Projet Stratégique GPMR.

Le projet implique bien sûr un accroissement sensible de l'activité de transbordement et d'empotage-dépotage, à intégrer dans un espace déjà très contraint (sur ce plan, Port Réunion est désavantagé comparativement à Port Louis par exemple). Du fait de la limitation des surfaces en proximité des quais, les marges de manœuvre sont donc à rechercher dans une amélioration de la performance de l'activité portuaire dans sa globalité, le Projet Stratégique du GPMR rejoignant les conclusions du panel Ville du Port – TCO – INTA de 2011. Ces gains de performance sont à rechercher en premier lieu, dans la productivité propre de l'activité portuaire – de ce point de vue Port Réunion étant au plus haut niveau d'équipement technique parmi les ports du Sud-Ouest

[12] Actuellement Port-Louis traite 1million d'EVP/an, et Duban 2,7 millions d' EVP /an.

océan Indien. De plus, Port Réunion a un avantage non négligeable par rapport aux autres ports de la zone (Madagascar et Maurice), sa sécurité et sa stabilité, à de multiples points de vue : institutionnel, juridique, financier et sanitaire.

L'autre voie d'amélioration du fonctionnement global du port serait le déplacement de certaines activités dans l'espace réunionnais, afin de libérer des surfaces pour la fonction de transbordement. Les réflexions menées dans ce sens depuis deux décennies n'ont pas été concluantes à ce jour. Un thème récurrent est celui du « Port sec », sur le principe d'une délocalisation d'une partie des opérations de dédouanement dans d'autres sites de l'île.

Un premier obstacle à cette solution a été longtemps celui des liaisons entre Le Port et les différents foyers d'implantations économiques de La Réunion. Rappelons que l'écosystème portuaire initial associait l'infrastructure portuaire à un réseau ferré la reliant à Saint Pierre vers le sud d'une part, Saint-Denis et Saint-Benoît vers le Nord et l'Est d'autre part. Le deuxième terme du binôme a disparu par étapes : suppression de la liaison vers le Sud en 1957, de la liaison Saint-Denis – Saint-Benoît en 1963, enfin du tronçon Saint-Denis – La Possession en 1976. Comme raison de cette disparition est invoquée l'importance des coûts de maintenance et de sécurisation, dans un contexte de lobbying pour le « tout routier » et aussi, selon certaines analyses, du fait que le train était perçu comme un levier efficient de prosélytisme syndical de la part des cheminots et des dockers auprès des employés des sucreries. L'émergence du projet de tram-train porté par le Conseil régional à partir de 2004 a donné lieu à des hypothèses d'utilisation de la nouvelle liaison pour rétablir un transport de marchandises ; la question du transit des matières dangereuses a mis en évidence la difficulté de restaurer un trafic « marchandises » abandonné il y a un demi-siècle, à travers des espaces où, depuis, l'urbanisation a considérablement gagné. Le projet de tram-train a d'ailleurs été reporté en 2010, au profit d'une liaison routière « sécurisée » Saint Denis - La Possession, la NRL, dont le chantier a débuté en 2014 et qui doit être en service en 2019. Cette dernière comportera cependant six voies, dont deux réservées à du transport en commun, avec à terme l'idée d'un réseau guidé. A noter que la liaison routière entre le secteur portuaire et le Sud a été considérablement améliorée par la mise en service de la Route des Tamarins en 2009.

Plus peut-être que la question des liaisons physiques, la difficulté de réaliser un dispositif de type « port-sec» provient d'une absence de gouvernance et de capacité à arbitrer la concurrence entre les gestionnaires du Port et les sites pouvant prétendre à accueillir une implantation alternative (Ouest, Nord, Sud, auxquels se sont ajoutés au début des années 2000 les potentialités du site de Cambaie sur la rive gauche de l'embouchure de la Rivière des Galets, inclus désormais dans le projet d'Ecocité du TCO). La Chambre de Commerce et d'Industrie de La Réunion a naguère réalisé différentes études de faisabilité, sur un concept de « Plateformes de Développement Economique » (PFDE), binômes

terminal conteneurs/espaces logistiques, avec une hypothèse d'implantation dans deux sites : Sud (12ha) et Est (3ha). Mais ces projets n'avaient pas la taille critique permettant de dégager la rentabilité attendue.

A noter aujourd'hui la réémergence de l'idée de l'implantation d'une nouvelle zone portuaire dans l'est de l'île, avancée en particulier par la mairie de Saint-André qui effectue des démarches en ce sens à tous les niveaux (régional, national et européen).

Un écosystème social et urbain portuaire qui se banalise

Les 2000 habitants de la commune du Port à sa création en 1895 constituaient le seul véritable noyau de population ouvrière de La Réunion, prolétariat bien distinct de celui, issu de l'esclavage et de l'engagisme, engendré par l'économie latifundiaire sur le reste de l'île. Autour de l'enceinte portuaire, au-delà d'un mince quartier de négociants, la population se fixe dans des conditions d'habitat et de salubrité très défectueuses. L'équipe municipale élue en 1971 met en place une stratégie d'urbanisme à long terme selon trois « cercles » centrés sur le port : elle s'applique dans un premier temps au cercle le plus éloigné où sont aménagés des quartiers d'habitat social ainsi que de nouvelles zones d'activité.

Dans un deuxième temps – et selon une temporalité plus longue, la ville s'engage dans la requalification des bidonvilles de la « ceinture » intermédiaire ; elle adopte une stratégie visant une mise à niveau en termes de viabilisation et de salubrité tout en maintenant les ménages et les activités commerciales en place, en respectant la maille d'habitat et l'organisation « spontanée » des quartiers ; modèle rompant avec la pratique usitée jusqu'alors de démolition – transfert en habitat social collectif, et à valeur d'exemplarité pour l'ensemble de l'outre-mer français. Enfin, à partir de la fin des années 80, débute un processus de concertation entre la Ville et les autorités portuaires pour l'ouverture de la ville sur le port Ouest, qui se concrétise maintenant par le réinvestissement des « Grandes Maisons » historiques accueillant autrefois le commandement du Port par des services municipaux, et par l'accessibilité organisée entre la darse Sud (Pêche et plaisance) et les quartiers restructurés avoisinants.

Une des dernières illustrations notables de la culture ouvrière portoise aura été la « sortie par le haut » de la mutation du statut des dockers avec la constitution en 1992 de la COR, coopérative ouvrière de manutention portuaire, qui parmi les aconiers assurant le déchargement des vracs est aujourd'hui la seule société à présenter le label ISO 9001.

La population de la commune du Port, qui atteignait 9000 habitants lors de la départementalisation, a culminé à 38 000 habitants vers l'an 2000 ; depuis, elle a subi un léger tassement. La proximité du port en a fait la principale commune industrielle de l'île, sans qu'il s'agisse de développement industrialo-portuaire à proprement parler : elle concentre 58 % des emplois industriels de la zone d'emploi de l'Ouest, qui, elle-même, regroupe le tiers de ceux de l'ensemble de La Réunion. En 2012, la commune du Port accueillait 19 500 emplois, dont 57 % d'ouvriers et d'employés. L'indicateur de concentration de l'emploi atteignait 240 % ; mais il est vrai, avec 33% seulement des 15-64 ans résidant dans la commune ayant un emploi, et un taux de chômage de 49% (70 % chez les 15 à 24 ans).

Cette concentration d'entreprises a été la source de la richesse fiscale qui a permis à la ville le considérable effort d'équipement et d'aménagement accompli en quarante ans. L'avènement de l'intercommunalité a changé le contexte, et dans la dernière décennie la volonté de maintenir le « leadership industriel » est apparue moins sensible chez les élus que le souci d'un partage de la « gentrification » au niveau de l'ensemble du TCO. Cette évolution s'est notamment manifestée à l'occasion du panel stratégique de 2011 où, dans les projections d'avenir proposées pour la Zone Arrière Portuaire du port Est, la vocation industrialo-portuaire classique le cède à une option de nouveau quartier urbain mixant habitat, services et nouvelles activités.

Mais quelles « nouvelles activités », et dans quelle mesure pourraient-elles relever d'une démarche d'écologie industrielle et territoriale ?

Quelle stratégie d'écologie industrielle et territoriale pour La Réunion ?

La structure d'occupation de l'espace et des activités du port de la Pointe des Galets ouvre un champ limité aux stratégies classiques d'écologie industrielle portuaire. Certes, le Projet stratégique du GPMR comporte une ambition explicite d'écologie industrielle, qui se traduit surtout dans l'objectif de mise aux normes de l'exploitation portuaire ; et le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, autorité environnementale appelée à prononcer un avis délibéré sur le Projet stratégique, renchérit (en 2014) sur l'effort de mise à niveau du traitement des déchets portuaires ; l'avis revient aussi sur des aspects sensibles déjà mentionnés : la préservation des nappes aquifères, mais aussi le maintien du trait de côte, qui nécessite un apport régulier de matériaux dragués dans le chenal du port Ouest pour préserver le site de stockage d'hydrocarbures.

Par ailleurs, le secteur du port accueille, en circonscription portuaire ou à proximité, quatre des six « installations industrielles à risque majeur » de La

Réunion (pour l'essentiel des installations de stockage d'hydrocarbures ou de produits chimiques), dont la seule installation classée « Seveso seuil haut », en l'occurrence le dépôt d'hydrocarbures de la Société Réunionnaise des Produits Pétroliers (SRPP), avec à proximité le dépôt d'hydrocarbures de la centrale thermique fuel-gazole d'EDF. A noter dans le domaine de la production d'électricité que le taux d'indépendance énergétique de la Réunion a diminué de 2000 à 2013 (de 15,3 % à 12,8 %), malgré l'émergence d'une diversification des énergies renouvelables (notamment par le développement du photovoltaïque) consécutive à la mise en œuvre du Plan Régional pour les Energies Renouvelables et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (PRERURE) lancé en 2002 par le Conseil régional, avec un objectif d'autonomie énergétique en 2025 ; sur la période 2000 – 2015, la consommation d'énergie primaire provenant de ressources fossiles importées a augmenté de 41 % ; celle de charbon ayant plus que doublé, avec comme principale utilisation celle de combustible d'appoint à l'utilisation de la bagasse (« coproduit » de la canne à sucre) dans les deux centrales thermiques connexes aux usines sucrières de l'île, dans le Sud et dans l'Est.

Les établissements classés de La Réunion ne sont pas liés à une activité industrielle et engendrent peu de flux « connexes » de matière ou d'énergie. Le principal problème est leur localisation même, à proximité de zones d'habitation et d'activité relativement denses. Or, guère plus qu'au XIXe siècle, il n'y a d'alternative sérieuse au site actuel pour l'installation d'un équipement portuaire – l'île étant dépourvue de plateau continental, le lieu le plus propice à la construction d'un port en eau profonde est justement celui de la Pointe des Galets, grâce aux moyens techniques actuels et à raison d'un coût notable (SOGREAH, 1974). La seule possibilité de « délocalisation » - très partielle, et sous réserve d'études techniques encore à approfondir - serait le projet portuaire de Saint-André dans l'Est (cf supra), qui permettrait notamment le dédoublement du dépôt d'hydrocarbure grâce à un pipe relié à un appontement en mer.

Un changement de dimension de l'écosystème portuaire insulaire pourrait procéder de son inscription dans un fonctionnement en réseau des ports de l'océan Indien. On a vu que le projet stratégique se plaçait plus dans un positionnement de concurrence que de coopération avec ses voisins, alors même que le devenir des routes maritimes est très aléatoire (poids croissant des échanges Asie-Amérique, accessibilité progressive de l'Arctique).

De plus, le projet stratégique est très axé sur le transbordement ; faisant peu mention d'activités de transformation connexe. Malgré des pétitions de principe répétant l'objectif d'aménagement des ZAP affiché depuis les années 80, le projet ne s'accompagne d'aucune disposition volontariste à leur sujet et semble aujourd'hui implicitement laissé à l'initiative des collectivités territoriales. Il est vrai que le devenir d'une activité productive « classique » tournée vers l'export semble encore plus hypothéqué qu'autrefois, pour des raisons de gouvernance

qui relèvent désormais moins du niveau local que du niveau européen et mondial. En effet, La Réunion se trouve « prise en étau » entre deux stratégies contradictoires de l'Union européenne ; d'une part, le Traité de Maastricht – et la DG Regio (Directorate-General for Regional and Urban Policy) - a clairement enjoint à ses Régions ultrapériphériques d'inscrire leur devenir économique dans leurs zones géographiques respectives (le Sud-Ouest océan Indien en ce qui concerne La Réunion) ; mais par ailleurs, les Accords de Partenariat Economique issus de la concertation interne à l'Organisation Mondiale du Commerce – et de fait la DG Trade (Directorate-General for Trade) - répertorient La Réunion comme région de l'Union Européenne, présentant théoriquement le même niveau de développement que l'ensemble de l'Europe, et justifiant de ce fait les défenses douanières des pays environnants visant à limiter l'entrée de ses produits et services.

On observe une situation analogue dans le domaine particulier de la gestion des déchets, enjeu fort dans un territoire insulaire à la fois dense et exigu tel que La Réunion : mis à part les déchets ménagers, les filières locales de traitement n'existent pas, faute notamment de taille critique. Or, non seulement l'exportation de déchets vers des pays extérieurs à l'OCDE est interdite, mais également toute escale, ce qui rend très complexe l'exportation vers l'Europe ; celle-ci souffre par ailleurs de certaines incohérences dans l'application juxtaposée du règlement européen et de la Convention de Bâle.

Cependant, on peut identifier les fondements d'une écologie industrielle spécifique à la « métropole circulaire insulaire ».

C'est dans le domaine de la pêche que le Projet Stratégique du GPMR se montre le plus volontariste – mise à part la stratégie de développement du transbordement - projetant la restructuration et la modernisation du pôle pêche au Port Ouest, ainsi que la création d'ateliers destinés à l'exportation par conteneurs frigorifiés. Le projet portuaire prend ainsi acte de la progression sensible de l'activité pêche à La Réunion. Malgré les difficultés rencontrées pour structurer la filière, et malgré le transfert à Maurice en 2013 de la majorité de l'activité de la SAPMER, principale société de pêche de l'île, filiale du groupe Bourbon (pour la raison déjà mentionnée de la situation concurrentielle défavorable d'une production européenne dans le contexte des APE) , la croissance de l'activité s'est traduite dans les dernières années par l'augmentation des exportations : celles-ci sont passées de 48 M€ en 2008 à 67 M€ en 2012, représentant désormais plus de 20 % du produit exporté de La Réunion, sensiblement au même niveau que les exportations de sucre. Cette progression cautionne le potentiel attribué à La Réunion dans le domaine halieutique. La Réunion est au centre d' un ensemble de Zones Economiques Exclusives (ZEE) – celles de La Réunion, celles des TAAF (Terres Australes et Antarctiques Françaises) et celles des Iles Eparses - de 2 650 millions de km². Il faut y ajouter les ZEE des quatre autres états de la Commission de l'Océan Indien (COI), représentant 4 000

millions de km² au total : dans la COI, créée en 1984 par l'Accord de Victoria, La Réunion, région ultrapériphérique de l'UE, est associée de plain-pied avec quatre pays ACP (Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique) insulaires : les Comores, Madagascar, Maurice et les Seychelles. D'après le droit international de la mer, une Zone Economique Exclusive est un espace maritime sur lequel un État côtier exerce des droits souverains en matière d'exploration et d'usage des ressources (y compris celles des fonds marins). Ses axes stratégiques privilégient la « croissance bleue » des cinq territoires dans la préservation du capital environnemental, et c'est la présence de La Réunion dans l'organisation qui permet d'envisager la valorisation raisonnée de leur potentiel, malgré l'obstacle que constituent les ACP à leur coopération économique : notamment, Qualitropic, le Pôle de Compétitivité de La Réunion pour l'agronutrition en milieu tropical, converge dans ses objectifs avec ceux de la COI pour la constitution de systèmes économiques insulaires autosuffisants. .

Certains soulignent que La Réunion est au cœur de la dernière réserve halieutique durable du monde (Folliot et Louy, 2009) : grâce notamment aux ZEE des TAAF, régies par des quotas contrôlés par le Muséum d'Histoire Naturelle ; et en dépit d'une pêche dans les ZEE de la COI piratée à plus de 90% par différents pays du Sud-Est asiatique. Il est d'ailleurs prévu d'implanter à La Réunion un siège permanent de la Conférence Thonière de l'océan Indien, qui regroupe une trentaine de pays riverains. Le Projet Stratégique du GPMR prévoit l'augmentation de l'équipement frigorifique des installations portuaires, notamment du fait du développement de la conteneurisation réfrigérée. La question du froid industriel n'est qu'un des aspects de la question plus large de la transition énergétique dans la production de frigories, dont il apparaît que le gisement de demain proviendra de l'océan, par l'exploitation d'un gradient thermique négatif. Il faut en induire un renouvellement de l'urbanisation résidentielle et économique concentrée sur la proximité de l'océan, dans une densification structurée. Dans cette recomposition, le complexe portuaire peut jouer un rôle nodal.

Dans ce contexte, le site de la Pointe des Galets présente une polyvalence portuaire singulière : outre la fonction de port de commerce vrac-hydrocarbures-conteneurs, il accueille aussi le troisième port militaire de France, l'activité pêche (hauturière et côtière), la base arrière de l'exploration scientifique des TAAF ; le seul site de plaisance réellement sécurisé à La Réunion avec 450 emplacements, enfin une escale de croisière avec une gare maritime accueillant de 15 000 à 25 000 passagers selon les années. Cette proximité des fonctions est propice aux mutualisations et au cumul d'attractivité, comme à la fixation à proximité de services et de structures à forte valeur ajoutée (entre autres, l'antenne d'IFREMER dans l'océan Indien). Le meilleur exemple de complémentarité des fonctions de Port Réunion est fourni par le rôle dissuasif joué par la Marine nationale dans la prévention du piratage dans l'écosystème halieutique des ZEE de la COI.

L'économie portuaire, et l'écologie industrielle et territoriale qui lui est liée, dans un territoire aussi restreint que La Réunion, relèvent d'une polarité impliquant l'ensemble du territoire insulaire. L'ouverture sur la mer, et l'ouverture sur l'extérieur tant évoquées dans les documents stratégiques successifs, rejoignent l'impératif de mutation énergétique. On peut envisager une écologie territoriale qui serait d'abord celle des espaces. A La Réunion, le lien entre l'activité économique et l'organisation de l'espace aura été longtemps régi par la préservation de la sole cannière . Cette priorité a eu le grand mérite d'éviter un étalement généralisé du bâti ; en revanche elle n'était pas en mesure d'engendrer un principe urbain pour la ville réunionnaise – mis à part le modèle colonial et administratif aujourd'hui fossilisé à Saint-Denis. Les prémisses d'un nouveau développement portuaire évoquées plus haut font entrevoir une optimisation de la rupture de charge qui agrègerait à la valorisation des flux de matières celle de l'économie de la connaissance et du « génie territorial », à l'échelle de l'environnement géographique de la Réunion.

La mise en œuvre de l'Ecocité insulaire et tropicale de La Réunion, de part et d'autre de la Rivière des Galets sur trois communes du TCO, et bornée au nord par le périmètre du GPMR, peut constituer le premier jalon opérationnel d'un maillage du développement portuaire avec l'espace littoral proche. Mais plus largement, il y a sans doute lieu de concevoir un territoire littoral « portuarisé » sur l'ensemble de l'arc de Saint-Philippe à Sainte-Rose, mettant en réseau les « hubs » de toute nature (aéroportuaire, logistique, universitaire et numérique), dans l'objectif à long terme d'intégrer la ressource humaine réunionnaise à l'économie régionale.

Bibliographie

Caubet P. (1936), Rades et ports de La Réunion. *Annales de Géographie.*

Plan Réunionnais de développement Durable (2006), SR21.

Schéma d'Aménagement Régional de La Réunion, Révision 2011, Conseil Régional de La Réunion.

Etude de faisablilité d'une zone franche industrialo-portuaire au port Est de la Pointe des Galets (La Réunion) (1987) BETURE-SETAME, SEDES, Shannon Development.

Panel International INTA, (2011). Les zones arrières-portuaires de la Ville du Port.

SOGREAH (1974). Etude de faisabilité d'un port en eau profonde à la Pointe des Galets.

Folliot P. et Louy X. (2009) *France-sur-Mer, un empire oublié*. Editions du Rocher.

Tableaux de l'Economie Réunionnaise (2015), INSEE La Réunion.

Ecocité insulaire et tropicale de La Réunion (2015), Plan-guide durable, TCO.

Chapitre 6

Bio-resource production on the basis of Industrial Ecology in four European harbours, harbour cities and their region

Leo W. Baas

Professor
Department of Management and Engineering
Linköping University
Linköping - Sweden

& Murat Mirata

Assistant Professor
Department of Management and Engineering
Linköping University
Linköping - Sweden

Biographies

Leo Baas *is Professor in Industrial Ecology at the division of Environmental Technology and Management in the Department of Management and Engineering at Linköping University, Sweden, since May 2009 (emeritus since June 2013). He is supervisor and member of the management board of the International Off-Campus Ph.D. Programme on Cleaner Production, Cleaner Products, Industrial Ecology & Sustainability at Erasmus University Rotterdam, the Netherlands.*

Leo Baas has a Master of Science in Sociology of Industry and Business Management with a specialisation in Environmental Sciences. He defended a Ph.D. in Social Sciences on the subject of the dynamics of the introduction and dissemination of the new concepts of Cleaner Production and Industrial Ecology in industrial practice. He has performed research on cleaner production since 1988 and on industrial ecology at Erasmus University Rotterdam since 1994 and at Linköping University since 2009.

He has been a member of the daily board of the European Roundtable on Cleaner Production in the period 1994 – 2003 and is a lifetime member of the International Association of Cleaner Technology. He is an advisor of the UNEP/UNIDO National Resource Efficient and Cleaner Production Centres Programme since 1994, and has performed regional sustainable development assessments in México, Mid-America, South-Africa and Zimbabwe.

He is a member of the editorial boards of Elsevier's Journal of Cleaner Production (Impact factor 3,884) and the International Journal on Performability Engineering in India.

Murat Mirata, *born in 1972, holds a MSc degree in environmental engineering and MSc and PhD degrees in Environmental Management and Policy. For close to 20 years Murat has worked with the implementation of preventative strategies and resource productivity measures at the industrial and regional levels.*

Since 2000 he has coordinated and supported various applied industrial symbiosis projects in six countries. Currently Murat is an assistant professor in Linköping University and is an active member of the coordination teams in two projects working with the development of industrial symbiosis networks in port-city areas. Alongside, Murat conducts research on the role of industrial symbiosis for the development of bio-based economies and coordinates a master's level course on industrial symbiosis. He lives together with his family in southern Sweden.

Abstract

This chapter reflects the design and starting performance of the *Symbiotic bio-Energy Port Integration with Cities by 2020* project (EPIC 2020). The EPIC 2020 project is coordinated by the city of Malmö and is performed in four harbour cities: Malmö in Sweden, Mantova in Italy, Navipe-Akarport in Greece, and Wismar (including Rostock) in Germany. A number of expert organisations and energy companies also take part in the project.

The overall objectives of EPIC 2020 are to build operational and strategic capacity and know-how to promote efficient use of available bioenergy resources, efficient conversion technologies and interactions between different biomass supply chains. EPIC 2020 targets the untapped bioenergy resource potential of ports and port regions and the challenge of generating urban economic growth based on bioenergy resources. The project applies the industrial symbiosis approach to achieve its overall objectives.

Ports provide crossing points between transport modes of goods and resources, with connections to hinterland and on-site industrial activities and a nearby urban setting. This means that ports, despite their limited areal footprint, have access to significant quantities of bio wastes, surrounding bioenergy resources, biomass from crossing supply chains and energy from intensive activities. The aim is to create platforms for the transformation of port areas to efficient and carbon-neutral urban-integrated energy systems, where residual bio and energy resources and linear biomass supply chains are utilized as local and network resources.

The EPIC 2020 project is halfway the 3-year performance framework. Reflection to primary results is provided.

Introduction

This chapter reflects the design and starting performance of the *Symbiotic bio-Energy Port Integration with Cities by 2020* project (EPIC 2020). The EPIC 2020 project is coordinated by the city of Malmö (Sweden) and is performed in four harbour cities/regions: Malmö in Sweden, Mantova in Italy, Navipe-Akarport in Greece, and Wismar (including Rostock) in Germany (see Figure 1). A number of expert organisations and energy companies also take part in the project.

Figure 1: **Overview of participating harbours in the EPIC 2020 project**

The overall objectives of EPIC 2020 are to build operational and strategic capacity and know-how to promote efficient use of available bioenergy resources, efficient conversion technologies and interactions between different biomass supply chains. EPIC 2020 targets the untapped bioenergy resource potential of ports and port regions and the challenge of generating urban economic growth based on bioenergy resources. EPIC 2020 applies the industrial symbiosis approach to achieve its overall objectives.

The industrial symbiosis concept implies that a number of activities interact in order to gain from each other's flows of energy and materials, such as biomasses, bioenergy and residual energy resources. Although the term is "industrial symbiosis", the concept also includes the interaction between cities, industrial sites, agricultural and forestry operations.

Ports are logistic nodes with high importance in the management and coordination of resource flows to and from on-site, hinterland, and overseas industrial activities as well as nearby urban settings (Cerceau *et al*., 2014). Consequently, despite their limited land footprint, ports have access to bio wastes, surrounding bioenergy resources, biomass from crossing supply chains and energy from intensive activities. This makes port areas fertile contexts for exploiting industrial symbiosis solutions and for testing more sustainable industrial and urban development by improving port–city relationships and systematically exploiting synergies among diverse port–related and urban activities. EPIC 2020 is built on this premise.

It is possible for the targeted ports, cities and industries to participate in EPIC 2020 irrespective of their present status on bioenergy issues. They will have the opportunity to explore the challenges regarding urban economic and sustainable growth of port areas associated with the potential of locally supplied bioenergy resources and with available and possible conversion technologies. The aim is to create platforms for the transformation of port areas to efficient and carbon-neutral urban-integrated energy systems, where residual bio-material and energy resources and biomass supply chains are utilized as local and network resources.

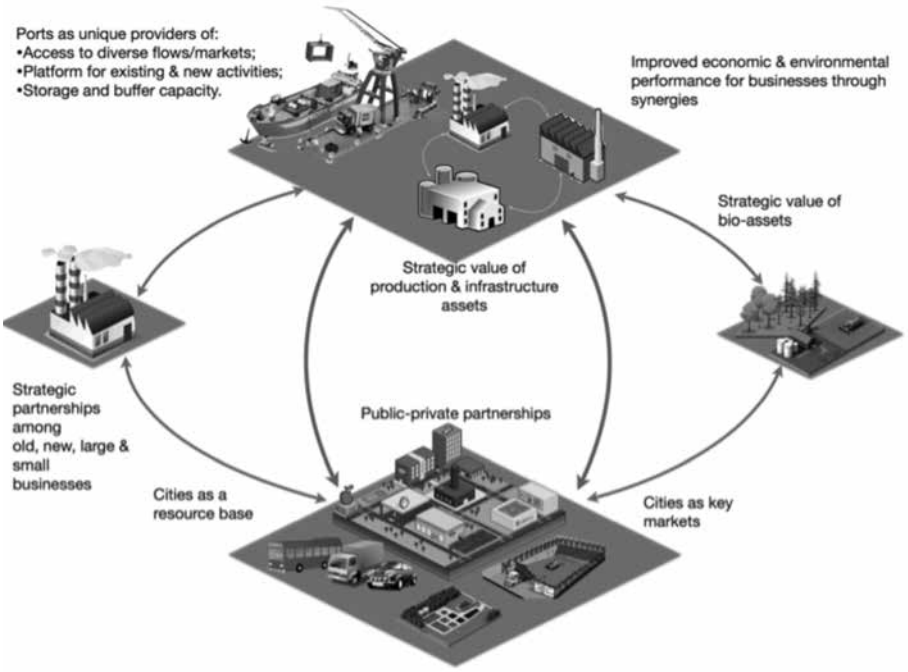
Theory and Methodology

EPIC 2020 is based on constructive learning theories (Piaget, 1978, Bodner, 1986) and collaboration theory (Wood & Gray, 1991). Piaget's theory of cognitive development proposes that humans cannot be «given» information which they immediately understand and use. Instead, humans must «construct» their own knowledge. They build their knowledge through experience. This theory on constructive learning is applied in regional networks.

Within the project, direct communication among the partners is established and relies on a variety of different communication tools. Monthly teleconference meetings scheduled by the meeting leader as well as bilateral communication via Skype and E-mail support the vital communication efforts of all partners.

In the earlier stages of the project, a risk assessment for the project was conducted during a meeting in Athens with participation of all partners. After the workshop, a risk management and contingency plan was developed under the leadership of Malmö. The plan involved a number of relevant events and newsletters. The development of an EPIC 2020 concept and vision was also initiated in this meeting and was finalized under the leadership of Linköping University soon after. Main principles of this vision are depicted in Figure 2.

Figure 2 : EPIC 2020 concept and vision



The efforts to set up specific port site collaboration networks resulted in realization that a deeper understanding of the actors in the area, as well as of the existing networks and interests is essential for finding right methods for engaging relevant stakeholders (conform with Cerceau *et al.*, 2014). Consequently, a two-day Industrial Symbiosis development workshop was organized by Linköping University in Linköping, Sweden. All regions participated in the meeting and got familiar with the development of stakeholder processes relevant for a regional industrial symbiosis project. As part of this event, project partners also had the opportunity to familiarize themselves with a highly relevant operational industrial symbiosis network in the East Götland region of Sweden and interact with representatives of this network. During this workshop, each port site has developed a draft of network development plan, which was presented and discussed and all regions got relevant feedback from the team of Linköping University. The work on network development plans continued after the meeting.

Adopted project methodology includes stages of data collection and analyses, identification and examination of synergistic development possibilities, and the formulation of public and private action plans to support the realization of identified potentials. In order to capture the interplay between the project activities and outcomes and relevant technical, organizational, and institutional factors prevailing in different contexts identification of the initial conditions in each port site and regular monitoring and evaluation steps are also included in the project.

Research field

Malmö is the biggest city of the panel on the basis of the number of inhabitants. The region Askatos is somewhat bigger than Malmö, however, the population is half the number of the Malmö region. Wismar/Rostock has the smallest region and is the smallest municipality. Both Mantova and Wismar/Rostock are small municipalities (less than 50000 inhabitants). Navipe-Askatos and Malmö are medium-sized municipalities. Table 1 provides the number of inhabitants and geography in details:

Table 1: Size issues of the four regions in terms of inhabitants and km²

City	Regional inhabitants and km²		Municipal inhabitants and km²		Port in km²
Askatos	680190	11318	209500	5498	2
Malmö	1271281	11027	307800	158.4	2.3*
Mantova Valdaro	411636	2339	47223	64	1.35
Wismar	150000	2117	45000	41.4	0.6

**Northern Harbour*

All harbours (as only the Northern Harbour is included for Malmö) are categorized as small harbours. Malmö has an urban environment including many industries and its hinterland is dominated by agriculture. The other harbour cities have a rural/forestry hinterland. On that basis, Wismar has a wood industry.

All ports are seaports, except Mantova that has an inland port. Two of the larger ports of the sample have ownership structures involving both public and private parties. The Copenhagen Malmö Port (CMP) is a Swedish-registered limited liability company and is a Danish-Swedish joint venture. The company is port- and terminal operator in Copenhagen (Denmark) and Malmö (Sweden). Its shareholders represent public and private interests. The company is owned by City & Port Development I/S (50 %), City of Malmö (27 %) and various private owners with 23 % of the shares in total.

The port of Wismar is the other port owned jointly by public and private sectors and primarily hosts activities dealing with the raw round wood as well as the already processed lumber. The raw materials and products of the international timber industry and the local timber cluster can be integrated efficiently into an environmentally and economical sensible circulation in this way.

Askatos has a privately owned harbour and Mantova has a publicly owned harbour. Details about ownership and type of harbours and their annual turnover are provided in Table 2:

Table 2: Characteristics of the four harbours

City	Nature ownership port authority	Annual turnover of goods in tonnes/year	Type of harbour
Askatos	Private	230000	Sea port
Malmö	Public/Private	8038000*	Sea port
Mantova Valdaro	Public	350000	Inland port
Wismar	Public/Private	7000000	Seaport

**Northern Harbour*

The annual turnover of goods is transported as summarised in Table 3:

Table 3: Characteristics of annual mode of traffic in the four harbours

City	Annual Ship traffic	Annual Truck traffic	Annual Rail traffic
Askatos	70 ships, 15000 tonnes	6000 trucks, 80000 tonnes	-
Malmö*	1 340 ships	238 000 trucks	28 250 truck trips
Mantova Valdaro	350 ships, 350000 tonnes	16000 trucks, 315000 tonnes	35 trains, 35000 t.
Wismar	1500 ships		

**Northern Harbour*

Reference states in port sites

Technical, informational, economic, political and organizational conditions prevailing in a context have a key influence on the generation and utilization of bio-energy resources and on the pace and direction of industrial symbiosis developments (Mirata, 2004; Jacobssen & Anderberg, 2004). Consequently, necessary tools and routines were developed and adopted in order to capture the characteristics of these conditions at each project site at different stages of project's execution. The situation at the beginning of the project was referred to as the "reference state" and carries particular importance both for understanding the potential variations in progress in different sites and for monitoring the impact of project activities in different sites. In the following, prevailing characteristics of the reference state in different sites are clarified.

Informational conditions - knowledge level about industrial symbiosis

The reference states evaluation survey showed the following level of knowledge about industrial symbiosis at the government, industry, knowledge institutes and small businesses in the four cities (See Table 4):

Table 4: Level of knowledge about industrial symbiosis

City	Government	Industry	Knowledge institutes	Small businesses
Navipe-Askatos	Generally very limited across the board			
Malmö	Some	No	Fair	Not known
Mantova Valdaro	Some	No	Some	No
Wismar	Some	Fair	Fair	No

Policies

Policy landscape applicable to different port sites were characterised as following:

- In Navipe-Askatos, there were no specific regional policies and targets for biomass conversion at the start of the EPIC 2020 project. The continuation of the National Strategic Reference Framework (NSRF) for the period 2014-2020 provided an opportunity for funding and promoting biomass conversion projects on a regional level. The Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas (JESSICA) Programme also presented funding opportunities for bioenergy projects developed in the framework of urban infrastructure works. There was also support through subsidies; the level depending on the type of investment.
- In the City of Malmö, there was an “Environmental Programme” for 2009-2020 which includes long-term targets for the city’s energy use. The City of Malmö’s own organisation shall be climate neutral by 2020, and by year 2030 the entire city shall be a 100 % supplied by renewable energy. These targets are very ambitious and also central in all projects performed within the city. There are several different networks active in the region that supports companies with developing their businesses in environmental and energy issues, both from a technological and a market perspective. Two examples of such networks are; “Sustainable Business Hub” and “Energikontoret Skåne” (Office of Energy in Scania, the region of Malmö in Sweden).

– In Mantova, there are no provincial policies on biomass conversion and clean technologies.

– In Wismar, Climate funding guidelines (Climate Protection Action Plan) of the state Mecklenburg-Western Pomerania have been identified. The support is through subsidy.

Fundings and financial risk assessment

An overview about the main investments, the finance availability and financial risk assessment in the region is presented in Table 5:

Table 5: The main investments, the finance availability and financial risk assessment in the region

City	Main investments	Finance availability	Financial risk assessment
Askatos	Mixture of funding initiatives	Bad	Mediocre
Malmö*	Mainly private, but also public, and a mixture of them both	Good	Appropriate
Mantova Valdaro	70% National infrastructural funding 20% European funding (half for promotion and dissemination and half on the infrastructures) 10% Province of Mantova/ Port Authority by own funds	Good	Appropriate
Wismar	Not appropriate	Bad	Mediocre

**Northern Harbour*

Organisational factors - level of trust and history of cooperation

Concerning the level of trust, initial situation in different port sites had the following characteristics:

– In Askatos, the level of trust between government, industry and port authority was poor. There were no network activities between these organizations in the past.

– In Malmö, the level of awareness regarding “technical and business benefits offered by symbiotic relations” is low. The level of trust between government, industry and port authority is generally good in Sweden, and these parties have cooperation experiences.

– In Mantova, the level of trust between government, industry and port authority is good as representatives of all are involved in a local Propeller Club. There were network activities between these organizations in the past. In 2011, there was a national call with incentives for the creation of local thematic districts for energy: the Lombardy Region stimulates the Province of Mantova to create an Energy Industrial district in Mantova. More than one third of the entire Lombardy region's energy consumption took place in Mantova. The enterprises signed an agreement coordinated by the Province over that theme. There are no strategies for capturing "market opportunities for bio-energy or clean-tech technologies".
– In Wismar, the level of awareness of the main actors regarding market opportunities for bio-energy or clean-tech technologies and technical and, especially in the industry sector, business benefits offered by symbiotic relations is high.

In all harbour cities, the main actors understand "market opportunities for bio-energy or clean-tech technologies" very well. The level of trust between government, industry and port authority is mediocre on the regional level and high on the local level. There were no network activities between these organizations in the past. There are no strategies for capturing "market opportunities for bio-energy or clean-tech technologies".

Technical aspects of resource flows and characteristics of the industrial system

In Navipe-Astakos, biomass conversion activities and the amount of biomass that is available for bio-energy production are difficult to detect. Navipe-Astakos provides agricultural data as background information. There is one biogas plant operating in the Preveza area (Greece). 20% of the overall bio-resource flows are within the region, and the remainder is outside.

Malmö has several plants with electricity, district heating and bio-fuel production on the basis of industrial symbiosis, mainly as material flows between the port and the city. A new biogas plant is in the planning stage. There are symbiotic exchanges between the utility companies, industries, and the city.

Mantova lacks renewable energy production.10% of material flows are confined to the port area; 20 % within the boundaries of the Port & Municipality; 50 % within the wider region.

Wismar has 43% renewable energy production and significant amounts of residual woody biomass are used for energy production.

The existing business support system(s) and bio-resource companies for the four cities are described in the following way. The Patras Science Park S.A.,

located 70 kilometres from the Askatos port area (http://www.psp.org.gr), is one of the six Science and Technology Parks (STPs) established in Greece back in the early 1990s under the auspices of the General Secretariat for Research and Technology (GSRT). An initiative of the Foundation for Research and Technology and the Institute of Chemical Engineering Sciences (FORTH/ICE-HT) became an independent Public Limited Company (Sociètè Anonyme) owned by the Greek Ministry of Finance in 2001. For over 15 years, PSP supports the growth of innovative, technology based companies across several sectors such as ICT, biotechnology, clean energy and other industrial technologies, contributing to the City Region's knowledge economy. Patras Science Park hosts several engineering companies, including HELBIO (http://www.helbio.com/), which develops and markets hydrogen fuel processors for energy applications and hydrogen production systems from bio-fuels.There has not been industrial symbiosis and biomass conversion activities in the past that does not exist today anymore.

In Malmö is an overview made by consultancy firm WSP of the in and out flows of some of the companies. Existing bio-resource companies are:

- VA-syd is collecting household waste since 2012, the target is the 40 % food waste is utilised.
- SYSAV is planning to build a biogas plant during 2014 in the Northern harbour area (Biogas syd).

There is a waste heat exchange ongoing in the area.
The only support system existing in Mantova is delivered by the Chamber of Commerce of Mantova by a call giving some financial incentives to the enterprise utilizing, transiting theport infrastructures in the Port. The support depends as well as on the tonnes of goods, the distance of origins and the kind of means used. There are no existing bio-resource companies. There has not been industrial symbiosis and biomass conversion activities in the past that does not exist today anymore.

There is no existing business support system in Wismar. The greatest amount of material, exchanged between the port and the industry is based on raw-wood products (spruce and pine). A turnover of 1,400,000 tonnes of raw wood from Seaside is managed within the harbour and also a main part of the wood products are exported via ships. With respect to energy exchanges is noticed that the harbour exchanges energy only indirect as a handler of raw material and products.

A business support system does not exist. The bio-resource companies are:

- Illim Nordic Timber GmbH & Co KG. sawmill with a raw-wood consumption of 2.200.000 m^3/year
- Egger Holzstoffwerke Wismar GmbH & Co Kg.: fiberboard factory

– Hüttemann GmbH: glulam factory

– German Pellets GmbH: wood based pellet production

– Paletten Service Wismar GmbH: pallet factory

There has not been industrial symbiosis and biomass conversion activities in the past that does not exist today anymore.

Involvement of stakeholders

The involvement of knowledge institutes for the EPIC2020 project is provided in the following overview:

- In Askatos, the University of Patras is involved.
- The consultancy firm WSP is involved in the harbour development of Malmö since 2011. Linköping University was involved in network activities in Malmö from 2014.
- The University of Mantova is involved with a degree prize for a thesis on the EPIC 2020 project aims.
- In Wismar, the "Hochschule Wismar", a university of applied science technology, business and design, is involved.

An indication of key organisation(s) and actor(s) for the EPIC 2020 project are reflected upon by the following overview. Because the EPIC 2020 project started from scratch in Askatos, the key organisation(s)/ actor(s) for the EPIC 2020 project were identified only in late 2014. The mayor of Askatos and several companies are the main stakeholders in the project group. In Malmö the stakeholders for the EPIC 2020 project were identified while the analysis was ongoing. The list of stakeholders is mentioned in the overview below.

Table 6: Key network partners

Key network partners	Position towards EPIC
CMP- the port authority	Information provider
City of Malmö: Environmental Dept. Newly started NH group	Information exchange, important project for Malmö's environmental programme
City of Malmö: Real Estate office	Important that they understand the benefits of IS when appointing land to new business!
City of Malmö: Street office	Find crossing points in logistical issues
City of Malmö: Trade and industry office/ Malmö Clean-tech	Provides conditions for clean-tech companies to establish, knowledge provider
Etableringsgruppen (Real Estate Office Director, Industry Director + CMP)	Important that they understand the benefits of IS, information receivers

Key network partners	Position towards EPIC
E.ON	Partner with large interests in the project, information exchange
Sysav	Promising for a case/ network participant
Norcarb/Carbonics	Promising for a case/ network participant
Lantmännen	Information exchange/ network participant
Länsstyrelsen- Swedish government	Information exchange, knowledge in waste heat for the region
Current business in NH	Information exchange/ network participant
Potential business in NH	Use EPIC to marketing NH
Region Skåne	Information exchange
Other businesses in Malmö and surroundings	Information exchange with chosen functions

Key organizations for the EPIC 2020 project in Mantova are: Province of Mantova, Comune di Mantova, Camera di Commercio di Mantova, Valdaro SPA, Cittadini dei borghi di Formigosa e Castelletto Borgo prospicenti il porto, Tea energia, and IES refinery.

Potential participating companies in Wismar are:

- Illim Nordic Timber GmbH & Co KG: biggest user of biomass in the region
- Egger Holzstoffwerke Wismar GmbH & Co Kg
- LFA Mecklenburg-Vorpommern: state forest service of Mecklenburg-Western Pomerania with close connections to the wood value chain and therefore to the region of Wismar.

Activities performed within the project

Network formation

Site-specific activities within EPIC 2020 have started with the initiation of local networks. For this, relevant local stakeholders were identified and informed about the objectives of the project. Whenever possible, network development efforts built on existing active networks (initiated by other projects such as E-harbours in Malmö) and utilized established interaction and communication routines. A detailed action plan was developed for each site. The plan is attentive to the work to be performed in different sites. The specific conditions for the extent are known. This plan is communicated with leading organizations in each project site to assure its relevance for the project tasks and context-specific conditions in each site. A dedicated workshop was organized in Navipe-Astakos to inform relevant stakeholders about the industrial symbiosis concept and the specifics of the project.

Data collection

After the networks were formed and the representatives of the different organizations were committed to their tasks, the data collection for the objectives of the EPIC 2020 project started. For this purpose, a dedicated data collection template was utilized. Generally, basic information concerning the port was easily collected (such as: total port's area, type of trade in and out, types of ships, connections with other ports, maps etc.) but detailed data concerning material and energy flows of each Functional Unit (FU) were more difficult to collect. An overview of the data collection process at the port sites provides the following information:

- In Malmö, data was enough for the analysis. Processing of data from various reports, from interviews conducted with companies in the area, and survey data on energy use and waste generation,, was performed.
- In Mantova, a list of industries and companies within the Mantova region showed bio-energy potential. Furthermore, potential biomass producers have been identified from the agricultural sector in the region. The data collection focused on acquiring data on biomass residues based on statistics made by farmers associations, environmental and municipal authorities.
- In Wismar, the concentration of wood processing industry created an unique Industrial Symbiosis setting: almost every company has its own separate energy system fuelled by waste wood and producing power, steam and heat.. Good quality data on local resource flows were accessible.
- In Akarport, no data were obtained during the reporting period. However, a sub-contract agreement signed early in January 2014 with Clean Energy started to be the basis for undertaking the data collection on behalf of Akarport. At the end of 2014, the generated EPIC 2020 network, involving among others the mayor of Akarport and representatives of the industry in the region, took this task over.

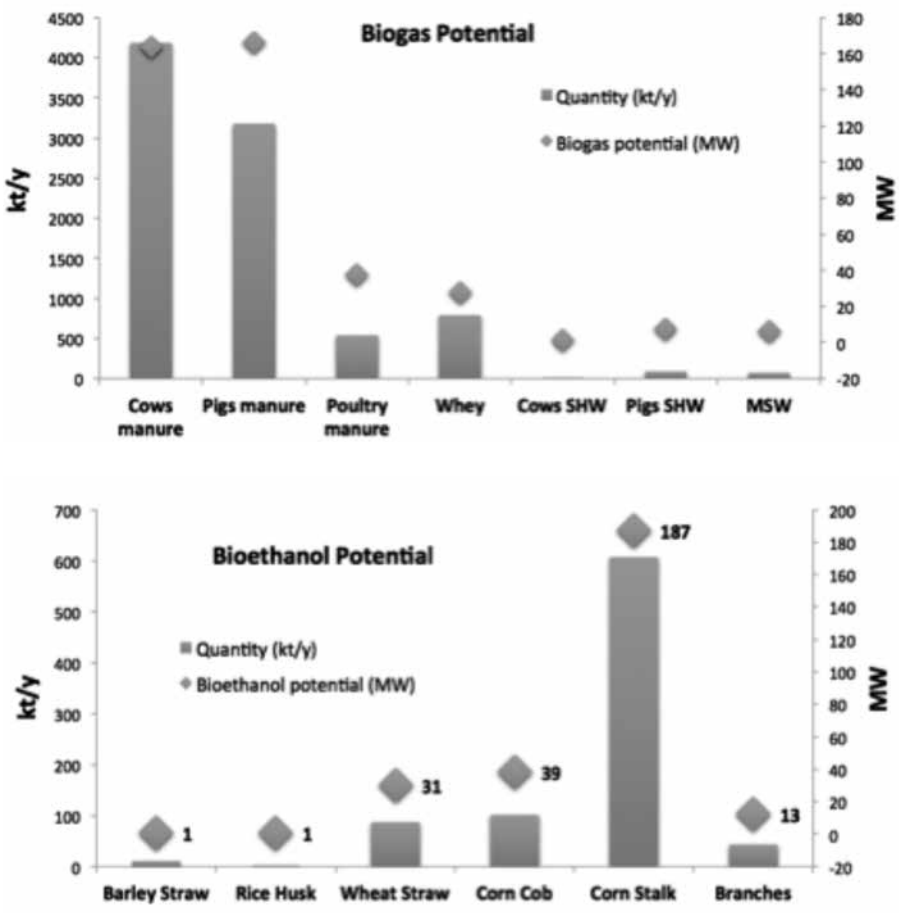
The collected information was used for the identification of internal and external bio-energy resource potential for different port sites – as summarized in Table 7.

Table 7: Bioenergy resource potential identified across project sites.

Port	Malmö	Mantova	Wismar	Astakos
Total Bioenergy Potential(MW)	233	681	175	157
Internal	38,3	0	0	0
External	194	681	175	157

These resources were further categorized according to their source and potential application area – as exemplified in Figure 3.

Figure 3 : Bioenergy resource potential identified for the Mantova site.



For two of the project sites, the collected data was also integrated with a GIS system in order to help identify and assess internal and external bio-resource flows and potentials. Building on the collected data and subsequent analyses, new development opportunities were identified for Malmö and Mantova regions, and assessments for their feasibilities were initiated and are under way by the time of writing. Alongside, preparation of action plans and local policies that can support the realization of identified potentials have been initiated.

Findings halfway the EPIC 2020 project

Echoing the findings of earlier studies (Baas, 2007, Brings Jacobsen, 2009) it was seen that the generation of an Industrial Symbiosis stakeholder network takes time, especially when work has to start from scratch.

Navipe-Astakos

The Navipe-Astakos Harbour is the third biggest harbour of Greece. It has the needed space and infra-structure to manage a big amount of resource flows, including waste materials. When it is connected to the major national roads and other major ports in the region in the near future, the waste materials from the entire Western Greek and Epirus region can be transferred to this port site. Despite the reluctance of organizations for new investments during the economic crisis, the investments in Industrial Ecology and bio-resources are perceived attractive because of profits for all stakeholders. Besides that the need for clean fuel grew in Greece because of economic and environmental reasons. The prospect that the biogas production can be cheaper than imports motivates an investment in this.

A difficulty to propose Industrial Symbiosis projects was the fact that in Greece no data are available about the waste that is generated in the agricultural sector.

A major Greek experience was that the stakeholder meetings were crucial for coping with changing laws and constantly evolving technologies. Despite companies were reluctant at the start among others by the fact that many companies operate not as legally as they should, the representatives in the Stakeholders network worked together better than expected.

As main success factors was seen: the will of relevant organisations to help, the positive view of society and the promised benefits of the EPIC 2020 programme.

Malmö

Malmö had already connections with industry on Industrial Symbiosis issues and initiated the EPIC 2020 project. Despite that, the forming of the EPIC 2020 stakeholders network took more time than estimated and halfway through the project many partners do not know properly what the EPIC 2020 entails. That might be caused by the fact that the project management has changed three times. In addition, several actors took some initiatives and important actions were performed before the deadline. However, knowledge about completed actions was inadequately disseminated to a wider group due to insufficient communication channels. In addition, the time to process and make good sense was not enough. Actors tend to mind their own business, and do not know and focus on the activities

and needs of businesses around them. In general, the partners should have a better understanding about what is expected from them. An external actor can provide a breakthrough in this situation, and this role was partially played by the Linköping University.

When the clean-tech study was completed and potentials were identified halfway the EPIC 2020 project, a milestone was reached and dynamics changed drastically. More actors were actively engaged in the process and additional resources were acquired by the region to investigate promising alternatives further. There are no financial and policy related results yet, but cooperation and coordination among industrial partners intensified drastically. The working groups on department and operational management level in the city discuss Industrial Symbiosis options for the port and city development.

The formal project partners, and in particular the utility company E.ON, being very active and progressive in energy related areas is seen as a key success factor in Malmö. Relatedly, the potential value of other core partners with other areas of expertise could bring to the project is acknowledged. Stakeholders working mainly in Malmö region taking the lead in the overall EPIC 2020 are also seen as an important success factor.

On the flip side, some key stakeholders having an inadequate understanding of the goals and targets of the project and of the responsibilities implied for different parties is seen as a main barrier. Furthermore it was very difficult to deliver in time, when input is needed from numerous actors that are not partners in the project.

Mantova

The reference state in Mantova had some supportive elements for the EPIC 2020 project. The well infra-structured inland port has a good proximity to a number of production industries and service providers. The productive industries of the manufacturing cluster are in many cases satellites of multinationals which meant a barrier in bio-tech investments. As the chemical industry sector had no service centre, it was difficult to get representatives of several companies in the stakeholder network. Extensive presence of agricultural and animal breeding activities within the region, parallel projects exploring the potentials of biofuel production in the area, and presence of a district heating network in the city of Mantova were additional strengths.

The planning of the EPIC 2020 project was seen as adequate, although the hypotheses on bio-energy potentials that were put on paper were received as too optimistic. The initial EPIC 2020 communication tool aimed at stakeholders that were new to the project was also seen as too generic. The readers received more the general idea of an environmental project instead of an Industrial Symbiosis project on bio-resources.

A big amount of job hours was spent to the enterprises' involvement in the data collection. The port authority in Mantova acted as a leader, most of the companies were followers. The communication among local stakeholders was less than expected and was linked to the absence of a preliminary practical action plan and its communication with stakeholders. The external communication was not as good as it could be on the basis of a more specific EPIC 2020 brochure.

Halfway the EPIC 2020 project, a number of interesting development opportunities is identified for the area. Despite the economic crisis, relevant stakeholders showed high levels of interest in the identified possibilities and accordingly the project successfully advanced into subsequent phases focusing on detailed feasibility studies. The outcome of these studies is expected to play a pivotal role in the region. At a generic level, the inability of the local stakeholders to collectively formulate a development scenario for Mantova is seen an important barrier.

Wismar

In the case of Wismar, there was already a good technical cooperation between actors.. The EPIC 2020 project however, was found to be too theoretical and beyond the interests of enterprises, consequently lowering industry's interest in the project. As there were already industrial symbiosis processes operational, the industry primarily assumed an observatory role, hindering progress towards bigger EPIC 2020 targets.

Bringing different actors together is considered to be a critical success factor in Wismar. On the other hand, the overall attention given to qualitative aspects by the project was considered as a difficulty, as the industry is more perceptive to quantitative and financial assessments. Moreover, the project's development in this region was adversely affected by the administrative challenges faced.

Conclusion

Overall, the EPIC 2020 project leadership was experienced as adequate. Despite numerous coordination replacements, the Malmö coordination team was very efficient and precise. That meant that the continuity of the EPIC 2020 project and its implementation was ensured.

When there are no (sort of) Industrial Symbiosis networks that already function, it is difficult to motivate and engage representatives from government, industry, and NGOs in a stakeholders' network. That takes more time than outsiders often expect.

The internal and external communication of Industrial Symbiosis stakeholder networks was different per site because of their dependency on the context. The same was found for success factors and barriers.

The potentials for the production and application of bio-resources on an Industrial Symbiosis basis were found everywhere.

References

Baas L. (2007). To make zero emissions technologies and strategies become a reality, the lessons learned of cleaner production dissemination have to be known. *Journal of Cleaner Production*. 15(13-14):1205-1216.

Baas L. (2011). Planning and Uncovering Industrial Symbiosis: Comparing the Rotterdam and Östergötland regions. *Business Strategy and Environment.* 20(7):428-440 DOI: 10.1002/bse.735.

Bodner G.M. (1986). Constructivism : A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education.* 63(10):873.

Brings Jacobsen N.B. (2009). *Experiences of Industrial Symbiosis in Kalundborg,* Ph.D. thesis. Copenhagen Business School: Copenhagen.

Brings Jacobsen N. B. Anderberg, S. (2004). "Understanding the Evolution of Industrial Symbiotic Networks: The Case of Kalundborg. J. C. J. M. van den Bergh and M. A. Janssen (eds.) *Economics of Industrial Ecology: Materials, Structural Change, and Spatial Scales,* 313-335 Cambridge, Massachusetts: MIT press.

Cerceau J., Mata N., Junquaa G., Lina 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*.74:1-16.

EPIC 2020 Project. (2014). *0-Situation evaluation report.* Linköping University: Linköping.

Mirata M. 2004. Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner* Production. 12 (January): 967-983.

Piaget J. (1978). *Behavior and Evolution.* New York: Random House.

Spekkink W. (2015). *Industrial Symbiosis as a Social Process.* Ph.D. Thesis Erasmus University Rotterdam: Rotterdam.

Wood D.J., Gray B. (1991). Toward a Comprehensive Theory of Collaboration. *Journal of Applied Behavioral Science.* 27(2):139-162.

Chapitre 7

Stage models of industrial symbiosis: A congruence analysis of Sustainable Connections in the port of Moerdijk

Wouter Spekkink
Postdoctoral Researcher
Delft University of Technology
The Netherlands

& Frank Boons
Professor of Innovation & Sustainability
University of Manchester
United Kingdom

Biographies

Wouter Spekkink *is postdoctoral researcher at Delft University of Technology. He currently works in a EU funded project on the role of grassroots sustainability initiatives in the diffusion of green lifestyles. Before starting in this position Wouter was a PhD student at the Erasmus University of Rotterdam. He wrote his PhD thesis on the process through which communities of governments, firms, knowledge institutes and other relevant actors build up the capacity to collaborate on industrial symbiosis.*

Frank Boons *is Professor of Innovation and Sustainability at the SCI and MBS, University of Manchester. His research seeks to analyse the unfolding processes in which interacting producers and consumers seek to improve the sustainability of their practices. As an economic sociologist he has published widely in the interdisciplinary field of environmental science. He is currently associate editor of the Journal of Industrial Ecology and subject editor Governance of Material and Energy Flows for the Journal of Cleaner Production.*

Introduction

Over the past decade several authors have developed conceptualizations of industrial symbiosis that explicitly model the evolution of industrial symbiosis networks as a stage-based process (Boons and Baas 2004; Domenéch and Davies 2011; Chertow and Ehrenfeld 2012; Paquin and Howard-Grenville 2012; Spekkink 2015). These stage-based models draw attention to the temporal dimension of industrial symbiosis, which fits well with recent calls to approach industrial symbiosis as a process (Boons, Spekkink and Mouzakitis 2011; Paquin and Howard-Grenville 2012; Boons, Spekkink and Jiao 2014). The various stage models that have been developed each distinguish between three stages, where the final stage usually represents the maturation of the industrial symbiosis network. Although similarities exist between the models (partly due to the fact that their architects have been building on each other's work), they emphasize different qualities of the process of industrial symbiosis, reflecting the differences in their underlying theoretical assumptions.

In this chapter we assess the comparative value of the different stage models in developing an understanding of the evolution of an industrial symbiosis network that is in development at the industrial park of Moerdijk. This allows us to assess the applicability of these models to the context of industrial symbiosis in Dutch port areas. In addition, it helps to solidify the empirical basis of those models that prove to be applicable to the case under investigation of this chapter. We adopt a research approach that is based on the principles of congruence analysis (Blatter and Blume 2008; Haverland 2010) and phasic analysis (Poole *et al.* 2000). Congruence analysis is a case study method that is used in the political sciences to compare empirical findings from a case study (or multiple cases) to concrete theoretical expectations derived from rival theories. The purpose of this approach is to assess the relative strength of different theories in explaining or understanding the case(s) of concern (Blatter and Blume 2008). Phasic analysis was developed by organizational scientists involved in the Minnesota Innovation Program and aims to identify phases in sequences of discrete events (Poole *et al.* 2000). The principles of congruence analysis are applied to systematically assess the comparative value of the different stage models of industrial symbiosis. We use principles of phasic analysis to demarcate different stages of development in the empirical analysis of the case of Moerdijk. More specifically, for each stage model we identify what Poole *et al.* (2000) refer to as 'phase markers' that can be used as indicators for the occurrence of different developmental stages.

In our case study of Moerdijk we focus explicitly on the emergence and development of the industrial symbiosis network at Moerdijk. The most concrete manifestation of industrial symbiosis at Moerdijk is the Sustainable Connections

initiative, which is a public-private collaboration that aims to stimulate the development of residual material exchanges between companies at and around the industrial park of Moerdijk. The initiative was formally started in 2009, but the origins of the initiative can be traced back to earlier initiatives that started in the nineties. A rich longitudinal dataset with qualitative descriptions of relevant events in the emergence and development of Sustainable Connections was developed as part of the PhD project of one of the authors of this chapter, spanning the period between 1991 and 2012 (most events are concentrated in the period between 1997 and 2012).

Our central research question is as follows: *What stage model of the evolution of industrial symbiosis networks fits best with the empirical case of Moerdijk?*

In the next section we discuss the methods that we used to collect and analyze our data. Then follows a section in which we offer an overview of 5 stage models of the evolution of industrial symbiosis networks that have been introduced in literature. Then we introduce the case of Sustainable Connections in Moerdijk, followed by our analysis of the case. We close the chapter with a discussion and our conclusions.

Methods

In this section we introduce the methods that we used for data collection and analysis. Overall, our approach can be understood as a form of congruence analysis. In this approach implications are deduced from different theoretical perspectives and confronted with empirical observations of one or more cases (Blatter and Haverland 2012). The overall goal of congruence analysis is not to establish universal generalizations across a broad range of cases, but to assess how particular cases of interest are related or different from the perspective of theories that have been built on earlier empirical studies (Goldstone 2003). Blatter and Haverland (2012) discuss two subtypes of congruence analysis:

1. The competing theories approach: Does theory A provide a better explanation in comparison to other theories?

2. The complementary theories approach: Does theory A provide relevant explanatory insights that no other theory has revealed?

It is the first approach that we take in this chapter, because we are primarily interested in the extent that the different stage models emphasize different qualities of the evolution of the industrial symbiosis network in Moerdijk. A longitudinal dataset for this case was developed from archival data following the approach developed by Poole *et al*. (2000). The data are recorded as chronologically ordered incidents, where each incident is represented by a

qualitative description of an action or interaction relevant to the emergence and development of the industrial symbiosis network in Moerdijk. These interactions concern, for example, orientation on problems and solutions, the development of plans or visions, research activities and efforts to implement plans. The incidents were drawn from news items, documents and web pages, which we collected from dedicated databases (newspaper articles) and the internet, following the rules of a search protocol that we developed in advance. We read through all of the collected sources, and recorded our data into our longitudinal dataset manually. The data collection process for our case study started September 10, 2012 and the last data were added on October 11, 2013. In total, 171 Web pages were collected, 143 documents, and 1620 news items, although there is overlap in the news items that we found in different searches.

Poole *et al*. (2000) propose that stages in a process can be reconstructed by identifying combinations of characteristic events that may serve as indicators of the stage to which they belong. The authors introduce a method called 'phasic analysis' that can be applied to identify phases in a sequence of events. In their approach, it is assumed that a unitary sequence of events (e.g., actions and interactions) can be reconstructed from the data, and that each individual event is then coded as an indicator for one of the stages of a stage model. In our case, it is quite difficult to reconstruct our data into a unitary sequence of events, and the stage models that we introduce in the next section of this chapter offer rather general indicators for the occurrence of different stages, which are often difficult to translate reliably to the level of events. Therefore, we apply the principles of phasic analysis in a more liberal way. For each stage model introduced in the next section of this chapter we draw several observable implications that are related to specific stages. We then compare these observable implications to our empirical data on the case of Moerdijk to assess the extent to which the different stages theorized by the models manifest themselves in the case.

Stage models of industrial symbiosis

In this section we offer an overview of the stage models developed by Baas and Boons (2004), Domenéch and Davies (2011), Chertow and Ehrenfeld (2012), Paquin and Howard-Grenville (2012) and Spekkink (2015), highlighting the specific characteristics that the authors of the various models use to identify different stages.

The earliest stage model that we include in our conceptual discussion is that of Baas and Boons (2004). The model was developed as part of an effort to develop a useful social science analytical framework for investigating regional industrial ecology and to provide prescriptions for the stimulation of such industrial ecology. The framework of Baas and Boons (2004) is based

on conceptual viewpoints derived from literature on economic geography, the evolution of groups of organizations, institutional theory, collective goods, and incrementalism. Baas and Boons (2004) apply the model in the investigation of the INES mainport project in Rotterdam (1999-2002). At the core of the framework is a stage-model with three stages that describe the evolution of industrial ecology initiatives:

- The first stage of the model is *regional efficiency*, which is characterized by autonomous decision-making by firms, and local coordination to decrease inefficiencies (i.e., utility sharing). These activities are possibly facilitated by local governmental organizations or business interest organizations.
- The second stage is *regional learning*, which commences after the involved actors have successfully reduced inefficiencies (i.e., the low-hanging fruits are picked) and move on to the development of more complex projects. This requires mutual recognition and trust between firms and other partners. Based on these relationships, the partners exchange knowledge and develop a broad definition of sustainability, based on which they act. Other stakeholders (e.g., citizens and grass roots movements) may also become involved at this stage.
- The third stage is *sustainable industrial district*, which is characterized by the development of an evolving strategic vision on sustainability, which becomes the guide for the activities that the involved actors engage in.

The authors use their stage model as a point of departure for studying learning processes in regional industrial system, focusing on the types of goods typically produced in different phases and the governance mechanisms used to produce them. However, the collective goods produced and the governance mechanisms them are treated as empirical variables, and no explicit theory on their evolution is provided by the authors.

Domenéch and Davies (2011) developed their stage model of the evolution of industrial symbiosis networks in an attempt to contribute to a better understanding of the role played by trust and embeddedness in the evolution of industrial symbiosis networks. Their stage model is the result of a Grounded Theory approach, and builds on insights derived from case studies of Kalundborg in Denmark, the National Industrial Symbiosis Programme (NISP) in the United Kingdom and Sagunto in Spain. The first stage in the model of Domenéch and Davies (2011) is that of *emergence* of the industrial symbiosis network. The authors pay specific attention to the conditions under which the emergence stage may commence:

1. Stringent and rapidly evolving regulatory frameworks ;

2. Waste-flow exchanges require customized, non-standard or an innovative approach, implying uncertainties with regard to process and outcome ;

3. Because of the need of customized solutions, high coordination is required, based on frequent interaction between companies, thereby contributing to the exchange of tacit knowledge, learning by doing and the creation of a shared culture.

In the emergence stage initial ties are developed and straightforward opportunities for cooperation are explored. The initial ties typically do not involve complex transformation processes but may serve as the basis for more complex cooperation in the future. The initial ties may develop spontaneously or through the activities of a facilitating policy actor. In the *probation* stage, the first experiences of exchanges developed in the first stage feed back into the network through formal and informal channels. As a result, a selected group of actors among whom exchanges have already developed become more strongly interconnected. Their experience with cooperation, and the trust and knowledge that result from the cooperation decrease the risks associated with further exchanges. In the third stage, which Domenéch and Davies (2011) coin *development and expansion*, new linkages are developed and existing relationships are deepened. Continuous interaction contributes to the accumulation of experiences of cooperation, trust, and knowledge, thereby increasing the ability of the actors to engage in joint problem solving and reducing the transaction costs associated with the interactions between the actors. New material exchanges are made possible by widening the material and knowledge base of the system and by identifying new potential exchange partners and linkages through referral and transitivity (i.e., identifying new potential ties through existing ones). This stage is characterized by an expansion of the industrial symbiosis network in terms of its size and/or its density.

Chertow and Ehrenfeld (2012) draw on the work of Schwartz and Steininger (1997), Baas and Boons (2004) and their own work to develop their three-stage model. The authors conceptualize industrial symbiosis networks as complex adaptive systems in which dynamics of self-organization play a key role. The first stage in their model is that of *sprouting*. In this stage firms begin to exchange resources for a variety of reasons, without immediately leading to a larger network of interlinked exchanges. In the second stage, which Cherow and Ehrenfeld (2012) call *uncovering*, actors become aware of the positive environmental externalities that are created by the early exchanges. The externalities are consciously revealed by an actor (also referred to as a champion) whose focus is beyond the transactional network (also see Cherttow 2007; Hewes and Lyons 2008). At this stage, a more cooperative culture begins to develop and an incipient institutional structure arises that expresses the public values that have been articulated, or newly created as a result of uncovering environmental externalities. Concretely,

Chertow and Ehrenfeld (2012) refer here to organizational bodies that typically have representatives from participating companies and other relevant actors, and that perform a coordinating role in the further development of industrial symbiosis. Chertow and Ehrenfeld (2012) refer to the third stage of their model as *embeddedness and institutionalization*. In this stage the network further expands as the result of the activities of the institutional entity that was created in the phase of uncovering. The relationships between the involved actors are strengthened further, and coordination and cooperation become embedded in local norms.

Paquin and Howard-Grenville (2012) developed a stage-model based on insights from literature on industrial symbiosis and organizational theory. Their model is intended to offer insight primarily into the evolution of facilitated industrial symbiosis network development. Similar to Domenéch and Davies (2011), the stage-model is partly a product of a Grounded Theory approach. Paquin and Howard-Grenville (2012) distinguish three stages in the development of the NISP programme based on the relative dominance of one of three different types of actions of NISP's facilitators:

1. *Conversation actions* contribute to awareness and interest building among potential participants, and typically precede actually bringing companies together for the development of exchanges. This includes taking a strategic view of a region's resource needs to identify potential exchange partners and exchanges, using pre-existing contacts to engage companies, and facilitating interaction spaces (workshops and meetings).

2. *Connection actions* bring together potential exchange partners to develop specific exchanges. More specifically, connection actions include strategically introducing potential exchange partners around specific exchanges, and deepening the involvement with particular companies.

3. *Co-creation actions* concern supporting the development of industrial symbiosis infrastructures around important resource streams by replicating high value exchanges and developing capacity around processing key resource streams.

In the stage-model of Paquin and Howard-Grenville (2012) the first stage, referred to as *pre-network development*, is dominated by conversation actions. In this stage the interest of companies in the idea of industrial symbiosis is captured, and potential exchanges and exchange partners are identified through workshops and other events. The authors find that this stage is dominated by serendipitous processes as it primarily involves the facilitation of informal meetings between people that would otherwise be unlikely to meet. The

second stage identified by Paquin and Howard-Grenville (2012) is that of *early network development*, which is dominated by connection actions. Building on the opportunities identified in the pre-network development stage, potential exchange partners are brought together, and facilitators actively invest in the development of relationships of trust between the partners. Although goal-directed processes (targeting specific companies and exchanges) become more prominent at this stage, serendipitous processes still occur as a result of conversation actions. The third stage, *later network development*, is dominated by co-creation actions and involves an increased focus on the development of replicable exchanges and the development of resource infrastructures. These activities build on the relationships of trust that have been developed in the earlier stages of development, and are primarily of a goal-directed nature.

Spekkink (2015) introduces a stage model in the conclusions of his analysis of several developments in the Sloe Area and Canal Zone. The model builds primarily on the author's analysis of the evolution of Biopark Terneuzen (also see Spekkink 2013), and is inspired by the models of Baas and Boons (2004) and Chertow and Ehrenfeld (2012). It also builds on Simon's (1962) view that complex systems may evolve from simple ones more easily if they are assembled from stable intermediates. Spekkink (2015) does not elaborate on the specific characteristics of the three stages of the model and the mechanisms that are behind the progression from one stage to the next, but a more elaborate account of the model is offered in the conclusions of the forthcoming thesis of the first author of this chapter. The core logic of the model is that collaborations that drive the development of industrial symbiosis networks can be assembled from prior, smaller scale projects that are started for disparate purposes and that develop more or less independently from each other. This occurs in the phase that Spekkink (2015) coined *building intermediates*. Because the smaller scale projects address similar issues, they develop a common ground, even though the involved actors may not have the intention to do so. If there are actors that are involved in multiple projects at the same time (referred to as bridging actors), they may become aware that a common ground exists, and decide to bring the actors involved in the different projects together to capitalize on that common ground. This starts the second stage of the process, *assembling intermediates*, in which actors are brought together to develop a shared vision on industrial symbiosis that is rooted in the common ground. This includes actors involved in the different antecedent projects, as well as additional actors (e.g., knowledge institutes) that are attracted from outside the original community. After developing the vision, the involved actors start working on its implementation in the stage that is referred to as *continued existence as stable assembly*. The vision is implemented through parallel projects that each address different components of the overall vision. Instead of forming a tightly knit community, the network of actors involved in the implementation of the vision is characterized by a small, stable core of heavily involved actors, and a larger periphery of actors to that are only involved on an

incidental basis. The stable core allows actors coordinate their activities among each other, and the actors in the periphery are mobilized only occasionally for the resources and capabilities that they can bring into the process.

Table 1 provides an overview of the five stage models presented above, including the phase markers that we distilled from the models, and that can be used to identify the various stages in empirical studies.

Table 1: Summary overview of different IS stage models

	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Baas and Boons (2004)	**Regional efficiency** • Autonomous decision-making by firms, possibly facilitated by local government or business associations • Focus on win-win situations	**Regional learning** • Exchange of knowledge • Broader definition of sustainability • Addition of new stakeholders	**Sustainable industrial district** • The actors develop a strategic vision on sustainability • Actions based on strategic vision
Doménech and Davies (2011)	**Emergence** • Stringent and rapidly evolving regulatory frameworks • Frequent interaction • Creation of a shared culture • Initial (and relatively simple) ties develop spontaneously, or through actions of facilitating policy actor	**Probation** • Learning takes place based on the experiences generated from early exchanges • Embeddedness of a selected group of actors	**Development and expansion** • New linkages are built and existing ones are deepened through continuous interaction and accumulation of experiences of cooperation • Widening material and knowledge basis of system • Identification of new potential linkages
Chertow and Ehrenfeld (2012)	**Sprouting** • Few linkages form for various reasons • Network is not more than a few pairs of bilateral exchanges	**Uncovering** • Positive environmental externalities of exchanges are uncovered • Development of a cooperative culture • Coordinating institutions arise to tie different actors together	**Embeddedness and institutionalization** • Coordinating institutions continue to play a key role • Relationships and institutions become stronger • Coordination and cooperation become embedded in local norms
Paquin and Howard-Grenville (2012)	**Pre-network development** • Facilitation of interaction spaces, such as workshops • Taking a strategic view of region's resource needs • Using pre-existing contacts to engage companies in interaction	**Earlier network development** • Strategically introducing potential exchange partners around specific exchanges • Deepening involvement with particular companies • Building relationships of trust	**Later network development** • Increasingly hands-on selection of IS opportunities and participants, focusing on replicable exchanges • Development of supporting resource infrastructures

	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Spekkink (2015)	**Building intermediates:** • Independent building block; • Development of common ground • Presence of bridging actors	**Assembling intermediates** • Common ground is recognized by bridging actors • Actors are mobilized to translate common ground into shared vision	**Continued existence as stable assembly** • Implementation of vision through parallel projects • Network with a small stable core of actors and many actors that are involved incidentally

To highlight the differences between the models presented above we specified their assumptions on (1) the evolution of the industrial symbiosis network throughout the stages of the process, (2) the evolution of the social network throughout the stages of the process (3) the governance mechanisms that are emphasized, and (4) the mechanisms that underlie the transitions from one phase to the next (see table 2).

Table 2 : Specification of stage models along 4 dimensions. Not all models are explicit on all dimensions. *One mechanism is identified for each phase transition.

	Baas and Boons (2004)	Doménech and Davies (2011)	Chertow and Ehrenfeld (2012)	Paquin and Howard-Grenville (2012)	Spekkink (2015)
Evolution of IS exchanges	Initial focus on decreasing local inefficiencies, followed by focus on production of collective competitive goods.	Actors engage in increasingly complex exchanges over time.	From bilateral exchanges to expanding network.	Initial focus on low hanging fruits, followed by increased focus on replicable exchanges.	Development of network of exchanges through parallel projects.
Evolution of social network	Network expands in size and diversity over time.	Increasing strength of connectedness among selected group of actors.	Inter-firm relationships strengthen as a result of activities of champions.	Network expands as exchange partners are brought together by facilitators.	Presence of bridging actors followed by the development of a stable core and fluid periphery.
Governance mechanisms	Development from local coordination to actions based on shared strategic vision.	Joint action based on increasing experience with cooperation.	Central role for champions of industrial symbiosis.	Central role for facilitators in establishing and strengthening relationships.	Central role for bridging actors in mobilizing actors and for stable core of actors for coordination of collaboration.

	Baas and Boons (2004)	Doménech and Davies (2011)	Chertow and Ehrenfeld (2012)	Paquin and Howard-Grenville (2012)	Spekkink (2015)
Mechanisms for phase transitions*	1. Switch from focus on local inefficiencies to focus on more complex projects. 2. Development of strategic vision.	1. Feedback of lessons from early cooperation. 2. Development of new linkages.	1. Uncovering of environmental externalities. 2. Institutionalization of coordinating bodies.	1. Shift from conversation actions to connection actions. 2. Shift from connection actions to co-creation actions.	1. Recognition of common ground and mobilization for development of shared vision. 2. Implementation of vision.

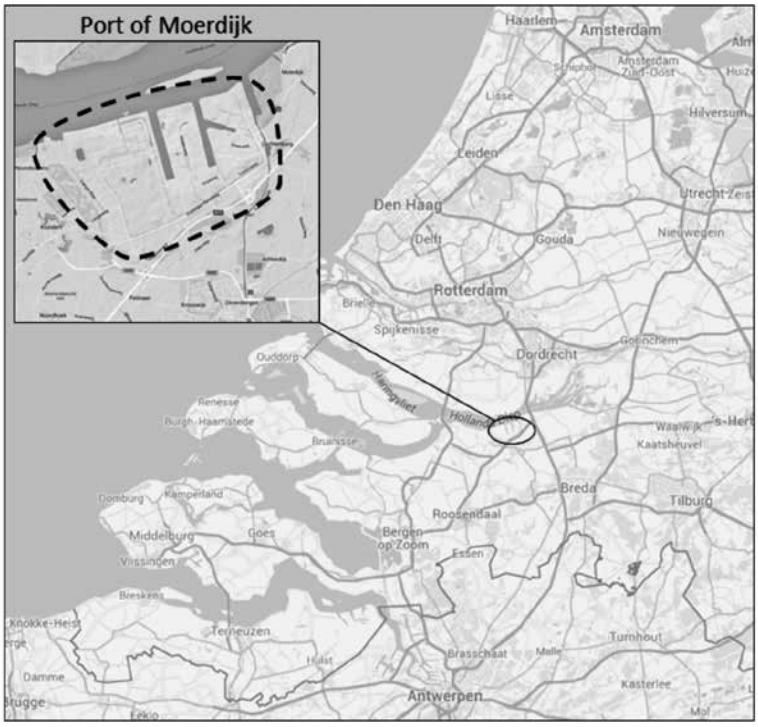
The models of Chertow and Ehrenfeld (2012) and Paquin and Howard-Grenville (2012) emphasize the growing size of the network (i.e., quantitative changes), while the models of Baas and Boons (2004) and Doménech and Davies (2011) emphasize increases in the complexity (or ambition) of the exchanges themselves (i.e., qualitative changes). The model of Spekkink (2015) suggests that the actual development of the industrial symbiosis network commences in the third stage of development, through the implementation of parallel projects that are connected by a common underlying vision. With regard to the evolution of the social network, the models of Baas and Boons (2004) and Paquin and Howard-Grenville (2012) emphasize network growth (i.e., quantitative change), while the models of Doménech and Davies (2011) and Chertow and Ehrenfeld (2012) emphasize the stengthening of existing relationships (i.e. qualitative change). The model of Spekkink (2015) emphasizes the special position of bridging actors before the start of collaboration on industrial symbiosis, and the existence of a core-periphery structure after collaboration commences. With regard to governance mechanisms, the models of Chertow and Ehrenfeld (2012), Pacquin and Howard-Grenville (2012) and Spekkink (2015) are similar in that they emphasize that a relatively small group of actors plays a leading role in the coordination of the process. By contrast, the models of Baas and Boons (2004) and Doménech and Davies (2011) emphasize a more networked type of coordination.

The port and industry area of Moerdijk

The Sustainable Connections initiative was started in the port and industry area of Moerdijk in April 2009. The port of Moerdijk is situated alongside the Hollands Diep, which is an estuary of the Rhine and the Meuse (see figure 1). It is the farthest inland seaport of the Netherlands. The Hollands Diep is an important part of the route from Rotterdam to Antwerp. In addition, it is connected to the Scheldt river through the Scheldt-Rhine Canal, from which it

is possible to reach the ports of Antwerp. In addition to river connections, there are also connections to the road network, the rail network, as well as a pipeline infrastructure that branches out to Rotterdam, Antwerp, Zeeland, Limburg, and Germany. The pipeline infrastructure is used primarily for the transport of (petro)chemical products and gasses. Several village cores are established in the direct vicinity of the port and industry area. The port and industry area is 2500 hectares large, and about 400 companies are situated in the area. The largest sectors established in the area are the chemical industry, process industry, and logistics. The port and industry area provides jobs to about 17.000 people, and the economic activities in the area generate an added value of €1,3 billion. Developments that the port authority considers to be important for further economic growth of the area include cooperation between the various ports located in the Dutch-Flemish Delta, the increased use of IT-systems in logistics, sustainability trends in logistics, chemical industry, and energy supply, and recycling and reuse of resources. Another concrete development concerns the development of Logistical Park Moedijk (LPM), which will be situated nearby the existing port and industry area (Port of Moerdijk 2014).

Figure 1 : Geographical location of the port of Moerdijk



The port authority is organized as a so-called common arrangement of the province of Northern Brabant and the municipality of Moerdijk. The board of the port authority includes representatives of the provincial council and the provincial executive, as well as representatives of the municipal council and the mayor and alderman of Moerdijk. The port authority of Moerdijk is one of the few in the country that have not yet been privatized. A feasibility study of privatization has taken place in 2010, and the involved parties wanted to make a final decision on this matter before 2015 (Port of Moerdijk 2014). Responsibilities of the port authority include the development, maintenance and exploitation of the port and industry area, the maintenance of the infrastructures of the area, active facilitation of the establishment or expansion of companies, the active facilitation of companies in making their business processes more sustainable, the provision of public facilities (e.g., safety, security and maintenance), serving as a secretariat for several intra-organizational arrangements, such as the Business and Industry Circle of Moerdijk (a business association), and bringing together companies, governments and other organizations (Port of Moerdijk, n.a.). The port of Moerdijk has been working closely together with the port of Rotterdam for years, and in 2012 agreements have been made on sharing knowledge on market development, environment and sustainability, safety, and management of shipping traffic. The port of Moerdijk is also involved in other cooperative arrangements, such as the DelTri Platform (a regional cooperation in the Southwestern Netherlands, aimed to improve the economy, the reachability and livability of the region), the Dutch Branch Organization for Sea ports (BOZ) and the European Sea Ports Organization (ESPO).

Case summary of Sustainable Connections

The Sustainable Connections initiative formally started when a steering group formed by the province of Northern Brabant, the municipality of Moerdijk, the port authority of Moerdijk, the Business and Industry Circle of Moerdijk (the local business association), the Department of Waterways and Public Works of South Holland, and the water authority Brabantse Delta signed a declaration of intent. The parties declared that they would cooperate on the development of a pipeline infrastructure for the exchange of residual heat between companies, the optimization of water loops at the industrial park of Moerdijk, the improvement of the reachability of the industrial park, the improvement of employment opportunities, the improvement of (the efficiency of) permitting procedures, and the stimulation of sustainable entrepreneurship among companies of the industrial park. A short period before the declaration of intent was signed, the province of Northern Brabant had started the project 'Testing ground clean industrial park Moerdijk,' and after signing the declaration of intent the project continued as 'Sustainable Connections Moerdijk.' The initiative has more antecedents, as the

initiative built on several antecedent (and smaller) initiatives, some of which had been in development since the nineties.

One of these antecedents is a collaboration that has been in development since 1997. In that year a steering group was formed (with a constellation of actors similar to that of Sustainable Connections) with the aim to stimulate sustainable development and safety at the industrial park of Moerdijk. Since 1999 the steering group has published environmental monitoring reports on a yearly basis. With the report, the steering group monitors the environmental performance of the industrial park, and also keeps track of sustainability related developments that occur at the industrial park. In 2005 the group decided that a more explicit vision on sustainable development was required. To this end, a masterplan was developed in 2007 and the group was renamed to Sustainable Port and Industry Area Moerdijk (SPIAM). The group continued its monitoring activities, and also formulated more explicit goals for sustainable development of the industrial park. In the period of 2007 and 2008 the actors involved in SPIAM made an inventory of residual material exchanges that had been implemented at the industrial park.

Around the same time, a similar inventory was made in an investigation on residual material exchanges in Western Brabant that was commissioned by the province of Northern Brabant. Through these projects several existing residual material exchanges have been identified, as well as a number of potential new exchanges. Exchanges that already existed include a set of exchanges between Attero, Essent and Shell that was already implemented in 1997, an exchange between Shell and Omya that was implemented in 1999, and an exchange between SNB and Omya that was implemented in 2004. The actors responsible for developing the overview of existing and new projects decided to use the test ground cleaner industrial park Moerdijk project to stimulate the further development of these exchanges. It was explicitly decided to use the SPIAM as the platform for the new project, because this would allow the project to build on relationships that had already developed at the industrial park. The SPIAM project and the Sustainable Connections project co-existed for some time, but in 2011 it was decided to merge them and to continue under the header of Sustainable Connections Moerdijk. At this time, a multiannual program for 2011-2015 was also developed by the involved actors.

The main achievement of the Sustainable Connections initiative so far has been the realization of part of the heat exchange infrastructure, used by a company called Bewa (operating a biogas plant) to supply residual heat to the neighboring Bolsius and DCS. The idea for the exchange was developed by the companies themselves before the Sustainable Connections initiative had started. The idea was also one of the potential exchanges identified at the time that inventories were being made of the existing and potential exchanges at the industrial park of Moerdijk in 2007 and 2008. By the end of 2012 there are several plans to expand the network further, both within and outside the boundaries of the industrial park.

For example, there were plans to supply residual heat to greenhouses situated in the nearby Spiepolder. There were also advanced plans for the development of a logistical park nearby the existing industrial park of Moerdijk. Companies that will establish at the new logistical park are also supposed to use residual heat of the existing companies at the industrial park of Moerdijk.

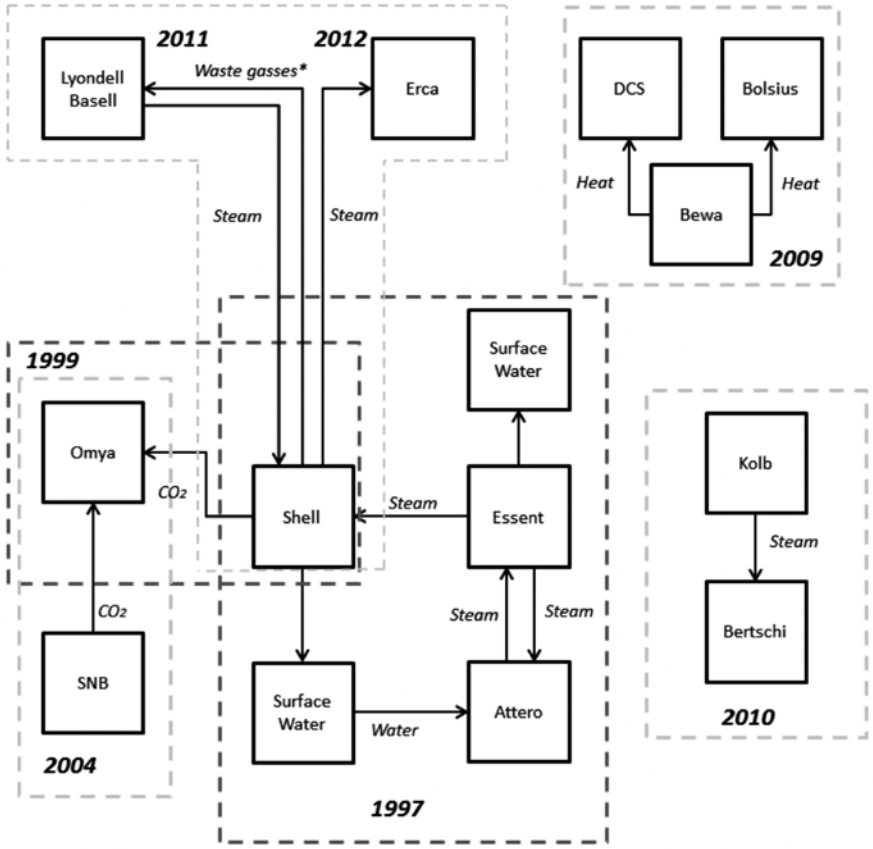
Other possibilities for residual material exchanges are being explored as well. One of the initiatives that was taken to explore these possibilities is the presentation of so-called 'opportunity boards' by the BIM. These boards list opportunities for companies at the industrial park of Moerdijk to reuse other's waste materials. With regard to the optimization of water loops the responsible project group found that optimization is technically feasible, but financially unattractive. With regard to the other ambitions several projects have been started. For example, a conference on mobility-related issues (e.g., reachability of the industrial park) was organized shortly after signing the declaration of intent, and the municipality and the province started an experiment with new permitting procedures in 2009. The Sustainable Connections initiative is still in progress. More details on the evolution of industrial symbiosis at Moerdijk are offered in the analysis below.

Analysis

From the perspective of the model of Baas and Boons (2004) the first stage in the evolution of industrial symbiosis networks is characterized by autonomous decision-making by companies (possibly facilitated by governmental organizations or cooperative arrangements between entrepreneurs), and making use of existing win-win situations. At the industrial park of Moerdijk, several exchanges have developed in the nineties and the early 2000s based on autonomous decision making by firms. This includes a number of exchanges between Shell, Attero and Essent that started in 1997, when Attero (AZN at the time) and Essent (EPZ at the time) finished the construction of a waste incineration plant combined with a cogeneration plant. The two plants exchanged steam, and the plant of Essent also supplied steam to the nearby plant of Shell. In 1999 the supply of CO_2 from Shell to Omya was implemented, and a similar supply of CO_2 from SNB to Omya was implemented in 2004. Also, before the heat infrastructure for the supply of residual heat from Bewa to DCS and Bolsius was created as part of the Sustainable Connections initiative, the three companies had developed their own plans for such an exchange autonomously. Bewa had already been working on such plans after finishing the construction of its biogas plant in 2005. Although we have no evidence of other actors being directly involved in these exchanges, the steering group that was formed at Moerdijk in 1997 did record such developments (as part of the environmental monitoring activities) in order for them to serve as examples for other companies. The environmental monitoring activities of the steering group may be understood as a weak form

of facilitation. Figure 2 gives an overview of various exchanges that have been developed throughout time.

Figure 2 : Overview of exchanges. Based partly on more detailed overviews offered by Stift (2011).



** The supply of waste gasses was already established long before 2011.*

The foregoing observations fit rather well with the stage of *regional efficiency* in the model of Baas and Boons (2004). The stage of *regional learning* is much harder to identify in the case of Moerdijk. To some extent, mutual recognition, trust, and the exchange of knowledge among a limited group of actors were already present from the late nineties. Public and private parties had already been working together through the steering group that was formed in 1997. Over the years, representatives of these parties met in meetings of the steering group as well as in various working groups. The environmental monitoring activities can also be understood as an elaborate example of knowledge exchange between the involved actors. However, the number of actors actively involved in these activities is rather small compared to the total number of actors active in the industrial park

of Moerdijk (about 400). The constellation of stakeholders involved has also remained relatively stable over time. The steering group has undergone only slight changes over time, and the biggest changes in the number of actors involved have occurred with the formal start of Sustainable Connections in 2009. By the end of 2004, a so-called Neighbors Council was set up by the port authority of Moerdijk. The members of the council are representatives of various citizen groups active at and around Moerdijk. The purpose of the council is to improve the communication between companies of the industrial park of Moerdijk and citizens from neighboring villages. The Neighbors Council has always been an important platform for communication with citizens about the various initiatives developed at the industrial park of Moerdijk, and its establishment can thus be understood as an expansion of the constellation of stakeholders involved.

In 2006 and 2007 the steering group that was formed in 1997 started develop the SPIAM, in an attempt to develop more explicit goals for sustainable development. The vision was based on individual mission statements of the members of the steering group, and it covered the people, planet and profit dimensions of sustainability. To some extent, the development of the masterplan can be understood as a broadening of the definition of sustainability of the involved actors. However, the masterplan is better understood as a strategic vision that guided the further activities of the involved actors. In that sense, the development of the masterplan indicates the start of the *sustainable industrial district* stage. The vision is also an evolving one. The vision underlying the Sustainable Connections initiative can be understood to be an expansion of the vision promoted in the masterplan. In 2010 the Sustainable Connections initiative and SPIAM were evaluated, after which it was decided to merge the two initiatives. To this end, a new strategic vision for the period of 2011-2015 was developed.

The model of Domenéch and Davies (2011) articulates a number of conditions for the emergence of industrial symbiosis, which include stringent and rapidly developing regulatory frameworks, the need to come up with innovative solutions for waste exchanges, and frequent interaction among stakeholders. Under these conditions, relatively simple ties between companies could develop that set the stage for more complex developments at the long term. We have no evidence that the early ties that developed at Moerdijk were developed as the result based on the motivation to comply with stringent regulations. One exception concerns a project that never became integrated into the industrial symbiosis network of Moerdijk. From the nineties a cooperation of poultry farmers has been working on the development of a poultry manure incineration plant, a waste-to-energy project. The plant itself was a response to increasingly stringent regulations on the amount of manure that poultry farmers were allowed to produce. Also, the cooperation occasionally negotiated with other companies at Moerdijk on possibilities to reuse heat and CO_2 emitted by the plant, although we have

no evidence that any of these exchanges were ever implemented. The early exchanges that have been implemented by other companies were developed primarily based on business motivations. It is also unclear to what extent the condition of frequent interaction applies to the case of Moerdijk. Frequent interaction did occur among the members of the steering group, but these are not the actors responsible for the development of the early exchanges at Moerdijk.

A similar observation can be made for the *probation* stage of the model of Domenéch and Davies (2011). In the case of Moerdijk learning from the experiences with early exchanges did occur explicitly from 2007 to 2009. In 2007 and 2008 two inventories were made of the existing exchanges at the industrial park of Moerdijk, and several new potential exchanges were identified. These inventories served as input for the Sustainable Connections initiative. During the Sustainable Connections initiative itself, the development of the pipeline infrastructure for the supply of residual heat from Bewa to DCS and Bolsius was used as a pilot for the development of an even larger infrastructure. The learning process can also be understood to have contributed to increased embeddedness of a selected group of actors, but this applies more to the steering group than to the companies involved in the early exchanges. In this regard, the environmental monitoring activities of the steering group have also contributed to their learning process. It is difficult to distinguish between the stages of *probation* and *development and expansion* for the case of Moerdijk. In Moerdijk learning from early exchanges and the development of new ones to some extent occurred at the same time. However, the start of the Sustainable Connections initiative did entail an increased focus on the identification of new potential linkages, especially after finishing the heat exchange infrastructure of Bewa, DCS and Bolsius. The Sustainable Connections initiative can be understood to have contributed to the knowledge basis of the system, as it has contributed to a better overview of opportunities for residual heat and CO_2 exchanges through the development of several business cases and the opportunity boards that were developed by the BIM. However, this has not yet contributed to a widening of the material basis of the system, as the focus has remained primarily on the exchange of residual heat and, to lesser extent, CO_2.

From the perspective of the stage model of Chertow and Ehrenfeld (2012) the stage of sprouting can be understood to occur from 1997 to 2006, as this is the period in which individual linkages form between companies. Contrary to what the model suggests, the companies that engaged in these exchanges were mostly well aware of the positive environmental externalities associated with these exchanges. In that sense they didn't require uncovering. In addition, a cooperative culture and coordinating institutions can be understood to have developed with the activities of the steering group that was formed in 1997, whereas the model of Chertow and Ehrenfeld (2012) suggests that these are mostly absent until the stage of *uncovering*. However, the steering group

can be understood to have acquired new functions that relate more explicitly to the stimulation of industrial symbiosis from 2007 (when the masterplan for SPIAM was published). The steering group had already promoted sustainable development from 1997, but the emphasis was primarily on the environmental monitoring activities. Although the focus on the stimulation of residual material exchanges was not necessarily new, it has become more explicit with the development of the masterplan for SPIAM, and even more so with the start of the Sustainable Connections initiative.

Chertow and Ehrenfeld (2012) suggest that the boundary between the stages of *sprouting* and *embeddedness and institutionalization* is porous. In our view, it is not possible to distinguish between the stages of *uncovering* and the (the beginning of) *embeddedness* and *institutionalization* if we apply the model to the case of Moerdijk. Again, to some extent coordination and cooperation had already become embedded in local norms through the existence of the steering group since 1997, although the explicit focus on industrial symbiosis was introduced primarily with the Sustainable Connections initiative. However, the model of Chertow and Ehrenfeld (2012) also raises the question to what extent the coordination of industrial symbiosis activities becomes institutionalized. In this regard, it is important to note that the Sustainable Connections initiative is still organized as an initiative with a limited duration. The fact that the duration of the initiative was extended in 2010, accompanied by a multiannual program for 2011-2015, could be interpreted as a step in the further institutionalization of industrial symbiosis at the industrial park of Moerdijk. However, it is unclear what happens after this period ends. We think it is likely that the steering group continues to exist is some form, but it is not yet possible to say to what extent industrial symbiosis will continue to be a major part of their efforts.

The framework of Paquin and Howard-Grenville (2012) was developed primarily for cases of facilitated industrial symbiosis. As the early exchanges at Moerdijk developed primarily based on the autonomous efforts of companies, the first stage of the model of Paquin and Howard-Grenville (2012) may have less relevance to our case. Nonetheless, we do recognize elements of the *pre-network development* stage of the model in the early stages of the Sustainable Connections initiative. For example, the inventories that have been made of the existing and potential new exchanges at the industrial park of Moerdijk correspond to the idea of taking a strategic view of the resource needs of the industrial park, and its surroundings. Also, the presentation of opportunity boards by the BIM may be understood as the facilitation of interaction spaces. The BIM also organized other events where companies met in the context of sustainable development. For example, several companies have been awarded a frontrunner position in recognition of the efforts that they have made for sustainable development.

Elements of *earlier network development* can be observed simultaneously. For example, the development of the residual heat exchange between Bewa, DCS,

and Bolsius, as well as the other residual heat exchanges that have been planned as a follow-up of this first exchange can be understood as cases of strategically introducing partners around specific exchanges. Here, it is also important to note that the involved companies have indicated that the first heat exchange might not have been realized without the facilitation activities of members of the steering group.

As was mentioned before, the heat exchange project between Bewa, DCS and Bolsius was used as a pilot for other potential heat exchanges at the industrial park. After the initial heat exchange was finished, the members of the steering group developed business cases for similar heat exchanges within the park, as well as heat exchanges with a nearby greenhouse area and the logistical park that was still to be developed. These are activities that Paquin and Howard-Grenville (2012) associate with the *later network development* stage, as it points for an increasingly hands-on selection of industrial symbiosis opportunities with a focus on replicable exchanges. The development of the supporting infrastructure has been part of these efforts from the very start, as the port authority of Moerdijk (one of the members of the steering group) was made responsible for the maintenance of the pipeline infrastructure that is used for the heat exchanges.

The model of Spekkink (2015) emphasizes that collaborations on industrial symbiosis can be assembled from antecedent projects that are started for disparate purposes in a stage of the process that is coined *building intermediates*. In the case of Moerdijk several such 'intermediates' for collaboration on industrial symbiosis can be identified. To some extent, the various exchanges that have been developed by companies before the start of the collaboration can be understood as intermediates, although these exchanges were only used as examples and were never fully integrated as part of the collaboration. However, other intermediates were explicitly included in the collaboration, including the SPIAM collaboration that was started in 2007, and the plans for the heat exchange between Bewa, DCS and Bolsius that the involved companies had already developed themselves. Some of these intermediates had been in development since 1997. The common ground of these intermediates includes their focus on the reuse of waste materials, and more generally their contribution to the sustainable development of the industrial park of Moerdijk. The public actors in the region (the province of Northern Brabant, the municipality of Moerdijk, and the port authority of Moerdijk) were involved in several of the intermediates, which is largely a result of their administrative responsibilities in the region (e.g., permitting procedures and development of the industrial park). Thus, these public actors naturally assumed a position as bridging actors between the different developments. This also allowed them to develop an overview of the various developments in progress at Moerdijk, as well as the (potential) contributions that these developments made to the sustainable development of the industrial park. This overview was also partly made possible through the environmental monitoring reports that were developed by the steering group of which the public actors were also members.

The stage of *assembling intermediates* can be understood to have commenced in 2007. The common ground, of the intermediates was explicitly recognized when the public actors made their inventories of existing and potential symbiotic exchanges at Moerdijk. To some extent this common ground was already made concrete in the vision that is at the basis of the SPIAM collaboration that started in 2007, but the actual translation of this common ground into a vision occurred with introduction of the Sustainable Connections initiative. Public and private actors that had been involved in the development of the intermediates were brought together in 2008 to discuss the potential for a cleaner industrial park at Moerdijk. The declaration of intent that was signed in April 2009 is the product of their meetings.

The stage of *continued existence as stable assembly* can be understood to commence from the moment that Sustainable Connections officially started in April 2009. From that moment, the actors involved in the collaboration started working on parallel projects aimed at implementing various aspects of the vision of Sustainable Connections. The SPIAM collaboration was only formally integrated into the collaboration in 2011, suggesting that the assembling of intermediates to some extent continued after the collaboration had already started. During the collaboration the steering group that had already formed in 1997 served as the core of the collaborative network. In that sense, the steering group can be understood to have played the role of bridging actor after the collaboration had formally commenced. Other actors were also attracted, but these were typically involved in specific projects, and their involvement was not necessarily continuous. This corresponds with the notion of a stable core and the fluid periphery of the model of Spekkink (2015).

Figure 3 : Overview of occurrence of different phases

<table>
<tr><th></th><th>1997</th><th>1998</th><th>1999</th><th>2000</th><th>2001</th><th>2002</th><th>2003</th><th>2004</th><th>2005</th><th>2006</th><th>2007</th><th>2008</th><th>2009</th><th>2010</th><th>2011</th><th>2012</th></tr>
<tr><td>Baas and Boons</td><td colspan="10">Regional efficiency & regional learning</td><td colspan="6">Sustainable industrial district</td></tr>
<tr><td>Domenéch and Davies</td><td colspan="10">Emergence</td><td colspan="3">Probation</td><td colspan="3">Development and expansion</td></tr>
<tr><td>Chertow and Ehrenfeld</td><td colspan="10"></td><td colspan="6">Uncovering (until 2009) & embeddedness and institutionalization</td></tr>
<tr><td>Paquin and Howard-Grenville</td><td colspan="12"></td><td colspan="2">pre-network & earlier network development</td><td colspan="2">Later network development</td></tr>
<tr><td>Spekkink</td><td colspan="10">Building intermediates</td><td colspan="3">Assembling intermediates</td><td colspan="3">Continued existence as stable assembly</td></tr>
</table>

Discussion and Conclusions

In this section we discuss the comparative value of the different stage models by reflecting on how well their implications along the dimensions identified in table 2 fit with the empirical observations on the case of Moerdijk.

Focusing on the *evolution of the IS exchanges*, the models of Baas and Boons (2004), Doménech and Davies (2011) and Paquin and Howard-Grenville (2012) correspond most closely with what was observed in the case of Moerdijk. The exchanges created at Moerdijk in the early stages of development are sometimes complex in themselves, but they are still relatively simple compared to the exchanges that are developed (or planned) as part of the Sustainable Connections collaboration. This increase in complexity is underemphasized in the models of Chertow and Ehrenfeld (2012) and Spekkink (2015), which focus more on the fact that a shift in focus occurs from the implementation of bilateral exchanges to the development of a network of exchanges. If we consider the *evolution of the social network*, then the models of Doménech and Davies (2011) and Spekkink (2015) have the best fit with the empirical observations on the case of Moerdijk. The models of Baas and Boons (2004) and Paquin and Howard-Grenville (2012) predict that the network of involved actors expands over time. Although this is true to some extent, the group of actors that is involved on a structural basis remains relatively small. The model of Chertow and Ehrenfeld (2012) also emphasizes increasing strength of relationships among firms, but the focus on firms underestimates the role that public actors still have throughout the later stages of collaboration. The model of Baas and Boons (2004) is the only model that explicitly emphasizes the increase in the diversity of involved actors that may occur.

With regard to *governance mechanisms* the models of Chertow and Ehrenfeld (2012) and Spekkink (2015) fit best. It is clear that in the case of Moerdijk public actors played an important role in bringing actors together and coordinating the collaboration on industrial symbiosis, whereas in the other models there is a stronger assumption that a more networked type of coordination is used. Paquin and Howard-Grenville (2012) also recognize the role of facilitators, but their model doesn't highlight the way in which facilitators may build on ongoing activities in the way that the champions and bridging actors in the models of Chertow and Ehrenfeld (2012) and Spekkink (2015) do. With regard to the *mechanisms for phase transitions* we consider the two mechanisms separately. The models of Baas and Boons (2004), Doménech and Davies (2011) and Spekkink (2015) have the closest fit with the case of Moerdijk when it comes to the mechanism held responsible for the shift from the first phase to the next, although they emphasize different aspects of this transition. Spekkink (2015) emphasizes that actors are mobilized for the development of a joint vision, based on the recognition of the common ground that actors have developed through their earlier projects. The model of Baas and Boons (2004) complements

this view by highlighting that this transition also entails a shift of focus from relatively simple projects to more complex ones. To some extent, the effort to build a vision on common ground can be understood as a way to consolidate the lessons learned in earlier cooperation, which is emphasized by the model of Doménech and Davies (2011). The model of Chertow and Ehrenfeld (2012) assumes that the first phase transition occurs as a result of uncovering environmental externalities, but there is strong evidence that in Moerdijk actors were already aware of these externalities from the early stages of development.

The model of Paquin and Howard-Grenville (2012) assume that facilitators have already attempted to bring actors together for discussion in the first stage of development. With regard to the mechanism for the second phase transition the models of Baas and Boons (2004), Paquin and Howard-Grenville (2012) and Spekkink (2015) have the closes fit with the case of Moerdijk. The models of Baas and Boons (2004) and Spekkink (2015) explicitly recognize the important role that visions play in helping the collaboration on industrial symbiosis take off. The model of Paquin and Howard-Grenville (2012) highlights the fact that in the case of Moerdijk this also entailed an effort by public and private actors to jointly develop an infrastructure specifically for the facilitation of residual heat exchanges among a multitude of actors. In the case of Moerdijk the development of new linkages (Doménech and Davies 2011) can be better understood as a consequence of the transition rather than its underlying mechanism.

Table 3 summarizes our reflection on the different models and the extent to which the models correspond with the empirical observations on the case of Moerdijk.

Table 3 : Fit of models with empirical data on Moerdijk. "X" indicates a good fit. "/" indicates a moderate fit.

	Baas and Boons (2004)	Doménech and Davies (2011)	Chertow and Ehrenfeld (2012)	Paquin and Howard-Grenville (2012)	Spekkink (2015)
Evolution of IS exchanges	X	X		X	
Evolution of social network	/	X			X
Governance mechanisms			X	/	X
Mechanisms for phase transitions*	1: X 2: X	1: X 2:	1: 2:	1: 2: X	1: X 2: X

Overall, the model of Spekkink (2015) has the closest fit with the case of Moerdijk, with the model of Baas and Boons (2004) as a close second. In our view, this also reveals an important quality of the various models, namely that their design is strongly determined by the contexts that are most familiar to their architects. From this perspective, it is unsurprising that the models developed by authors that

are more familiar with the Dutch context have the best fit. Based on the material presented in this chapter it is not possible to determine exactly how culturally embedded the different models are, but we suggest that a closer examination of this aspect of the models will be interesting, because it may reveal wider cultural and institutional conditions that influence the way that industrial symbiosis unfolds in different parts of the world. Where these conditions are still implicit in the current versions of the models, a closer examination of these conditions may help to explicate them.

References

Baas, L. W., & Boons, F. A. A. (2004). An industrial ecology project in practice: exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems. Journal of Cleaner Production, 12(8-10), 1073–1085.

Blatter, J., & Haverland, M. (2012). Designing case studies: explanatory approaches in small-n research. New York: Palgrave MacMillan.

Boons, F. A. A., Spekkink, W., & Jiao, W. (2014). A Process Perspective on Industrial Symbiosis. Journal of Industrial Ecology, 18(3), 341–355.

Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. Journal of Industrial Ecology, 11(1), 11–30.

Chertow, M. R., & Ehrenfeld, J. (2012). Organizing Self-Organizing Systems. Journal of Industrial Ecology, 16(1), 13–27.

Doménech, T., & Davies, M. (2011). The role of Embeddedness in Industrial Symbiosis Networks: Phases in the Evolution of Industrial Symbiosis Networks. Business Strategy and the Environment, 20(5), 281–296.

Goldstone, J. A. (2003). Comparative Historical Analysis and Knowledge Accumulation in the Study of Revolutions. In: J. Mahoney and D. Rueschemeyer (Eds.) Comparative Histprical Analysis in the Social Sciences. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 41-90.

Hewes, A. K., & Lyons, D. I. (2008). The Humanistic Side of Eco-Industrial Parks: Champions and the Role of Trust. Regional Studies, 42(10), 1329–1342.

Paquin, R. L., & Howard-Grenville, J. (2012). The Evolution of Facilitated Industrial Symbiosis. Journal of Industrial Ecology, 16(1), 83–93.

Poole, M. S., Van de Ven, A. H., Dooley, K. J., & Holmes, M. E. (2000). Organizational change and innovation processes: theory and methods for research. New York: Oxford University Press.

Schwartz, E. J. and Steininger, K. W. (1997). Implementing nature's lesson: The industrial recycling network enhancing regional development. *Journal of Cleaner Production,* 5(1-2), 47-56.

Simon, H. A. (1962). The Architecture of Complexity. Proceedings of the American Philosophical Society, 106(6), 467–482.

Spekkink, W. (2015). Building capacity for sustainable regional industrial systems: an event sequence analysis of developments in the Sloe Area and Canal Zone. Journal of Cleaner Production, 98, 133-144.

Stift, N. (2011). Implementing Industrial Symbiosis: Organizational Structures. Master thesis. Delft University of Technology, Master of Industrial Ecology.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 8

Amsterdam: Energy port in Transition

Carla Jong

Project manager Environment & Planning
Port of Amsterdam Authority,
Amsterdam - the Netherlands

& Wouter Jacobs

Senior Research Fellow, RHV Bv
Erasmus University Rotterdam,
Rotterdam - the Netherlands

Biographies

Carla Jong *is Project Manager at the Port of Amsterdam in The Netherlands. She is well experienced in spatial planning and environmental issues specialized in Port – City areas. Areas where it is all about the impact of the port and creating interaction and cooperation with his surroundings. At the moment she manages projects for sustainable and safe port development like expansion of the wind energy park and LNG port facilities.*

Carla graduated in Process engineering at the University of Applied Sciences in Utrecht and in Public administration at the University of Amsterdam. After working as an policy advisor for the Dutch cities of Rotterdam and Amsterdam, she has now worked for 7 years at the Port of Amsterdam, a corporatized organisation into which she fitted well as it operates at the intersection between government and private maritime and industrial companies.

Port of Amsterdam is Western Europe's fourth largest port and plays a large role in the transhipment and processing of energy products. Port of Amsterdam is committed to being a smart port and to adding value for customers and the environs in a sustainable and innovative manner.

It seeks to promote growth at companies, while still taking a careful approach to the available space and the quality of water, soil and air. Port of Amsterdam aims to achieve this through intensive cooperation with partners in the business community (national and international), city and region.

Wouter Jacobs *is research fellow and lecturer at the RHV of the Erasmus School of Economics (ESE). Wouter lectures in the minor-program (Port Cities and Regional Development) and in the Masters Seminar 'Ports and Global Logistics'. His research interests include the economic geography maritime business services, planning of port cities, economics of commodity trading and regional development policy. He has also been involved in strategy development for the Port of Amsterdam, City of Antwerp and the City of Rotterdam.*
Wouter holds a PhD (2007) in Management Sciences from the Radboud University Nijmegen, the Netherlands. His PhD deals with the 'Political Economy of Port Competition' and provides empirical analysis of institutionalized practices in the port management of Rotterdam, Dubai and Los Angeles-Long Beach. After his PhD Wouter worked as postdoctoral fellow at ESE (Dept. Applied Economics) and Utrecht University (Dept. Economic Geography). The last two years Wouter was employed as Assistant Professor at the University of Antwerp, Belgium and he held a one-year guest professorship in economic geography at Ghent University. He is currently also involved as guest lecturer 'Global Production Networks and Regional Development' at Chongqing University, China.

Some key publications

Jacobs, W. (2014), Rotterdam and Amsterdam as Trading Places?. In search of the economic-geographical nexus between commodity chains and world cities, *Tijdschrift voor de Economische en Sociale Geografie*, 105: 483-491

Jacobs, W., Koster, H.R. and F. van Oort (2013), Co-agglomeration of knowledge – intensive business services and multi-national enterprises, *Journal of Economic Geography*, 14: 443-475.

Hall, P.V. and W. Jacobs (2012), Why are maritime ports (still) urban and why should policymakers care?, *Maritime Policy & Management* 39: 189-206.

Jacobs, W., Koster, H. and P.V. Hall (2011), The location and global network structure of maritime advanced producer services, *Urban Studies*, 48: 2449-2669.

Jacobs, W., Ducruet, C. and P.W. De Langen (2010), Integrating world cities into production networks. The case of port-cities, *Global Networks* 10: 92-113.

Introduction

The port of Amsterdam is Western Europe's 4th busiest in terms of throughputs (95 million tons per year, see figure 1) and is part of a wider port-industrial complex (including the ports of Beverwijk, Zaandam and Velsen/ IJmuiden) stretching along a canal to the North Sea (see figure 2). The port is specialized in the handling of oil derivatives (gasoline, diesel and jet fuels), minerals (coal, fertilizers) and agri-bulk (cocoa, vegetable oils) and, as such, is an important global commodities trading hub of the ARA-region (Jacobs & Van Dongen, 2012).

Figure 1 : Annual Throughput

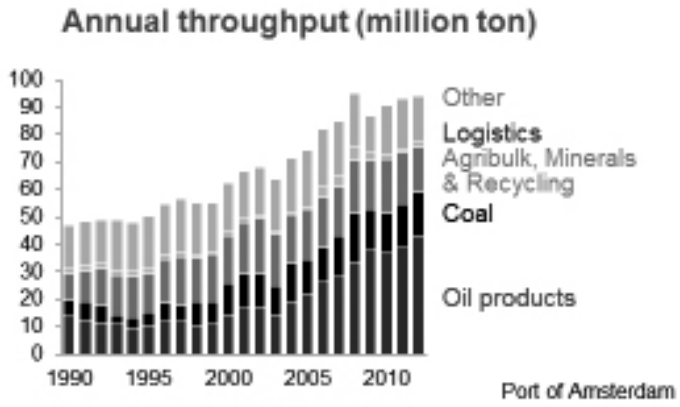
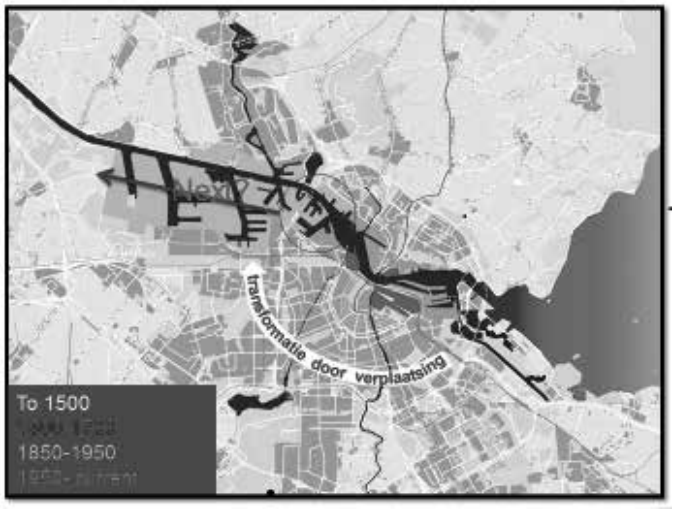


Figure 2 : Map of port region

The port is located in a fast growing metropolitan region, with urban development and expansion often leading to conflicting claims over the use of prime, but scarce, waterfront land (Wiegmans & Lauw, 2011). Although the city of Amsterdam owes much of its commercial wealth and entrepreneurial spirit to the historical presence of its port (Smith, 1984), the symbiotic relationships between port and city had started to erode since the 1970s onwards, just as happened in many other port-cities in the developed world (Bird, 1973; Hayuth, 1982; Hoyle, 1989; Norcliff *et al.* 1996; Ducruet, 2006; Daamen & Vries, 2013).

Figure 3 : Port-city transition ABOUT HERE



Spatially, the increased intensity of port-industrial activity, in combination with urban growth, lack of available land for further expansion, and environmental constraints have led to the move of port facilities away from city centers. Indeed, much of port-city policy and planning efforts of the earlier 1980s onwards dealt with the redevelopment of derelict, largely brownfield urban waterfront sites that were formerly used for shipping activities. In economic terms ports have become less dependent on the urban labor market due to increased automation and operational rationalization. Cities have also become less dependent on 'their' ports for local economic growth as much of the cargo is destined for distant hinterlands, but still experience the nuisances of such flows. The German transport geographer Markus Hesse (2006) has referred to these developments as a dichotomy between *global chains and local pains*. As ports have become part of globalized systems of production and distribution with value capturing often taking place far away, the negative externalities of these processes mainly reside locally and affect the local quality of life (noise, pollution, congestion).

Looking at the interface between port and city simply from the perspective of land uses, waterfront transformations and mitigations indeed obscures how port

and city can mutually benefit from each other's nearby presence. Many major ports across the world remain indeed fundamentally 'urban': ports continue to occupy urban spaces, are embedded in localized knowledge systems, still draw on urban labor markets and infrastructure, and are subject to local politics and policy concerns (Hall & Jacobs, 2012; Hesse & Hall, 2013). The authors emphasize that innovation and 'new combinations' are more likely within large and diversified urban (port) spaces (Glaeser, 2011), because they provide more access to skilled labor as well as wide set of actual or potentially complementary industries. Moreover, it are precisely those ports located in or nearby dense urban agglomerations which find themselves confronted with tighter regulations and therefore in need to implement new technologies and business solutions first that will be more capable to move 'beyond the lock-in' (Atzema *et al.,* 2010) and cater to the demands of a sustainable future.

Ports still provide vital infrastructures that allow for the access to global markets and for the metropolitan supply of goods and production inputs. Port-city interfaces can be understood as a driver for the implementation of circular economy. The certain mix of commodities passing through ports allows for 'new combinations' and localized value-added 'transformations', such as in all kinds of bio-based applications. Ports also provide experimental zones for high-tech companies located in the city to implement various smart technologies that optimize cargo handling, storage and logistics planning. The co-siting of various related manufacturing industries allow for the re-use of wastes and residuals and as inputs for the urban built environment (e.g. heating). In short, ports provide urban economies access to global markets while at the same time can serve as hubs in regionalized circular systems of flows: global chains- local gains. Recent developments in the port of Amsterdam will demonstrate this. The Port of Amsterdam is a Landlord port that corporatized in 2013, and which launched a new port vision with its stakeholders that same year: Port Vision 2030.

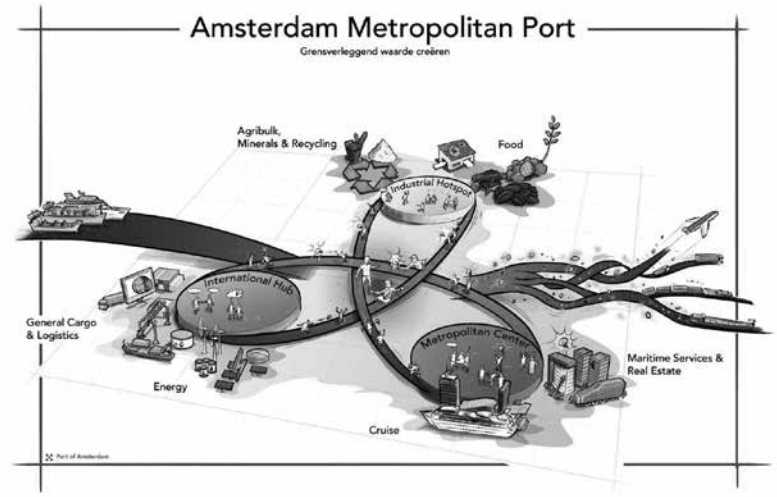
The Port Vision 2030

The Amsterdam port in 2030 is a dynamic, versatile, adaptable and metropolitan "port ecosystem". A system which is able to shift and respond flexibly to new situations, recognise opportunities early, and mobilise the capacity for innovation swiftly. It is more than a transhipment centre. It is a tightly integrated hub where raw materials, cargo, residual flows, data, people and ideas all come together, where new technologies are given a chance, and where there is the scope for experimentation. In this system the strengths of the port, the city and the wider metropolitan region will be combined. The interconnectedness between different flows and industries in spatial proximity brings with it the added benefits of economies of scale, cross-pollination and innovation. By mobilizing renewable energies and stimulating innovations in the areas of the bio-based and circular

economy, the Port of Amsterdam aims to strengthen its competitive and innovative potential and that of its users and neighbours. This reflects itself in the growth of transhipments, an increase in productivity and added value and therefore will strengthen the port's proposition as a driver of- and for- the regional economy.

This metropolitan "port ecosystem" consists in three interconnected worlds: International Hub, Industrial Hotspot and the Metropolitan Centre. In the next sections we will present the rationale of each, and we will provide illustrations of initiatives and actual developments currently taking place in Amsterdam.

Figure 4 : Metropolitan Port system



International hub: where Fossil meets Bio

The international hub builds upon the current function and backbone of the port, that is linking international markets through the handling of commodity flows such as oil and agribulk. It is this backbone of an ecosystem that constitutes an essential building block for the energy transition and for biobased recycling activities as it allows for 'new combinations' between commodity flows while building upon the existing network of expertise and the infrastructures in place.

The Biobased economy is based on organic renewable sources instead of the current dependence on fossil reserves. It is about energy from raw materials like biomass (agricultural crops and residues) and biofuels (bioethanol and biodiesel). The use of advanced biobased technologies and expertise in the transhipment of raw materials will lead to a dynamic ecosystem. Amsterdam is ready to make the transition to a bio based economy due to its available infrastructure, market know-how, and long standing experience in the handling

of related types of cargo. It is only a small step for the oil terminals to store biofuels and for the bulk terminals to tranship biomass. The share of biofuels is approximately equal to the mandatory percentage that energy producers are required to blend (approximately 5% in 2012).

The annual throughput of biofuels (bio ethanol and biodiesel) in the port of Amsterdam already numbers up to 1 million tons. This number is expected to rise to 3.5 million by 2020. Two bio diesel plants are located in the Amsterdam port area: 1) the Vesta biofuels plant (owned by the Swiss commodity trader Mercuria) which is located on the site of Oiltanking which provides Vesta with the required port facilities such as quays, tanks, storage, transhipment and blending and 2) the Greenmills biodiesel plant which produces renewable biofuels from organic residues, such as used deep fryer oil and organic waste. The power plant NuonHemweg is supplied directly by Bulk Terminal Amsterdam (Overslag Bedrijf Amsterdam – OBA) via a conveyor belt. The NuonHemweg power plant has a gas- and coal-fired plant. Nuon is currently fine-tuning plans for the co-firing of sustainable biomass. In 2016 they will start and the goal is co-firing more than 50% biomass in 2018.

Industrial Hotspot: where Waste meets Energy

Industrial Hotspot is about high-quality production, cargo handling and processing in the region. Medium-sized, more diversified flows find their way from and to the regional food and manufacturing industries, the wholesale trade, and to regional construction and infrastructure projects (building materials). Here, international flows meet with local production cycles, urban logistics and a regionalized industrial innovation system. It is the base for the Circular Economy: where waste meets energy.

The port of Amsterdam manages to make smart use of the convergence of waste flows. The agricultural business activities taking place in the surrounding area (including the flower auction and the horticultural sector in the area south of the port and the food-processing industry in Zaanstreek north of the port) offer possibilities for the supply of organic material. The Amsterdam Metropolitan Area has the potential to provide many re-usable organic materials and waste flows. Amsterdam-based renewable energy sources offer new possibilities for the industry. Port of Amsterdam works closely with Innovation Lab Chemistry Amsterdam, an incubator for start-ups and spin-offs in the chemical industry based in the Amsterdam Science Park, by building on links between the port, chemical production plants and the scientific community.

Greenmills is a large ecological industrial complex. Wastes are turned into sustainable fuel which can power cars and green electricity and heating for homes in Amsterdam. They pick up kitchen and production wastes and organic

fats from 25,000 addresses in the Netherlands, Germany and Belgium use these to produce biodiesel for companies such as Shell and BP. Greenmills makes a homogeneous mix from the remaining organic waste which its neighbour Orgaworld turns into heating and electricity. Commodity trader Cargill transports residual pulp from its fruit juices installation in the port to Greenmills through a pipeline. ICL Fertilizers Europe C.V. uses phosphate-rich waste flows from the port area as raw material for the production of fertiliser and is working on plans to expand this activity. Traditional waste collecting companies such as Icova, Van Gansewinkel and Granuband on their turn are now involved in refined recycling processes. Icova, for instance, annually produces approximately 60,000 tonnes of fuel pellets from industrial waste.

The waste-to-energy plant of AEB converts household and industrial waste into energy and raw materials. AEB is not only a waste processor but also a renewable energy and raw materials company and is constantly improving its methods for gaining returns from waste. Every 1,000 kg of waste results in 91 kWh of heat, 900 kWh of electricity, 209 kg of building materials and other useful rest products. It is a good example of an urbanized cycle: the AEB produces electricity from Amsterdam's household wastes and which is enough to meet the needs of 75% of Amsterdam's households and generates heating that now supplies 5% of the households. Waternet's Water treatment plant is co- sited near the AEB, the sewage sludge is converted in the AEB installation to biogas. Nearby is the gas station of Orangegas, supplying cars and (garbage) trucks. In conjunction with Waternet and AEB, Port of Amsterdam is currently researching the conversion of biogas from sewage sludge into bio-LNG and which can be used as bunker for the emerging market of LNG-powered vessels. The waste-to- energy plant and biogas installation, Waternet's sewage treatment plant and Orgaworld's fermentation plant are all sources of district heating. Due to this combination of sources, as much as 70 % of the district heating is completely climate neutral and contribute to the city's climate ambitions.

Metropolitan centre: where Global meets Local

This function involves more finely-meshed logistics flows within the region like waste, electricity supply and water supply. It is about the interconnections of Port and City.

The City of Amsterdam recently outlined her new plans in the Sustainability Agenda (Agenda Duurzaamheid, March 2015) to accelerate sustainable development in the Dutch capital. The Sustainability Agenda sets out both quantitative and qualitative targets with the philosophy of the circular economy as a common thread: innovation, doing more with less, becoming smarter and renewable. Achieving a circular economy fits well with the activities in the port

area as mentioned above. In 2020, energy consumption per capita will decrease by 20 per cent while 20 per cent more renewable energy will be generated per capita than in 2013. This will be achieved by allowing more wind and solar power to be generated at Amsterdam territory and by increasing the number of connections to the district heating system.

Amsterdam port is in the Amsterdam territory a suitable area for windmills. The vision for wind in the Amsterdam Port Area (windvisie Westpoort, 2012) concluded correctly that windmills contribute to the industrial landscape of the port with its oversized objects like cranes and chimneys. The Port of Amsterdam area is home to a large wind farm with a total capacity of more than 64 Megawatts. This is enough to meet the electricity needs of approximately 40,000 households. In the next few years, new larger windmills and new locations will expand the overall capacity to at least 100 megawatts. Local generated sustainable wind energy will supply local demand. Enabling Amsterdam's residents to participate in a wind mill by making it possible to take a small share in it, the Port of Amsterdam can fulfil the sustainable ambitions of the city and their residents.

Conclusion: Global Chains and Local Gains!

Sustainable development, circular systems and smart technology are creating enormous opportunities for business development and innovative cross-overs between industries. Port cities are *the* locations to experiment, introduce and valorize such cross-overs. This is because 'ports in cities' and 'cities with ports' are faced with numerous dilemma's and antagonisms. 'Cities with ports' are looking for ways to expand their economies yet a purely consumption-based growth strategy will ultimately come at the cost of lack of accessibility and access to markets. Claiming port land through speculative real-estate development and environmental zoning will not only push existing productive places out of the area (and out of the economy as a whole), it will also alienate existing (often globally active) users from making the necessary investments in the sustainable upgrading of their productive places. 'Ports in cities' on their turn are confronted with the dilemma that their business model is often simply tailored to facilitating more international cargo flows and traffic, yet often at the cost of the local quality of life. The only way out of this conundrum is to embrace the opportunities that are now given by the 'Third Industrial Revolution' (Rifkin, 2011) and all the major transitions that are re-shaping our lives. Indeed, nearby cities are assets for ports as they provide a local market for the goods 'to be transformed' in ports and they

are reservoirs of human capital and business intelligence needed to implement such transitions. Likewise, nearby ports are assets to the urban economy as they remain to give access to international markets and clients, yet now provide the necessary 'transformative' infrastructures and logistical skills to service the sustainable growth of an expanding urbanized economy: global chains, local gains.

The case of the Port of Amsterdam illustrates how key stakeholders, globalized and local players, from the wider region of Amsterdam have been on the forefront in identifying these business opportunities. New combinations are sought and implemented on various levels locally (technical, commodities and materials-wise, business models, governance) and through various types of strategic interfaces (B2B, Triple Helix, G2G, spatially or economically). Such transitions are still strive with uncertainty and risks, such as unclear mandates and potential conflicts about uses. Some experiments will indeed fail and cognitive distances among the decision-makers about the opportunities will remain (Hall & Jacobs, 2012). Yet, that is exactly what an eco-system is: an evolving ensemble of public and private risk-bearing enterprises. We hope to push forward these lines of thoughts and collaborate on developments (inter-) nationally in similar port cities to Amsterdam. The case of the port-city of Ghent in Belgium, where various public and private stakeholders (including from nearby Terneuzen in the Netherlands) have joined forces to stimulate innovation and to strengthen the biobased cluster, for example the BioBased Europe Pilot Plant, provides us with confidence that the ARA as a whole is on the right track.

References

Atzema O., Boelens L. and B. Veldman (2010), Voorbij de lock-in. Een economisch institutionele herpositionering van de Rotterdamse haven, Utrecht: Strategem/Utrecht University.

Bird J. (1973), 'Of central places, cities and seaports', *Geography* 58, pp105-118.

City of Amsterdam (2015), *Sustainability Agenda 'Sustainable Amsterdam' (Agenda Duurzaamheid)*, new plans to increase the pace of improving sustainability in the Dutch capital, Amsterdam.

City of Amsterdam (2012), *Wind vision Westpoort, urban vision for new locations for wind energy in the Amsterdam port area*, Amsterdam.

Daamen T.A. and I. Vries (2013), 'Governing the European port-city interface: institutional impacts on spatial projects between city and port' , *Journal of Transport Geography*. No. 27, pp 4-13

Ducruet C. (2006) 'Port-city relationships in Europe and Asia', *Journal of International Logistics and Trade,* 4(1), 13-35.

Glaeser E. (2011), *The Triumph of the City,* New York: Penguin

Hall P.V. and M. Hesse (2013), *Cities, Regions and Flows,* Routledge: London and New York.

Hall P.V. and W. Jacobs (2012), Why are maritime ports (still) urban and why should policymakers care?, *Maritime Policy & Management* 39: 2, p189-206.

Hayuth Y. (1982), The port-urban interface: An area in transition, *Area*, 14(3): 219-224

Hesse M. (2006) Global Chain, Local Pain: Regional Implications of Global Distribution Networks in the German North Range. *Growth and Change* 37:4,570–596.

Hoyle B.S. (1989), 'The port-city interface: trends, problems and examples', *Geoforum,* 20, pp. 429-435

Jacobs W. and F. Van Dongen (2012). *Amsterdam Smartport in Global Trade. Een Strategische verkenning naar de wisselwerking tussen de Amsterdamse havenen dienstverleningsclusters,* Onderzoek in opdracht van Haven Amsterdam, Utrecht: Universiteit Utrecht.

Norcliffe G., Bassett, K., and T. Hoare (1996). 'The emergence of postmodernism on the urban waterfront, *Journal of Transport Geography* 4(2): 123-134.

Port of Amsterdam Authority (2014), Vision 2030: *Port of Amsterdam, Port of Partnerships*, Amsterdam.

Rifkin J. (2011), *The Third Industrial Revolution: how lateral power is transforming energy, economy and the world*, Palgrave Macmillian: New York

Smith W.D. (1984), The Function of Commercial Centers in the Modernization of European Capitalism: Amsterdam as an Information Exchange in the Seventeenth Century. *The Journal of Economic History* 44, pp. 985–1005.

Wiegmans B. and E. Lauw (2011), Changing port city relationships at Amsterdam: a new phase in the interface? *Journal of Transport Geography* 19, p.575-83.

Chapitre 8

Shanghai et son port : une co-évolution énergétique et urbaine

Vincent Aurez
Chargé de mission
Institut d'Economie Circulaire
Paris - France

Gabrielle Desarnaud
Chercheure
Centre Energie- Institut Français des Relations Internationales
Paris - France

& Jean-Claude Levy
Expert
Institut de l'économie circulaire
Paris - France

Biographies

Vincent Aurez *est chargé de mission à l'Institut de l'économie circulaire. Diplômé de Sciences Po et de l'Université de Pékin, il a travaillé à la chancellerie politique de l'ambassade de France à Pékin.*

Gabrielle Desarnaud *est diplômée de Sciences Po Paris et de l'Université de Pékin en développement durable et relations internationales, avec une forte spécialisation sur la gestion de l'énergie. Elle a rejoint en décembre 2013 le programme Énergie et Environnement d'Asia Centre en tant que coordinatrice de projet sur les problématiques du charbon et de la sécurité énergétique en Chine. Elle rejoint le Centre Énergie de l'Institut Français des Relations Internationales en septembre 2015 en tant que chercheur.*

Jean-Claude Levy *est historien-géographe et rapporteur général d'une mission de réflexion sur l'économie circulaire dans le Développement, en direction des pays émergents et en développement, qui lui a été confiée par M. le Ministre délégué chargé du développement Pascal CANFIN, en octobre 2013. Il est membre du comité d'experts de l'Institut de l'Économie Circulaire.*

Introduction

La ville de Shanghai (shàng : sur, hai : la mer) bénéficie d'une géographie privilégiée : elle s'est développée sur les bords du fleuve Huangpu, dans le delta du Yangzi, troisième fleuve le plus long du monde et qui traverse les régions les plus peuplées de Chine.

L'histoire de Shanghai est intimement attachée à celle de son port : elle a évolué depuis les années 1900 au gré des changements politiques de la Chine. Si le delta, l'embouchure du fleuve et la ville possèdent une ascendance géographique et politique sur le port, celui-ci n'en joue pas moins un rôle déterminant dans la structure spatiale, l'organisation économique et sociale de la ville. Les modifications de maille et de relations économiques entre la ville et son port sont tout autant du fait des évolutions politiques, que des transformations économiques du tissu industriel de la Chine depuis le début du XXe siècle.

Elle fut un temps au service de la domination des colonisateurs européens (concessions), puis ville républicaine chinoise par excellence après Guangzhou. Au début du siècle dernier les « triades » et autres seigneurs de la guerre puis l'épopée de Chen Yi et de Tchang Kai Chek en ont tourné l'image socialiste puis communiste vers l'extérieur. Cet espace aux pieds dans l'eau fut un mauvais temps aux mains des japonais, sans perdre ses appuis sur la vaste agglomération rurale et urbaine du delta. Elle reste ainsi aujourd'hui même à la fois dépendante du fleuve, de l'étendue presque infinie du lac Taihu pour son eau potable et ses zones naturelles, et de tout son arrière-pays (hinterland en allemand : Nanjing, Wuxi, Hangzhou, Suzhou, etc.). Simultanément elle est zone historique d'appui, porte d'entrée et de sortie du grand fleuve de Chine dès le XXIe siècle, avec Chongming, la plus grande île alluviale du monde et réserve naturelle classée Ramsar, étranglée dans ses « bouches ». Ces transformations économiques ont parfois favorisé l'apport de ressources énergétiques non durables lointaines, ce qui a fortement contribué à déconnecter le port et sa ville et à créer des espaces industriels non intégrés au reste de l'activité économique. L'essor ensuite du commerce international a considérablement modifié l'aménagement de l'espace urbain de Shanghai, en la poussant à s'adapter vers l'export (Shanghai passe de 8ème port mondial dans les années 80 au 1er port mondial vingt ans plus tard en termes de trafic total).

Voilà déjà trois transformations de son port et de ses relations avec la ville : tantôt interface d'échanges économiques internationaux, port de guerre et zone d'appui militaire, et enfin siège du premier libéralisme économique chinois. Elle a ensuite été assimilée par Mao et reconvertie en zones d'industries de transformation, « ville-monde » sur l'eau et le sable, toutefois dépendante du reste de la Chine concernant les ressources énergétiques (principalement le charbon).

Ces transformations suivent de relativement près le modèle de développement des ports en cinq étapes établi par Brian S. Hoyle (1988). De deux espaces proches et parfaitement interdépendants à l'origine, la ville et son port se développent jusqu'à presque se séparer physiquement, laissant place au développement de nouvelles activités sur des espaces en reconversion.

Elle entame aujourd'hui une nouvelle transformation : un urbanisme où la production décentralisée de l'énergie est désormais intégrée de la côte jusqu'au centre-ville, et surtout où les relations énergétiques entre zone portuaire et espace urbain est une condition même de son développement. Le recentrage de l'économie chinoise vers la demande intérieure et les nouvelles politiques environnementales chinoises amènent Shanghai à rechercher une plus grande efficacité énergétique dans son espace urbain. Le modèle urbanistique chinois qui répondait « dans les années 60 » à une logique « fonctionnaliste » poussée par une incessante quête du progrès et des considérations essentiellement quantitatives, s'est retrouvé confronté à ses limites. A la fin des années 2000 ce modèle a alors opéré un tournant pour entrer dans une phase qualifiée « d'urbanisme intégré », prenant en compte une dimension sociale et environnementale qui se ressent dans les nouvelles orientations de développement de Shanghai et de son port.

A travers ces revirements se ressent l'ambition du 11e plan quinquennal (2006-2010) de faire du développement de l'économie circulaire et de l'établissement d'une société sobre en énergie et respectueuse de l'environnement un axe stratégique du développement chinois. La politique d'économie circulaire considérée comme primordiale est directement supervisée par de hautes instances d'Etat : la Commission pour le Développement et la Réforme (NDRC), sorte de super-ministère, et le Conseil d'Etat. Les autorités chinoises ont lancé en 2005 les premiers projets d'économie circulaire dans sept secteurs industriels clés en lien avec 42 grandes entreprises, quatre zones de recyclage et de réutilisation des déchets, treize parcs industriels et dix provinces et villes, dont Shanghai.

La stratégie de l'accélération du développement de l'économie circulaire a notamment mis en lumières les axes d'actions suivants :

- L'amélioration du rendement de l'utilisation de ressources, la réduction du volume final de déchets à traiter, la création d'une quantité visible d'entreprises exemplaires répondant aux exigences du développement de l'économie circulaire.
- L'amélioration du système de collecte, de la réutilisation et de la valorisation de ressources renouvelables.
- La création de parcs industriels (ou agro-industriels) et de villes économes en ressources et respectueuses de l'environnement.

Le 12e plan quinquennal (2011-2015) maintient cet axe stratégique de l'économie circulaire et le renforce ; l'efficacité énergétique à tous les niveaux de l'économie est particulièrement mise en avant.

Ces incitations institutionnelles sont particulièrement importantes pour le premier port du monde : le port de Shanghai est le modèle extrême d'un espace profondément interconnecté à un système commercial globalisé, qui rivalise parfois avec les dynamiques du territoire à l'échelle locale. Pollution, dégradation des côtes, nuisances sonores, déperditions d'énergie : l'activité intensive du port aggrave les difficultés déjà rencontrées par l'urbanisation rapide du delta. Suivant une tendance qui nait peu à peu dans les espaces particulièrement propices au développement de synergies que sont les ports, le port de Shanghai devient un lieu privilégié d'expérimentations d'intégration industrielle et urbaine. Cette dernière transformation, qui pourrait bien être la sixième étape que Hoyle ne pouvait pressentir en 1988, ne pourra se faire qu'à travers une intégration énergétique de l'industrie dans la ville, avant tout menée près de la zone portuaire. Cela montre bien que si le port est dépendant de la ville, la ville elle-aussi est intimement liée à l'aménagement de son port, faisant des deux entités de Shanghai deux espaces qui ont, et qui sont destinés à co-évoluer dans le temps.

L'émergence d'une cité portuaire fortifiée pour favoriser le commerce et la sécurité (1554-1843)

La ville-port de Shanghai

Originairement un village orienté vers l'industrie de la pêche, Shanghai est à la fin du XIIe siècle une ville portuaire de 200 000 habitants, dont le dynamisme commercial est soutenu par une maille dense de transports et de structures sociales bien organisées (les guildes), jouant le rôle d'interfaces entre la ville et l'hinterland de la Chine. Elle devient une cité entourée de murs en 1554 pour se protéger du banditisme japonais. Contrairement à des villes aux fonctions administratives comme Pékin, le développement de Shanghai est marqué par les intérêts commerciaux de son port. Comme le suggère Hoyle, jusqu'au XVIIIe siècle la coexistence de la ville et son port implique une interdépendance fonctionnelle maximale entre les deux. Les canaux et les digues aménagés à partir des cours d'eau de la rivière devinrent des axes de circulations majeurs sur lesquels les bateaux étaient autorisés à naviguer au cœur de la ville. Cette structure répondait aux besoins d'une activité commerciale soutenue, poussant les commerces à s'établir le long des canaux principaux. La présence du port et

son influence économique et commerciale a non seulement influencé le tracé de la ville mais également l'architecture des bâtiments, qui privilégiaient une façade donnant sur les axes de circulation avec une boutique au rez-de-chaussée, et parfois plusieurs étages supérieurs afin de rentabiliser l'espace.

Commerce avec l'arrière-pays chinois tout entier

Shanghai devient rapidement l'un des ports les plus développés du pays, stratégiquement placé car proche de la côte et à 19km du Yangzi, voie navigable de plusieurs milliers de kilomètres donnant accès aux provinces le plus peuplées du centre de la Chine. Des Bureaux de Commerce Maritime sont établis dès le XIIIe siècle et gèrent l'export du coton, de la soie et autres produits manufacturés.

La ville double à l'époque coloniale (1843-1943), ville portuaire internationale et cité chinoise : le début de la déconnexion port-ville

Industrialisation poussée par les puissances étrangères dès 1875

La défaite de la Chine durant la première guerre de l'opium l'oblige à accepter plusieurs traités internationaux. En 1842, le traité de Nankin désigne Shanghai comme l'un des cinq ports ouverts au commerce de la Chine avec l'extérieur, et les traités anglais, américains et français en 1843-44 leur permettent notamment d'établir un consulat à Shanghai. La ville va s'industrialiser de manière très précoce avec l'arrivée des Japonais après le traité de Shimonoseki en 1895 qui leur donne des droits extraterritoriaux, et le port sort de son confinement à l'intérieur de la ville.

Le centre politique et économique de la vieille ville de Shanghai se déplace alors vers le bord de la rivière Wusong et la rive ouest du Huangpu, le Bund, où les concessions étrangères s'installent. Ce mouvement est naturellement induit par la volonté des puissances étrangères de développer le commerce extérieur. Le Conseil Municipal de Shanghai forme un gouvernement à part, propre aux concessions. La cité chinoise continue de se développer vers l'est en se rapprochant des concessions étrangères avec des ruelles en lacis. La présence occidentale bouleverse davantage l'aménagement urbain : la pratique du vote majoritaire est instaurée entre mandarins locaux, des taxes locales sont instaurées et des infrastructures (centres médicaux, système de drainage) sont développées pour répondre à un souci grandissant d'hygiène. Dans ces

concessions anglo-américaines et françaises, les propriétés étrangères suivent le tracé des terrains agricoles d'autrefois. Les propriétés sont acquises par la cession de particulier à particulier de terres marécageuses destinées alors à l'agriculture ou à l'élevage. Ces concessions sont aussi ouvertes à de nombreux résidents chinois. À l'intérieur des concessions, les différences d'aménagement urbain sont remarquables. La concession française s'inspire de la tradition française de services publics et d'intérêt général. C'est pourquoi celle-ci achète l'eau à l'entreprise Shanghai Waterworks pour ensuite la redistribuer gratuitement dans des fontaines publiques, alors que dans la concession anglo-saxonne l'entreprise conclut des contrats privés avec les utilisateurs qui en ont les moyens.

Les cartes de l'armée américaine représentent une très forte activité industrielle chinoise sur les bords de la rivière Wusong en 1933, l'aménagement urbain et industriel est clairement tourné vers le transport de marchandises. Filatures de coton et de soie, papeteries, minoteries, usines de production d'huile s'étendent jusqu'à la sortie de la ville. Les bords du Huangpu, et notamment la zone de Pudong, sont également occupés par les industries et les docks étrangers. On y trouve notamment British Cigarettes et Mitsubishi. En remontant le Huanpu vers l'Est et l'embouchure du Yangzi se sont installées les compagnies pétrolières comme Socony ou Standard Oil Corporation of New York. Le port est devenu à cette époque une réelle interface entre la Chine et le reste du monde, exportant notamment du textile et subvenant par ses importations de pétrole aux besoins énergétiques de la ville en pleine industrialisation.

L'impact de cette activité industrielle intensive sur l'équilibre écologique du delta se fait très tôt remarquer. En effet, les usines en nombre très concentré exploitent les nappes phréatiques de Pudong depuis le début du siècle, si bien qu'en 1921 est constaté pour la première fois ce qui crée aujourd'hui des vagues d'inquiétudes répétées parmi les autorités et les géologues chinois : une subsidence qui aurait fait perdre 2 mètres de hauteur à cette partie de la ville en à peine 100 ans.

Début de la déconnexion port-ville

Les écrits sur l'évolution de Shanghai et de son port estiment que la déconnexion port-ville ne s'est opérée que lors de la libéralisation post-Mao (après 1989). Plusieurs éléments laissent cependant supposer que cette déconnexion a au contraire débuté bien plus tôt, entre 1843 – 1943. Le territoire portuaire est en effet fondamentalement modifié durant cette période: le tissu économique de Shanghai s'industrialise, le mix énergétique est petit à petit dépendant de l'arrière-pays chinois, riche en ressources énergétiques fossiles, alors que le port se tourne vers les exportations avec l'ouverture forcée par les puissances occidentales.

La période subséquente à la Guerre de l'Opium est caractérisée par l'essor du port et des zones attenantes alors que la vieille ville, trop difficile d'accès pour

les nouveaux besoins du commerce, amorce son déclin. Afin de redynamiser cette zone et favoriser son intégration aux concessions étrangères, les autorités chinoises adoptent un nouveau modèle urbanistique largement inspiré des concessions : c'est vraisemblablement à cette période que Shanghai adopte une politique urbaine « fonctionnaliste » apportée par les étrangers. Le mur d'enceinte fut détruit afin de faciliter le rattachement aux quartiers dynamiques proches des nouveaux docks et le tracé des canaux fut modifié afin d'élargir les rues. Après 1911, les projets urbains de « ville républicaine » qui comprennent le développement de la zone de Pudong voulus par Sun Yat-Tsen puis Tchang Kaï-Chek ne sont finalement pas réalisés à cause du manque de finances et le début de la guerre sino-japonaise. Ce projet visait à extraire le port des influences anglo-américaine et française en développant la cité chinoise sur l'autre rive.

À partir de 1937, l'occupation japonaise et la Seconde Guerre mondiale marquent la fin des concessions, la victoire du parti communiste contraint par la suite les étrangers à se retirer de la ville.

La ville déconsidérée, politique communiste des « régions urbaines » (1949-1989)

Mise sous parenthèse de l'activité portuaire internationale

Avec l'arrivée au pouvoir des communistes en 1949, l'urbanisation de Shanghai, la « capitaliste », l'ancien siège du Guomindang rival, est volontairement freinée. La politique d'indépendance vis à vis des grandes puissances occidentales transforme Shanghai en une cité productive axée sur l'industrie lourde et le développement intérieur, qui a toujours son impact aujourd'hui : Shanghai est forte en industries cimentières, métallurgies et pétrochimiques. Dans la course à l'industrialisation du pays, la port est alors considéré comme une porte d'entrée pour la domination extérieure et le commerce est privilégié sur les axes intra-nationaux. La demande grandissante de Shanghai en charbon et poussée par des industries peu efficaces et gourmandes en énergie. C'est l'arrière pays qui y répond, à une époque où la Chine est encore auto-suffisante et exploite ses riches réserves de l'ouest.

Désengagement de la ville et effacement du continuum urbain-rural : transferts des régions urbaines vers les régions rurales

À cette époque, l'aménagement de Shanghai s'insère dans une stratégie plus totalisante de « régions urbaines ». Les communistes mettent en place à partir de 1952 un programme régional de villes satellites environnant Shanghai, afin

de répondre au problème du mal-logement. En 1973, on dénombre 76 villes qui entourent la région urbaine de Shanghai en zones concentriques d'activités industrielles. Après la mort de Mao en 1976, Deng Xiaoping se méfie de Shanghai qui a vu naître la « Bande des Quatre », regroupant des dirigeants maoïstes les plus radicaux et instigateurs de la Révolution culturelle.

Loin d'instaurer un communisme égalitaire, l'ère maoïste fait paradoxalement de la Chine un pays particulièrement propice au développement capitaliste de marché, sinon ultra-libéral (sur le plan social : atomisation de l'individu au sein d'une sorte de lien social totalisant, et sur le plan technique mise en place d'industries lourdes, dans le contexte de l'aménagement urbain : installation d'activités sur toute la chaîne de valeur industrielle), cela est aussi le cas à Shanghai. En 1972 et 1978 sont planifiées et construites les bases industrielles de Jinshan Wei (pétrochimie) et de Baoshan - Wusong (sidérurgie), deux villes satellites, pour orienter le développement vers le sud et le nord de la municipalité. Dans l'espace urbain de Shanghai, 203 cités sont programmées et installées, regroupant de 15 000 à 40 000 personnes. Elles ne fournissent pas seulement à la ville des ressources agricoles, mais s'engagent aussi dans le développement d'activités industrielles secondaires (produits plastiques, réparation de bateaux).

Cette époque voit ainsi l'émergence d'une région métropolitaine, dotée d'une périphérie bien organisée sur le plan industriel et administratif, apte à supporter le développement futur d'une intense activité portuaire.

Entre déconnexion et intégration : le port en tant qu'interface (1990-2005)

Réformes de libéralisation de Shanghai et émergence d'un complexe industrialo-portuaire : la ville embarquée sur l'autre rive

Si le projet républicain du Greater Shanghai Plan est interrompu en 1937, les plans d'urbanisation de Pudong ne sont cependant pas abandonnés. Le déplacement du port et le développement de la zone de Pudong vont bien s'effectuer sur l'autre rive et contribuer à l'extraction du port de l'espace urbain existant. La projection à l'international de la ville s'opère par le déplacement de son espace portuaire originel : désormais la zone pivot de Shanghai se situe sur l'autre rive.

L'ouverture de Shanghai aux réformes de libéralisation économique se produit avec le remplacement en 1989 de Deng Xiaoping par Jiang Zemin, ancien secrétaire du parti communiste de Shanghai. En 1988, Zhao Ziyang alors Secrétaire Général du Parti et partisan de l'ouverture économique et d'une

certaine privatisation, met le développement des zones côtières au premier plan de sa stratégie d'aménagement du territoire.

En 1990 le gouvernement central exprime sa volonté de se concentrer sur le développement de Pudong, afin de faire de Shanghai l'un des centres économiques, financiers et commerciaux majeurs du monde, et ce le plus vite possible. Le développement de cette zone doit aussi fournir la dynamique nécessaire à l'essor de tout le bassin du Yangzi, c'est à dire à l'arrière pays de la ville de Shanghai. Shanghai fait également face à un développement économique très rapide auquel le tissu urbain doit répondre par toujours plus d'espaces d'affaires, bureaux et logements, besoins auxquels la zone de Pudong doit répondre d'urgence. 1/10 des foyers doivent déménager, les réseaux de transports se modernisent et se densifient : en 1999 la deuxième ligne de métro est déjà en fonctionnement et relie l'aéroport international et la gare TVG attenante jusqu'au centre-ville. La spéculation immobilière provoque une montée des prix en même temps qu'une élévation de la hauteur des immeubles, à l'image de la Shanghai Tower (630 mètres). Les villes satellites soutenues à l'époque Maoïste sont intégrées dans le programme « One City, Nine Towns » visant à dynamiser neuf villes afin de désengorger le centre. Shanghai tente de se réorganiser comme une municipalité « polycentrique », dont l'ambition est de développer un maillage interconnecté de zones aux activités industrielles et urbaines intégrées.

La municipalité de Shanghai décide également de redévelopper largement ses installations portuaires à l'occasion de la création de Pudong. Il ne s'agit plus ici d'un port fluvial mais d'un port maritime, directement situé sur l'estuaire du Yangzi, protégé ainsi des envasements du cours aval du Huangpu et à même de recevoir des navires de gros tonnage. Shanghai s'adapte alors aux besoins de trafics maritimes modernes. La tendance de déconnexion entre le port et la ville s'accentue avec la construction de plateformes d'opération plus éloignées de la ville. La construction du port de Waigaoqiao, qui comporte aujourd'hui cinq terminaux, débute également à cette époque. Les principales activités du port se sont alors déplacées du Huangpu vers le Yangzi, et permettent une meilleure logistique pour répondre aux activités d'exportation. Le port est administré par le Shanghai Port Group. Il est complété par la plus grande zone franche de Chine – relevant directement de la municipalité – de chantiers navals, et de liaisons routières avec les autres zones de développement créées à Pudong.

Le port de Shanghai est au cœur de l'attention des décisionnaires, cependant dès la fin des années 80, la vieille ville fait également l'objet de plans massifs de restructuration et de revalorisation de ses espaces. Le centre historique est préservé et entre très tôt dans une logique de valorisation culturelle du patrimoine et des espaces verts. Le centre est alors relié aux zones portuaires et au Bund par un réseau de transport développé, ce qui intègre plusieurs espaces urbains aux fonctions dissociées.

Les chercheurs chinois considèrent que la transformation de Shanghai est due au jeu entre des forces internationales et locales. Le flux grandissant d'investissements étrangers et la contribution des entreprises étrangères à la production industrielle a marqué le territoire. La politique urbaine de Shanghai avant les années 90 qui l'a fortement liée à son arrière-pays en fait cependant une ville moins influencée par les forces extérieures que ses homologues du delta de la rivière des perles.

Le complexe portuaire : interface entre la Chine et le monde

Les installations portuaires initiales au centre de l'agglomération sont progressivement abandonnées au profit d'importants réaménagements urbains. Le port de Waigaoqiao, redonne à Shanghai les moyens d'un emplacement stratégique, au centre de la façade maritime chinoise sur l'océan pacifique.

Le Yangzi est long de 6 000 kilomètres et donne accès à 61% du linéaire des voies d'eau chinoises. Sur le volume total de conteneurs manipulés par le port de Shanghai, 58% tiennent du trafic du Yangzi, 25% à celui de la côte chinoise et 17% empruntent les routes maritimes internationales. Ceci démontre bien le rôle d'interface que créé le port entre la Chine continentale et le reste du monde : la majorité de ses échanges n'a pas lieu avec l'étranger mais via la « Golden Waterway » . Shanghai est d'ailleurs le port d'exportation de Chongqing, agglomération de 18 millions d'habitants qu'atteignent des navires de 10 000 tonnes, et des provinces du Fujian et du Jiangxi situées dans l'arrière pays.

En tant qu'interface, acteur essentiel de la multipolarité mondiale, le port de Shanghai est tiraillé entre un « système monde » et un « système territorial » dont les dynamiques s'opposent. En 1996, une enquête conclut que plus de 4/5 des cours d'eau sont pollués, dont 20% pollués à un point que l'utilisation de l'eau des rivières pour l'agriculture est impossible. Les déchets municipaux sont généralement libérés non traités, même dans les grandes villes. En 2004, la pollution de l'eau est encore plus présente que la pollution de l'air. Une étude de l'époque estime que près de la moitié des déchets de Shanghai est déchargée dans le Yangzi et dans la baie de Hangzhou. A Shanghai où l'eau a conditionné la stratégie urbaine de la ville (polders, canaux, écluses), la question de la montée des eaux fait particulièrement résonnance. Si, comme le suggère l'Arctic Monitoring and Assessment Programme, le niveau de la mer venait à monter de 1,6 mètres d'ici 100 ans, la ville aurait littéralement les pieds dans l'eau.

Cette situation qui se retrouve dans presque toutes les grandes villes de Chine à donné lieu à la loi sur l'économie circulaire de 2008 et la promotion d'un système urbain et industriel intégré. La ville de Shanghai y a vu le moyen de s'adapter aux enjeux de la mutation industrielle, en maintenant son activité industrialo-portuaire tout en diminuant sa consommation de ressources.

La ville re-déployée avec son port : l'économie circulaire comme stratégie territoriale (depuis 2005)

Entre déconnexion poussée et intégration : l'énergie comme source de coévolution

Afin de compenser l'engorgement des terminaux principaux dont le tirant d'eau est trop faible pour les méga porte-conteneurs de nouvelle génération, un nouveau port en eaux profondes voit le jour en 2005, destiné à des fonctions de transbordement. C'est le second port de Shanghai destiné à l'export : les principales activités du port se concentrent plus encore vers l'extérieur et tournent le dos à la ville. D'une profondeur de 16mètres, le port de Yangshan se situe sur deux îles de pêcheurs largement transformées, au sud-est de la municipalité. Relié au continent par le pont de Donghai d'une longueur de 32km, dont une grande partie serpente au dessus de la mer, le nouveau port a pour ambition de devenir un centre d'éclatement du fret vers l'Asie du Nord.

La concurrence inter-ports est un facteur déterminant dans l'évolution à long terme d'une ville portuaire. Si la déconnexion physique de Shanghai et de son port est de plus en plus évidente, leur interdépendance reste pourtant très marquée : c'est le port de Ningbo, dont le site en eaux profondes était plus propice, qui était à l'origine pressenti pour la construction de ces nouvelles infrastructures. La ville de Shanghai a néanmoins utilisé son poids économique afin de remporter l'autorisation finale du gouvernement central.

Cette nouvelle direction de l'aménagement municipal a poussé à la programmation d'un pôle d'urbanisation supplémentaire à 40km de la ville-centre qui profitera du dynamisme du port de Yangshan afin de développer des centres de recherche et industries de technologies de pointe. La création de toutes pièces de Lingang, dans le district de Pudong, répond principalement aux impératifs de la ville durable. Ce nouvel espace urbain devrait accueillir 800 000 personnes d'ici 2020, année de sa complétion. L'intégration de cette zone est garantie par une liaison de métro et la relocalisation des universités maritime et océanique de Shanghai. Par ailleurs, le Shanghai Lingang Marine Science Park devrait mettre au point une plateforme de ressources et technologies partagées afin de créer des synergies avec les parcs industriels proches, consacrés à la logistique et la production d'équipements pour le port. Dans le registre des éco-cités chinoises, l'aménagement urbain de la zone doit se faire selon une logique d'intégration et de maximisation des synergies : les zones d'habitation fourniront les travailleurs nécessaires au bon fonctionnement des parcs industriels, de recherche et de logistique du port qui eux même fonctionneront de manière intégrée et compréhensive.

Ce port a également permis d'étendre les capacités d'approvisionnement en Gaz Naturel Liquéfié de Shanghai, maintenant une intégration énergétique forte par des importations essentielles pour lutter contre le réchauffement climatique. La première phase du projet menée à terme en 2009 permet d'augmenter l'apport en GNL de 3 millions de tonnes par an en provenance de Malaisie. La seconde phase du projet devrait porter ces capacités à 6 millions de tonnes par an. La politique de Shanghai en matière d'augmentation de la consommation de gaz comme énergie alternative au charbon a également imposé la construction de deux nouveaux réservoirs de GNL sur le terminal Wuhaogou de Pudong, ce qui fait plus que doubler sa capacité de stockage actuelle.

Avec une croissance de sa population de l'ordre de 3% par an, Shanghai, dont l'électricité est fournie à 95% par du charbon, pousse également pour la construction massive de parcs éoliens au large de ses côtes et dans ses ports. D'ici 2020 les 13 projets qui auront été acceptés et financés devraient fournir assez d'électricité pour 4 millions de foyers. Le seul ayant été mené jusqu'à la fin de sa première phase est précisément celui du port de Yangshan. Une fois la phase deux complétée, celui-ci devrait fournir de l'électricité à 200 000 foyers lorsqu'il fonctionne au maximum de ses capacités, complétant un système énergétique déjà intégré et interdépendant.

Le district financier de Pudong était l'hôte de l'une des plus grandes décharges à ciel ouvert du monde, accueillant 70% des déchets de la ville. Dans le vaste effort engagé par le pays dans la promotion de l'économie circulaire, la ville de Shanghai produit du compost et du biogaz à partir de la décharge de Laogang depuis 2006, et fournit ainsi de l'électricité à quelques 100 000 foyers.

Un nouveau modèle intégrationniste

Deux axes guident désormais le développement urbain de Shanghai: la protection de l'environnement d'une part, la rénovation et la création de zones urbaines mixtes en économie circulaire d'autre part. La ville de Shanghai consacre chaque année 3% de son produit intérieur brut à la protection de l'environnement, ce qui constitue une part supérieure à celle observée dans les autres villes chinoises.

Si le port à tendance à déplacer ses activités les plus génératrices de revenus vers les eaux plus profondes au large des côtes, accentuant la séparation physique et le découplage de ses activités avec celles de la ville, Shanghai ne montre pas moins une volonté de renouveler son modèle urbanistique selon une logique « intégrationniste ». Celle-ci intègre non seulement le port lointain dans sa politique énergétique, mais aussi les terminaux plus proches de la ville ainsi que les zones périurbaines plus éloignées du port. Cette volonté d'intégration dont on voit se dessiner des flux de matières recyclées ou réutilisées du port vers la ville (dans le cas du compost par exemple) pourrait se généraliser et maintenir la coévolution de la zone portuaire et de la ville dont il dépend.

La municipalité de Shanghai lance en effet en 2002 le Shanghai Chemical Industry Park (SCIP). Devenu en quelques années l'un des fleurons de l'industrie et de l'économie shanghaïennes, le parc industriel chimique de SCIP est aujourd'hui considéré en Chine comme l'une des opérations les plus importantes du pays, et comme une référence en matière d'écologie industrielle et d'économie circulaire. Ce nouvel espace prend en compte la problématique de traitement des déchets de la ville et du port: l'incinérateur implanté sur le site est le plus important de Chine et traite des déchets industriels dangereux provenant d'autres zones de Shanghai, en dehors du parc industriel.

La nouvelle ville de Lingang reliée au port de Yangshan, est conçue autour de parcs organisés selon une logique d'écologie industrielle. La zone résidentielle est notamment prévue pour être connectée aux champs d'éoliennes off-shore qui alimentent aussi en partie le port. Le développement de zones d'activités de cette sorte montre la volonté de Shanghai de maintenir une large part de son activité dans le secteur secondaire. Le produit intérieur brut de Shanghai tient une croissance de plus de 7% par an, avec un secteur de l'industrie qui y contribue à hauteur de 37,2% (2013), contre 62% pour le secteur des services. Loin de se spécialiser, la mégalopole de Shanghai tente au contraire de maintenir une chaîne de valeur diversifiée mais plus intégrée, notamment énergétiquement.

Cette politique d'aménagement plus localement intégrée, se nourrit paradoxalement d'une tension irrépressible « vers le large » qui amène nécessairement une pression démographie et immobilière, celle-ci générant une nécessité de protection locale des espaces naturels, dont l'économie circulaire est un vecteur relativement nouveau mais crucial : les investissements chinois pour l'environnement et la biodiversité sont absolument significatifs. Un des plus grands musée d'histoire naturelle du monde a été inauguré en 2014 au centre de Shanghai, prolongeant le Musée de la science et de la technologie de Pugong (les localisations sont significatives !). Et dans les faits, la protection de la diversité, y compris par la promotion de « l'éco-tourisme », s'est traduite sur le terrain tout au bout du Huangpu, dans l'embouchure du Yangzi, par une tentative pour l'instant avérée de protéger l'île de Chongming. La municipalité de Shanghai a réalisé une autoroute par le travers longitudinal de l'île, afin de traverser par deux fois le Yang Tse vers le Nord, rejoindre le Jiangsu et Nangtong vers Pékin. Il s'en est suivi une sorte d'interpellation sociale et politique de la protection de la nature, de la biodiversité et plus largement de l'aménagement du territoire à la chinoise : pas seulement une arête dans les « bouches », mais un temps d'arrêt dans la spéculation immobilière. En effet les 1200 km² de Chongming et ses 800 000 habitants environ constituent, face aux 6 400 km² de Shanghai qui en logent 20 000 000, la dernière réserve foncière de la municipalité, de surcroît en partie zone naturelle internationale protégée. C'est à dire encore un cas d'école, pour l'économie socialiste de marché. Shanghai a largement préservé cette zone de peuplement (zone d'accueil aussi pour des populations déplacées par exemple

lors de la construction du Barrage des 3 gorges) agricole (réputée celle des « jardiniers de Shanghai »), en partie alimentée en compost par la décharge de Pudong sur l'autre rive.

Alors que l'urbanisation intensive a soulevé des problèmes de pollution et d'efficacité dans l'utilisation des terres, les pratiques d'agriculture urbaine sont malgré tout restées courantes en Chine, où les légumes ne parcourent en moyenne que 10km jusqu'au point de vente. C'est particulièrement le cas de Shanghai qui a porté une attention particulière au maintien de l'agriculture dans ses zones périphériques depuis les années 1950, et dont la production fournissait encore près de 100% des besoins de Shanghai en poulet, œufs et lait dans les années 1990, ainsi que 80% de ses légumes.

Cette pratique qui consiste à préserver des circuits agricoles courts, à protéger la biodiversité (« l'agriculture sans labours », figure dans le douzième plan quinquennal de Shanghai comme un axe essentiel de la stratégie d'économie circulaire de la ville), et son activité est soutenue financièrement par le gouvernement local.

Les zones portuaires très gourmandes en énergie sont donc également devenues productrices avec la nouvelle logique d'intégration énergétique : si ces zones ont toujours approvisionné la ville en énergie, notamment fossile, par les importations, le port participe désormais entièrement à la stratégie de diversification du bouquet énergétique par la production locale d'électricité, interconnectée aux réseaux de la ville.

Conclusion

La ville de Shanghai s'est développée grâce à son emplacement stratégique et l'activité de son port. S'il y a bien eu déconnexion, il semblerait cependant que l'interdépendance entre les deux n'ait jamais cessé. Ces deux espaces à la fois interdépendants et distincts ont co-évolué jusqu'à maintenir l'un sur l'autre une influence permanente qui se ressent dans les développements urbains et énergétiques. La ville de Shanghai suit des étapes constatées dans d'autres villes et mises en lumière par le modèle de déconnexion port-ville établi par Hoyle : le port et la ville sont d'abord parfaitement intégré fonctionnellement, dans un deuxième temps l'industrialisation donne de nouvelles prérogatives au port qui s'agrandit et dépasse les limites de la ville. La troisième étape est marquée par une séparation accélérée poussée par le développement d'industries lourdes, puis le développement du commerce maritime déplace le port plus loin encore sur la mer, alors qu'enfin, les espaces délaissés par ces activités font l'objet

d'aménagements nouveaux. Shanghai est peut-être sur le point d'entrer dans une sixième étape de développement, marquée par un regain d'intégration basée sur des principes d'économie circulaire entre la ville et le port.

Contributeur majeur de l'économie locale mais également menace écologique, le port de Shanghai peut aujourd'hui devenir un acteur essentiel de la transition industrielle que la Chine est en train d'opérer. Dans les pas d'une stratégie nationale volontaire et affichée, le port de Shanghai vise désormais à organiser un système de synergies industrielles en intégration énergétique et urbaine avec le centre de la ville et ses satellites. Cette stratégie s'inscrit dans une évolution historique et une récente impulsion politique au niveau national. Son rôle privilégié d'interface entre le monde et le territoire local et régional lui donne vocation à promouvoir des politiques industrielles d'économie circulaire au delà de la seule zone portuaire, et pourrait bien être le moteur d'avancées significatives si ce n'est au niveau mondial, au moins dans le delta du Yangzi et en Chine.

Bibliographie

Ouvrages & articles

Audrain J., Cordier M., Faucheux S. et O'connor M. "La ville et son estuaire: écologie territoriale et indicateurs pour un développement durable de la métropole parisienne."

Aurez V., (2015), « Aménager l'espace urbain : Shanghai » in Asie du Sud-Est : de l'émergence à la puissance, 50 fiches de géopolitique, Éditions Ellipses.

Aurez V., Lévy J.-C. (2014), "Les dynamiques de l'économie circulaire en Chine." Annales des Mines - Responsabilité et environnement 76, no. 4: 13. doi:10.3917/re.076.0013.

Bergère M.-C. (2002), Histoire de Shanghai. Fayard.

"Le développement urbain de Shanghai, un « remake » ?" Vingtième Siècle. Revue d'histoire 85, no. 1 (January 1, 2005): 45–60. doi:10.3917/ving.085.0045.

Brullot S., Maillefert M. , and Joubert J. "Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale." Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie, no. vol. 5, n°1 (February 4, 2014). doi:10.4000/developpementdurable.10082.

Chan R. (2006), "The creation of global–local competitive advantages in Shanghai.". Globalization and the Chinese City, Fulong Wu, pp.229-251.

Collin M. (2003) Ville Portuaire, Acteur Du Développement Durable. L'Harmattan.

Curien R. (2014), "Services Essentiels En Réseaux et Fabrique Urbaine En Chine : La Quête D'une Environnementalisation Dans Le Cadre D'un Développement Accéléré - Enquêtes À Shanghai, Suzhou et Tianjin." Ecole des Ponts - LATTS.

Delcourt R. (2010), Shanghai l'ambitieuse: portrait de la capitale économique chinoise. 1 vols. L'Aube poche. La Tour-d'Aigues: Éd. de l'Aube.

Doulet J.-F. “L’urbanisme Chinois et L’émergence Du Modèle « Intégrationniste » - Métropolitiques.”

Hoyle Brian S. (1997-1998), “Cities and Ports : Concept and Issues.” Vegueta, no. 3: 263-278

Hoyle B. S., Pinder, D. A., Husain, S. (1988) “revitalisaing the Waterfront : International Dimensions of Dockland Redevelopment” . London/New York, Belhaven Press, pp.3-19.

Lindsay H. H. (1834), Report of Proceedings on a Voyage to the Northern Ports of China, in the Ship “Lord Amherst” [by H. H. Lindsay]... 2d Edition. London: B. Fellewes.

Lu Y., (2014), “The Role of Three Building Models in Shanghai Urban Transformation”, New Urban Configurations, pp.168-173.

Mat, N., Cerceau, J., (2015), “Economie Circulaire et Stratégies Portuaires”. Fondation Sefacil. Editions EMS, Caen, 54p.

Roger C. K. C. (2006), “The Creation of Global–local Competitive Advantages in Shanghai.” In Globalization and the Chinese City, by Fulong. Wu. London; New York: Routledge.

Sanjuan T., M. Benoît-Guyod, and J. Daniel (2009). “Atlas Shanghai.” Paris: Autrement

Schinz A. (1989), Cities in China. Urbanization of the Earth 7. Berlin Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.

Sit V. (2010), “Chinese City and Urbanism”. Evolution and Development, Singapour : World Scientific.

Smil V. (2004), China’s Past, China’s Future: Energy, Food, Environment. Asia’s Transformations. New York: Routledge Curzon Press.

Wen C., Junbo X., Wei S. (2006), “Globalization and the Growth of New Economic Sectors in the Second-Tier Extended Cities in the Yangtze River Delta.” In Globalization and the Chinese City, by Fulong. Wu. London; New York: Routledge.

Wu, F. (2007), China’s Emerging Cities: The Making of New Urbanism. Abingdon, Oxon; N.Y., NY: Routledge.

Autres documents

Committee of Foreign Shanghai Settlement History, 2001

Carte, Geographical Section, General Staff n°3956, Published at the War Office 1935, GSGS Edition, 1935

Site du parc industriel de Lingang : http://www.shlingang.com/english/planning.asp?id=14&show=2

Site de l’Ambassade de France en Chine : http://www.ambafrance-cn.org/La-ville-nouvelle-de-LinGang

CAPSULE PROFESSIONNELLE 9

Dynamics of circular economy in China: illustration on the industrial port area of Ningbo

Lei Shi

Associate Professor
School of Environment
Tsinghua University
Beijing, China

Ying Dong

Associate Professor
School of Economics and Management
Zhejiang University of Science and Technology
Hangzhou, China

& Zhongfang Wu

Vice-Director
Ningbo Beilun Development and Reform Committee
Ningbo, China

Biographies

Lei Shi *is associate professor of the School of Environment, Tsinghua University, vice director of the State Environmental Protection Key Laboratory of Eco-industry. He obtained his PhD degree on Process Systems Engineering from Dalian University of Technology. His research interests include industrial ecosystem complexity, industrial metabolism and eco-innovation. Dr. Shi has lead more than 20 projects on eco-industrial parks and circular economy planning.*

He also leads more than 10 projects from NSFC, MEP and other Ministries. He is the Treasurer of the International Society for Industrial Ecology (2015-2017), co-chaired the 4th International Conference on

Industrial Ecology (Toronto, 2007) and the 3rd ISIE Asia-Pacific Meeting (Beijing, 2012). He was the expert of formulating China Circular Economy Promotion Law, and develop the Industrial Ecology Social Network http://www.ieminer.org.

Dong Ying *currently is an associate professor at School of Economics and Management of Zhejiang University of Science and Technology. She got a PhD degree in Management in Zhejiang University in 2011. As visiting scholar, she visited Tsinghua University (2005-2006) and the University of Michigan (2014-2015). Her research interests include eco-innovation and industrial sustainable development, and lead some projects on eco-innovation and circular economy. She has published two books, the mechanism of corporate eco-innovation (2013) and Ningbo Beilun industrial Linkage and eco-industrial development (2014).*

Wu Zhongfang *is vice Director of Ningbo Beilun Development and Reform Committee, is responsible for circular economy and energy saving. In his charge, Beilun circular economy achieved good results and received a lot of honours, including the title of the Best Practices of circular economy by Zhejiang Province, the national pilot eco-industrial park by the Ministry of Environmental Protection, the national pilot circular economy park by the National Development and Reform Committee.*

Introduction

Circular economy, according to the China Circular Economy Promotion Law, refers to the general term for the activities of reducing, reusing and recycling in production, circulation and consumption processes (Sun & Zhang, 2008). China trialed circular economy pilots firstly at urban or provincial levels, such as in Shanghai, Guiyang and Liaoning province on the turn of the 21st century, then upgraded to the national level in 2005. In the past ten years, China has approved more than 300 circular economy pilots including industrial parks, urban mines, cities and provinces, more than two-thirds of which are located in coastal areas, such as the Yangtze river delta, Pearl river delta and Bohai-around area.

Ningbo, a port city located in south of Shanghai, was listed as one of the circular economy piloted cities in 2010. Ningbo Port has 305 working wharfs including a 250,000 deadweight tonnage (DWT) level crude oil wharf, a 200,000 tons level ore transfer berth and 8 international container berths. At present, the sea routes are open to all large ports in China and 600 ports in over 100 countries in the world. In 2014, its cargo throughput was 500 million tons and the container freight volume was over 18.7 million TEUs, the third among Chinese ports.

The industrial port areas of Ningbo mainly include Zhenhai District and Beilun District. The former is dominated by petrochemical industries with crude oil processing capacity of 23 million tons per year (t/y) and ethylene capacity of 1 million t/y. The latter is an integrated heavy industrial base including iron & steel industry, chemical industry, pulp and paper industry, power plants and automotive industries and so on. Both districts were approved as National Pilot Industrial Parks by the central government. By taking Beilun port area as a case study, this chapter illustrates the dynamics of circular economy in China. It starts with a brief review of economic development and circular economy development in Beilun. The subsequent section illustrates the dynamics and mechanism of circular economy.

Circular economy development and material flow profiles at Beilun

The Beilun District is located in the east of the Ningbo City, with the East China Sea to the east and the Hangzhou Bay to the north (Figure 1). Beilun covers a land area of 585 km2 and has a resident population of 700,000. At present, Beilun hosts total five state-level development zones: Ningbo Economic and Technological Development Area (ETDA), approved in 1984 as one of the first batch 14 ETDAs, Ningbo Free Trade Zone (1992), Daxie Development Zone

(1993), Ningbo Export Processing Area (2002) and Ningbo Meishan Bonded Port Area (2008), which makes Beilun to be one of the most highly-opened areas in Zhejiang Province.

Figure 1 : Geographical location of Beilun

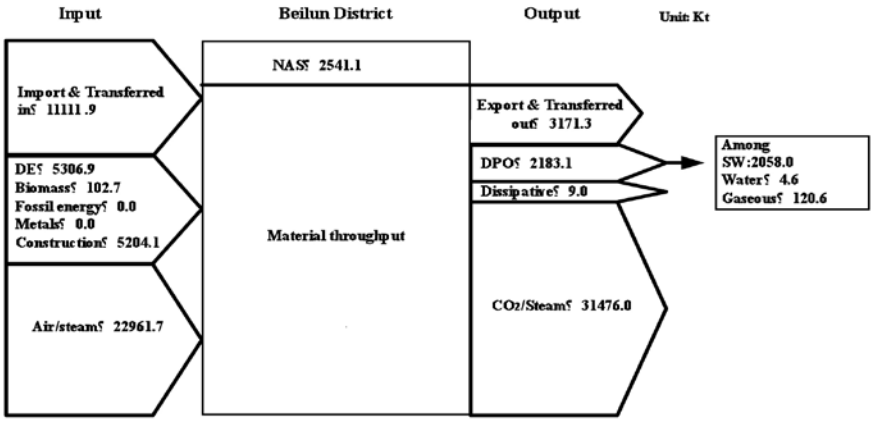
Since its establishment in 1985, Beilun industrial park has gradually formed into a comprehensive industrial base including petrochemicals, energy, steel, paper, automobile, ship and other six port industrial clusters. In 2014, Beilun realized a gross regional domestic product of 97.5 billion Yuan, annual increase by 15.2% comparing to 27.4 billion Yuan in 2005. Petrochemical industry is the leading sector with a total investment of 7.6 billion USD and large factories such as Taiwan Plastics, Mitsubishi, Yisheng Petrochemicals, Esso Petrochemicals, Yashuo Technology, Pacific Chemicals and Linde Gas as the backbone.

The heavy industries contribute to rapid economic growth, but also bring huge resource and environmental burdens to Beilun. Since 2005, Beilun explored a sustainable development model according to circular economy principles and achieved remarkable results. In 2008, Beilun was awarded the title of the Best Practices of circular economy in Zhejiang Province. The EDTA was listed as the national pilot by the Ministry of Environmental Protection in 2010. In 2013, Beilun also listed as the pilot circular economy for the industrial parks.

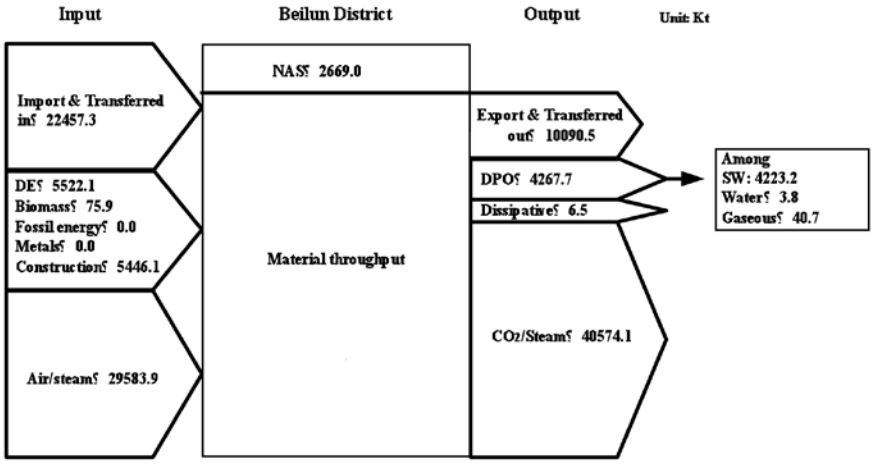
Following the material flow analysis (MFA) framework at urban level (Shi & Lou, 2008), the material flows profiles in Beilun are presented in Figure 2. In 2010, the direct material input (DMI) of Beilun is 27.98 Mt, including domestic extraction (DE) 5.52 Mt and import & transferred (IT) 22.46Mt. The dominating DE item is construction material, followed by biomass. As for import items, the dominant materials are iron ores and coals. The ratio of IT/DMI increased from 67.7% in 2005 to 80.3% in 2010, which shows Beilun economic development depends

more and more on imports and transferred from other regions. Resource productivity (GDP/DMI) of Beilun increased from 1665Yuan/ton in 2005 to 1752Yuan/ton in 2010, with an increasing ratio of 5.2%. The reason why the increase was not remarkable lies in that Ningbo Iron & Steel Company started operation after 2005.

Figure 2 : MFA profiles of Beilun in 2005 (a) and 2010 (b)



(a)



(b)

Domestic processing output (DPO) increased from 2183Kt in 2005 to 4223Kt in 2010. The increase of DPO was mainly contributed by solid wastes, increased from 2058Kt in 2005 to 4268Kt in 2010. However, the water-borne wastes

(mainly COD, chemical oxygen demand) decreased from 4.6Kt in 2005 to 3.8Kt in 2010, the gaseous wastes (mainly SO2 and NOX) decreased from 120.6Kt in 2005 to 40.7Kt in 2010. The reason of decrease was owe to the strict control on these pollutants in the 11th five-year plan period.

Evolution of key industrial sectors

The evolution of petrochemical industrial ecosystem

Ningbo is one of eight petrochemical industrial bases in China. Unlike Zhenhai District focusing on the refining stage, Beilun focuses on the petrochemical downstream industries, including polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyvinylchloride (PVC), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polyamide (PA), etc. The leading companies are Yisheng Petrochemical Company and Formosa Plastics Group (FPG). Yisheng was established in 2003 and currently becomes the leading PTA producer in China. Taiwan FPG invested at Beilun in about 2001 and has established highly integrated chemical industrial complexes. To take unique geographical and industrial clusters advantages, some new companies emerge. For example, Ningbo Haiyue New Material Co., Ltd., founded in 2011, established a complex including 600K t/y propane dehydrogenation (PDH) unit, 600K t/y isooctane unit and 40K t/y methyl ethyl ketone (MEK) unit.

The evolution of pulp-paper-packages industrial ecosystem

The leading company of this chain is Asia Pulp & Paper Group, (APP-China). It established two plants at Beilun, Ningbo Zhonghua and Ningbo Asia, both being among the largest industrial paper companies in China. Though APP implements a plantation-pulp-paper integration strategy in China, there is no plantation base at Beilun because of limited land resources. Ningbo Zhonghua Paper Company was established in 1992, with the annual production of white paper boards of about 500,000 tons. Zhonghua Paper uses old newspaper, office paper and magazines as its raw materials to produce pulp. Being the result of extension and development of Ningbo Zhonghua, Ningbo Asia was constructed in 2002 and started operations in 2005 with the annual production capability of 750,000 tons of high class packaging paperboards. The environmental utilities include wastewater treatment stations with daily treatment capability of 45000 tons, a closed white water recycling system, the de-dusting and desulfurizing processes for boilers and hazardous solid waste treatment facility. All these utilities link APP closely with other companies by waste exchanging and service sharing. Due to the severe pressure on carbon emission reduction at Beilun, however, the company currently encounters a big challenge to shut down its own boilers and import steam from regional networks.

The evolution of iron-steel-metal products industrial ecosystem

There are two leading companies on iron & steel production. Ningbo Baoxin Stainless Steel Co., Ltd was established in 1995 with a current annual capacity of 600,000 tons cold-rolled stainless steel sheet. Ningbo Steel Co., Ltd. was established in 2003 with a current annual capacity of 4,000,000 tons steel. Ningbo Steel is an integrated iron & steel company from raw materials to coke, iron, steel, continuous casting, hot rolling and other processes. The products cover steel billets, hot rolled straight roll and automobile structural steels, which provide local market with hundreds of automobile part companies. Ningbo Steel has established a rather sound circular economy system with indicators as follows: water reuse rate 97.09%, gas recovery rate 100%, iron dust utilization rate 100%, slag utilization rate 100%, steel slag utilization rate 100% and the boiler fly ash (slag) utilization rate 100%.

The evolution of automotive and parts industries

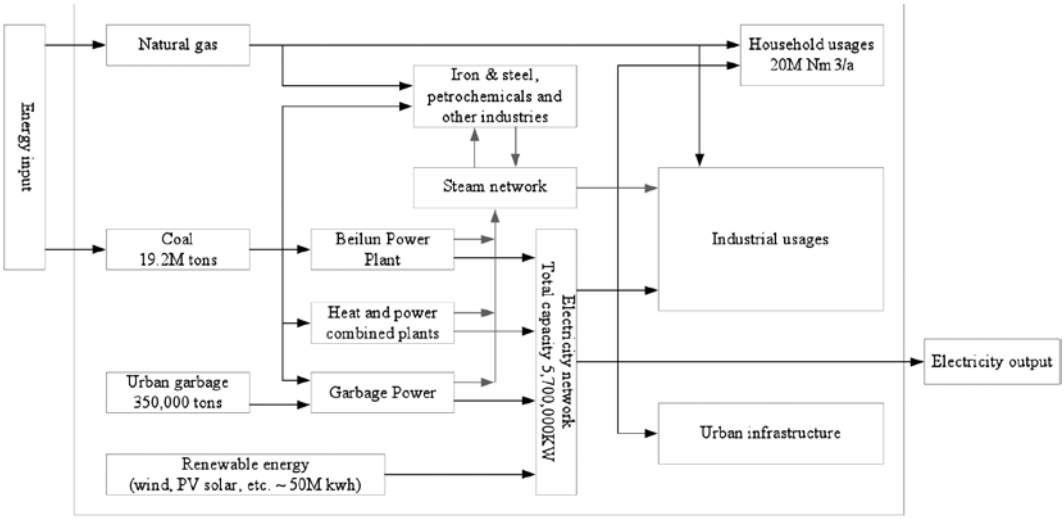
The leading automotive company is Zhejiang Geely Holding Group which was listed in Fortune Global 500 as the only private automobile enterprise from China. In 2000, Geely established a complete vehicle manufacturing base at Beilun. About 40% suppliers locate within Zhejiang Province. In fact, Beilun hosts about 100 companies producing auto parts, including brake, shock absorption, cooling, transmission, combination instrument, lighting, molds and other accessories. Besides Geely, the customers of these companies include Volkswagen, Toyota, Ford and Honda. To further speed up the development of complete vehicle and auto parts industries, Beilun set up the Auto Parts Industrial Park. The outstanding advantages finally lead Geely to make a decision to build a new complete vehicle manufacturing base at Beilun.

Evolution of infrastructure

The evolution of energy infrastructure

Beilun energy production and consumption profiles are shown in Figure 3. Beilun imports coal from Qinhuangdao and other north portal cities in China and then consumes in power plants and other industries. Beilun is the landing station of natural gas from the East China Sea, and also imports LNG from Indonesia and other countries. Beilun also built a garbage power plant in 2008 and a wind mill farm in 2013. To improve energy infrastructure, Beilun has formulated a central heating plan by considering regional functional zoning, industrial layout, heat source distribution and other factors. Some new projects are planned, including natural gas power plant, Ningbo iron and steel waste heat recovery and steam networks optimization.

Figure 3 : Beilun energy production and consumption profiles



The evolution of water infrastructure

Beilun has established a sound water cycle network by integrating all types of water resources, including piped water, industrial water, reclaimed water and other water resources. Currently, the reclaimed water has reached 5 million tons per day, and provides directly to power plants, iron and steel plants and other large industrial users.

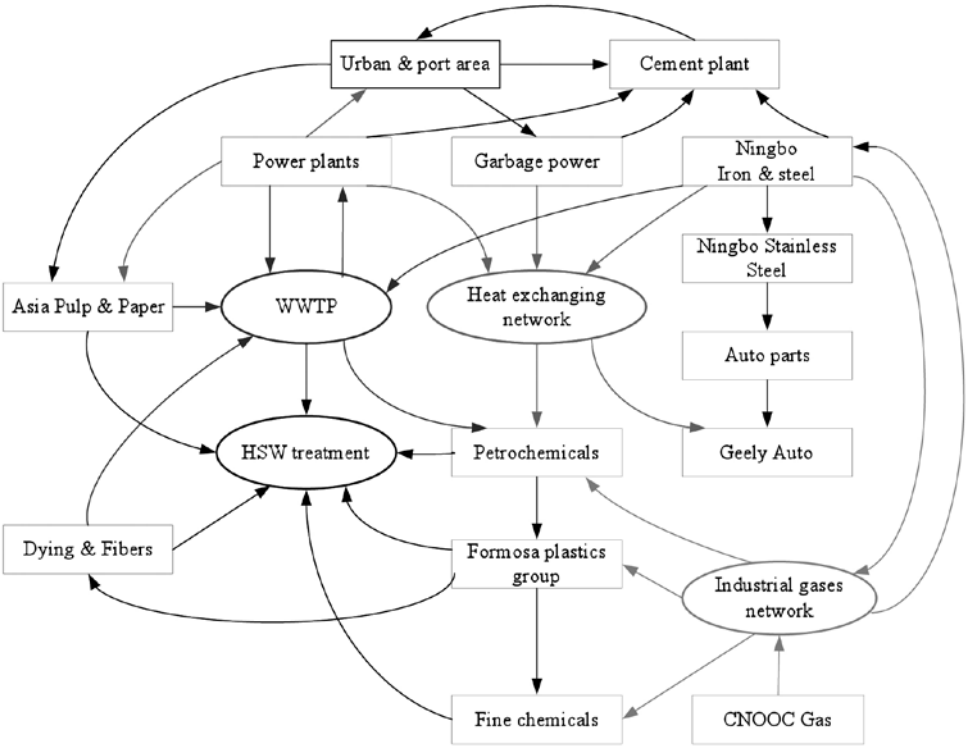
The evolution of industrial gases infrastructure

Beilun industrial gas pipeline network is mainly built and operated by Linde Gas (Ningbo) Co., Ltd. The company was founded in 2004, with main products of oxygen, nitrogen, argon and their liquid products and hydrogen and other industrial gas products. Up to now, Linde has built a length of 120 kilometers of industrial gas transmission network, the total capacity of 8000 tons per day. Each hour, the network can provide 10 million cubic meters of gas to more than 34 big port enterprises. Currently, Zhejiang LNG and other companies have also built gases stations at Beilun. With the development of gases infrastructure, Beilun begins to send gases to Zhenhai and Daxie Island.

The regional circular economy system

With the rush of leading companies, Beilun established the skeleton of industrial symbiosis for the future regional circular economy system around 2004. To support industrial development, four types of infrastructure (energy, water, gases and wastes recycling) were upgraded step by step, from the beginning point to point state, to pipeline state and then finally evolved into network states (Dong & Shi, 2014). The co-evolution of industries and infrastructures enhanced the competitiveness advantages, and finally led Beilun to the top level of portal industrial bases. The regional circular economy system of Beilun is shown in Figure 4.

Figure 4 : Beilun circular economy system



Conclusion

Along with the deepening of pilots, circular economy does not just stay at the conceptual level, but has been embodied into eco-industrial development and regional sustainable transition. By taking Beilun as a case study, this chapter briefly uncovered the evolution of key industrial sectors and ecological infrastructures, and presented the overview of regional circular economy system. As for circular economy dynamics mechanism and driving forces behind, we can observe the roles of technological improvement, market evolution and environmental governance. Due to the port geographical advantage and industrial features, Beilun circular economy system is expected to be evolved continuously in future. In fact, we do have a lot of interests to continue to keep an eye on its development, and hope to explore more details about its sustainable transition mechanism.

References

Youhai S., Tianzhu Z. (2008), *Study on legislation of circular economy*, Beijing: China legal system press.

Lei S., Yu L. (2008), The framework of urban material flow analysis, *Research of Environmental Sciences* (4): 196-200.

Ying D., Lei S. (2014), *Industrial linkage and eco-industrial development: the case of Ningbo Beilun*, Hangzhou: Zhejiang University Press.

Partie IV

L'écosystème portuaire, nœud stratégique pour la mise en œuvre de l'économie circulaire au sein d'un réseau portuaire

CAPSULE PROFESSIONNELLE 10

ECOCEM, une double stratégie d'approvisionnement local et mondialisé

Murielle Janin
Responsable Développement Marchés
ECOCEM France

Biographie

Murielle Janin *est ingénieur en Génie Civil diplômé en 1987 de l'INSA (Institut National des Sciences Appliquées) de Lyon. Au début des années 2000, elle a complété sa formation par un master Management et Administration des Entreprises obtenu à l'IAE (Institut administration des entreprises).*

Elle a débuté sa carrière en entreprise générale dans le groupe Bouygues, en tant que qu'ingénieur études et ensuite s'est orienté dans les achats. A la fin des 1990, elle a rejoint l'industrie, le groupe Holcim en tant qu'acheteur industriel et à partir de 2002, s'est orienté dans les fonctions commerciales et marketing chez Lafarge Plâtres.

Elle a rejoint EOCEM France en 2009, en tant que Responsable Développement Marchés. Elle a en charge de développer les marchés du ciment écologique en France, dans le domaine du bâtiment et des travaux publics principalement. Sa fonction comprend le marketing, la communication opérationnelle, l'environnement lié au produit et la prescription en France. Elle mène de nombreuses actions pour éduquer le marché à la construction « décarbonée », et pour l'utilisation d'Ecocem dans de multiples applications.

Introduction

Le groupe ECOCEM est spécialisé dans la valorisation du matériau secondaire, le laitier granulé de haut-fourneau, issu de l'industrie sidérurgique. Il apparaît ainsi comme un acteur de l'économie circulaire, et de l'écologie industrielle en particulier, dans la mesure où son activité consiste à utiliser le déchet d'une activité comme matière première de son propre procédé. La société mère ECOCEM Materials LTD a été fondée en 2000 par l'irlandais Donal O'Riain. Le groupe est composé aujourd'hui de trois sociétés européennes ECOCEM Ireland Ltd (Irlande), ORCEM BV (Pays Bas) et ECOCEM France à Fos sur Mer (France) et de la société américaine ORCEM California en cours d'installation.

En 2015, la capacité de production du groupe est de 1 400 000 tonnes de produit fini, le laitier moulu Ecocem fabriqué en France et en Irlande et Eco2cem fabriqué aux Pays Bas. Le laitier moulu est conditionné en vrac, livré par transport routier en citerne d'une trentaine de tonnes, et aussi par transport ferroviaire associé à des prestations logistiques multimodales en France. Les laitiers Ecocem et Eco2cem sont conformes aux normes européennes en vigueur. Ses caractéristiques leur permettent d'être utilisées comme liant hydraulique, c'est-à-dire qu'il réagit et fait prise avec l'eau. L'application principale est l'industrie du béton dans lequel le laitier moulu se substitue au traditionnel ciment Portland, de 30 à 70 % selon les propriétés recherchées. Le laitier moulu a le gros avantage de pouvoir être dosé « à la carte « dans le liant du malaxeur à béton, en apportant au béton une plus grande résistance à long terme et la durabilité, tout en diminuant significativement son emprunte carbone. D'autres domaines d'application sont en plein développement comme les produits formulés, des liants hydrauliques routiers, le traitement des agro-matériaux (chanvre, colza,..) et la valorisation de sédiments marins. Le groupe ECOCEM dispose d'un service Recherche et Développement qui collabore avec les laboratoires les plus réputés d'Europe pour démontrer l'énorme potentiel du laitier dans la construction et envisager de nouvelles applications audacieuses.

Figure 1 : Implantation des sites de production du groupe ECOCEM

Toutes les sociétés du groupe sont implantées sur des zones industrialo-portuaires, par facilité d'accès aux matières premières et ce à deux échelles :

- Accès local aux produits secondaires des haut-fourneaux implantés à proximité sur la zone industrialo-portuaire.
- Accès international au marché des produits industriels secondaires via le transport maritime notamment.

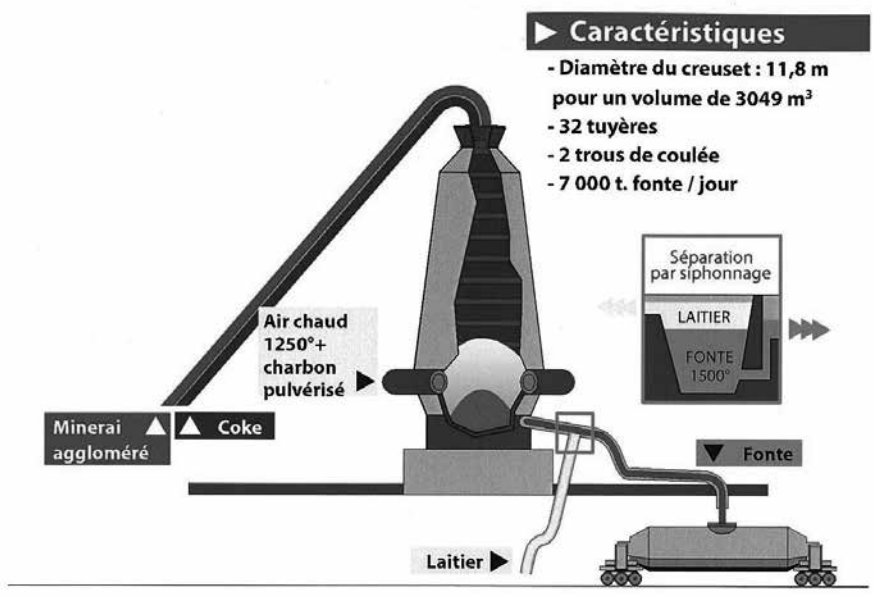
Ces deux modes d'approvisionnement offrent ainsi une illustration de dynamiques d'économie circulaire à deux échelles : une économie circulaire localisée avec une proximité forte avec l'entreprise fournisseur de produits industriels secondaires; une économie circulaire globalisée avec une connexion avec le marché international des produits industriels secondaires. C'est donc ces deux dynamiques d'économie circulaire que nous détaillons dans les prochains paragraphes. La conclusion permettra de mettre en perspective les avantages et inconvénients de ces deux modes d'approvisionnement.

Procédé de valorisation des laitiers de hauts fourneaux

La production du laitier granulé, co-produit de la sidérurgie

Le laitier granulé est issu du process de fabrication de la fonte à partir de minerai de fer (constitué essentiellement de silice, d'oxyde de fer et d'alumine) et de fondant (chaux -CaO- et dolomie MgO) Ils sont portés à haute température (1400 à 1600°C) dans un haut-fourneau. La fonte est ainsi obtenue par cette opération de fusion. La gangue liquéfiée du minerai, de densité plus faible, vient en surface de la fonte en fusion et peut, de ce fait, être récupérée par écoulement séparé. A la sortie du haut-fourneau, cette gangue - le laitier de haut-fourneau - est soumise à un refroidissement brutal : la trempe, effectuée à l'aide de jets d'eau froide sous forte pression. Sous l'effet de cet abaissement très rapide de la température, le laitier se solidifie et forme des « granules » de dimension comparable à celle d'un sable (moins de 5 mm) : le matériau obtenu, le laitier granulé de haut-fourneau, est vitreux et possède des propriétés hydrauliques latentes.

Figure 2 : Schéma de fabrication de la fonte

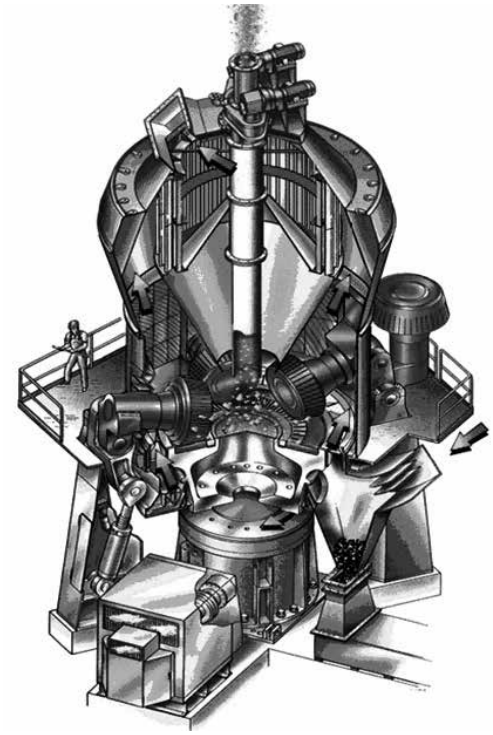


La régularité du laitier granulée est très surveillée, car elle permet d'assurer une bonne qualité de fonte. Au niveau chimique, ses caractéristiques sont constantes, ses constituants sont majoritairement de la silice et la chaux.

Production de laitier moulu, valorisation d'un produit industriel secondaire

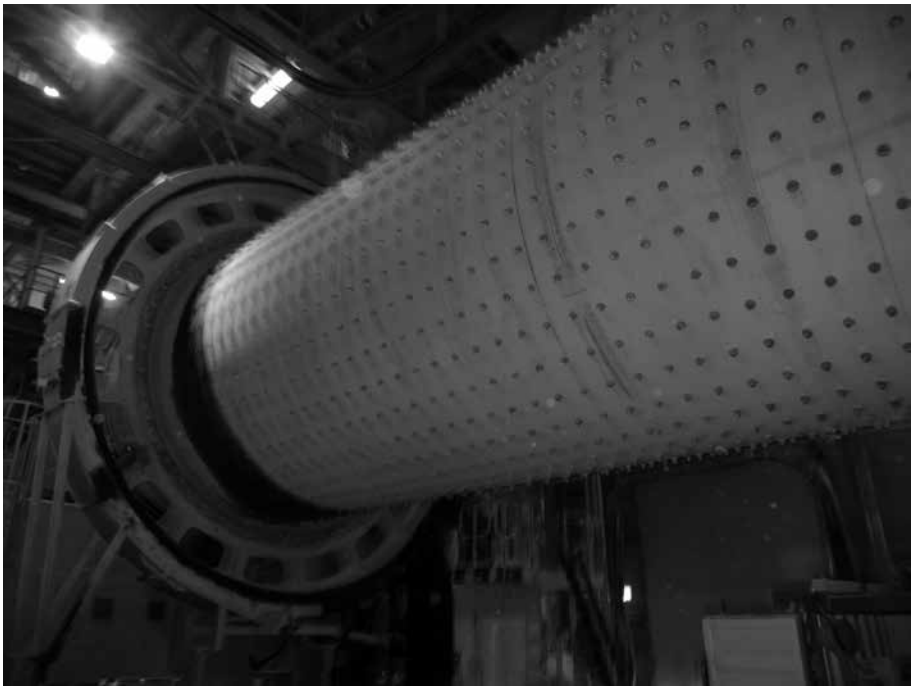
Le laitier moulu Ecocem est obtenu par séchage et broyage du laitier granulé. C'est une poudre blanche très de fine avec une surface spécifique Blaine de 4450 cm2/g (indicateur de finesse indiquant la surface couverte par 1 g de produit étalé). Le type de broyeur installé en France est un broyeur vertical de marque allemande Loesche. Il a la capacité de produire environ 100 tonnes/heure.

Figure 3 : Schéma du broyeur vertical Loesche



En Irlande et aux Pays-Bas, le laitier granulé est seché et ensuite broyé avec un broyeur horizontal. Ce type de broyeur permet de produire des laitiers moulus aussi fin que ceux fabriqués en France. En revanche la capacité de production est plus faible de l'ordre de 55 tonnes/heure et la consommation d'énergie est plus importante qu'un broyeur vertical.

Figure 4 : Photo d'un broyeur horizontal



Economie circulaire localisée, économie circulaire globalisée : deux modes d'approvisionnement

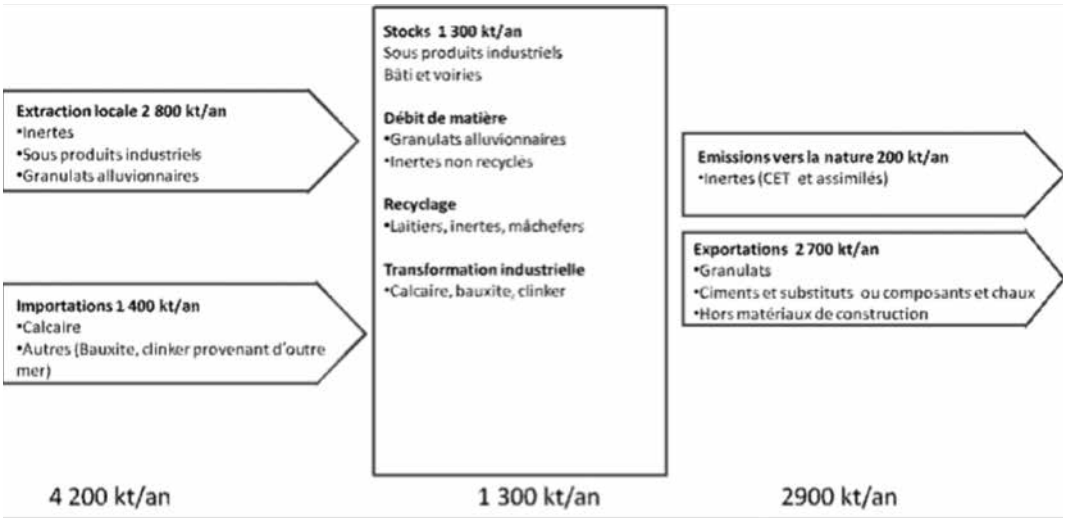
ECOCEM France, un lien fort avec un approvisionnement local

Contexte local : métabolisme territorial des matériaux de construction

Dans le cadre du projet AMI ADEME DEPART (2010-2012), une étude de métabolisme territorial a été menée concernant les matériaux de construction sur le territoire du Schéma de Cohérence Territoriale Ouest Provence qui regroupe les communes du Syndicat d'Agglomération Nouvelle Ouest Provence (SAN) et de la Communauté d'Agglomération du Pays de Martigues (CAPM). Ce territoire comprend les ZIP de Fos et de Lavéra qui constituent les bassins ouest du Grand Port Maritime de Marseille. Ce métabolisme territorial donne une représentation globale du fonctionnement territorial concernant les matériaux de

construction, une représentation sans doute perfectible du fait des difficultés liées à la collecte de données.

Figure 5 : Métabolisme territorial des flux de matériaux de construction sur le territoire du SCOT Ouest Provence



Source : Mat et al.*, 2012*

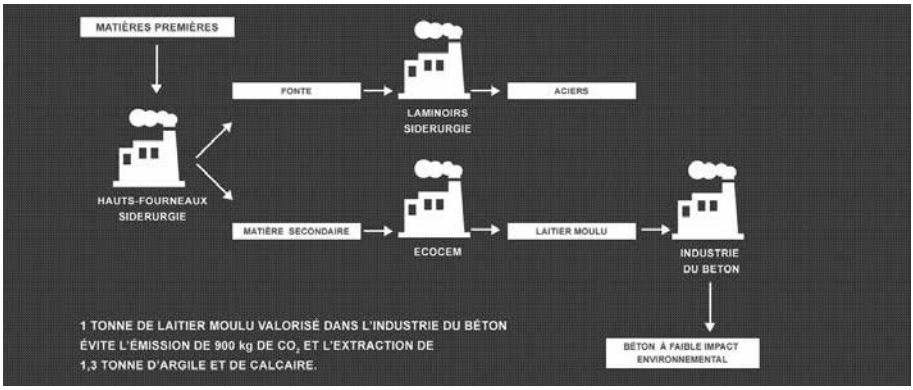
Pour autant, cette représentation permet de formuler quelques constats. On peut notamment remarquer que l'extraction locale est importante, avec une proportion des produits industriels secondaires majoritaire. Autrement dit, l'activité liée à la transformation de produits industriels secondaires, donc les laitiers de haut-fourneau, par recyclage représente une part importante de ce métabolisme. Ce constat peut sans doute s'expliquer en partie par le fait d'une pression qui s'exerce sur les ressources naturelles qui entraînent les acteurs de la filière des matériaux de construction à valoriser davantage les autres sources d'approvisionnement.

L'analyse du métabolisme territorial des matériaux de construction permet ainsi de souligner l'importance de l'activité d'ECOCEM dans le développement local de cette filière.

Dans ce contexte, la société ECOCEM France a été créée en 2007, en joint-venture avec ArcelorMittal Méditerranée pour exploiter le laitier granulé. Son site de production de Fos sur Mer, a été construit à 800 mètres des hauts fourneaux

qui produisent la fonte et la matière secondaire le laitier granulé et à proximité d'un des plus grands ports français. La joint-venture fait suite à un appel d'offre à l'initiative d'ArcelorMittal qui a l'occasion du chemisage du haut fourneau effectué tous les quinze ans, a voulu mieux valoriser son laitier. ArcelorMittal est de ce fait le seul fournisseur d'ECOCEM France pour quinze ans, avec un prix de matière première convenu entre les deux sociétés.

Figure 6 : Schéma de principe de valorisation

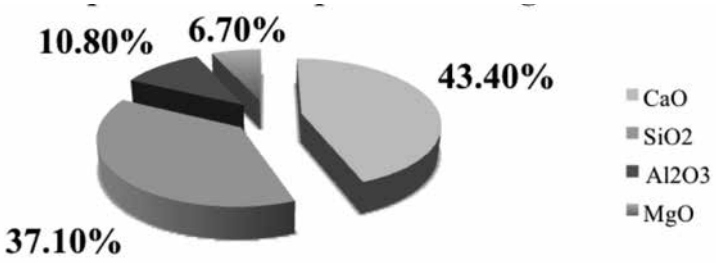


Flux entrants : approvisionnement local

Le minerai de fer (constitué essentiellement de silice, d'oxyde de fer et d'alumine), provenant des mines de Mittal, acheminés par bateau à Fos sur Mer et le fondant (chaux -CaO- et dolomie MgO) approvisionné localement sont les principaux composants nécessaires à la fabrication de la fonte Avec les deux haut-fourneaux, la capacité annuelle de production du site d'ArcelorMittal Méditerranée est de 1 400 000 tonnes. Elle a doublé en 2015, avec la construction d'un granulateur associé au deuxième haut-fourneau.

Figure 7 : Photo du haut-fourneau

Figure 8 : Composition du laitier



Le moteur du broyeur, alimenté par énergie électrique, fait tourner une table entrainant 4 galets qui broient, et simultanément un souffle d'air chaud, alimenté par une chaudière gaz permet de sécher le laitier. Des sources d'énergie alternatives comme la récupération des gaz des haut-fourneau sont en cours d'étude.

Flux sortant : débouchés nationaux

De par les caractéristiques du produit fini, le marché privilégié au démarrage d'ECOCEM France a été le marché du vrac dans l'industrie du béton comprenant principalement des producteurs de béton prêt à l'emploi et des préfabricants. Bien que les qualités du laitier soient reconnus depuis plus d'un siècle, la conquête du

marché a nécessité de convaincre l'ensemble des acteurs, y compris un travail dans les commissions normatives afin de faire évoluer les normes nationales. Les atouts d'Ecocem sont multiples à la fois environnementaux et technico-économiques. Au départ de Fos sur Mer, la majorité des livraisons est effectuée par transport routier. Pour les régions situées à l'ouest de la France comme les régions Poitou Charente et Aquitaine, le transport ferroviaire avec une logistique multimodal est privilégié. A ce jour, la part de marché d'ECOCEM est d'environ 3 % au sud de l'axe Lyon Poitiers.

D'autres domaines d'application sont en plein développement comme les produits formulés (enduits par exemple), des liants hydrauliques routiers, le traitement des agro-matériaux (chanvre, colza,..) et la valorisation de sédiments marins.

Le marché de l'export en Afrique du Nord, en Italie en Espagne et en Suisse fait partie de la stratégie d'ECOCEM France pour les prochaines années.

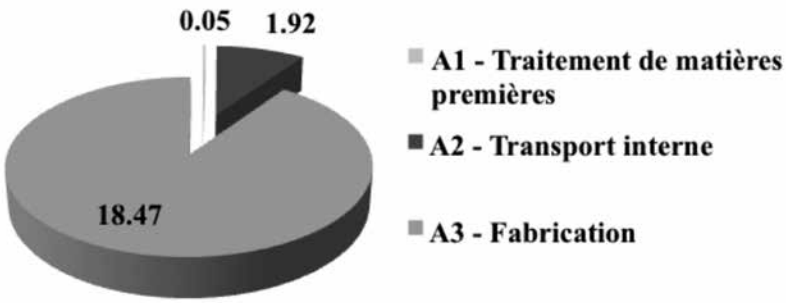
Analyse environnementale

L'analyse environnementale – du berceau à la sortie d'usine – du laitier moulu Ecocem étudiée selon la norme environnementale NF EN 15 804, a été réalisée par la société ECOREVIEW, et vérifiée par une tierce partie, IVAM UVA BV. Les calculs ont été faits avec le logiciel Simapro 8.0.1 et l'inventaire de cycle de vie Ecoinvent v3.0 pour le transport et les processus amont et aval a été appliqué.

La production d'une tonne de laitier moulu émet de l'ordre de 20 kg de CO_2, soit 38 fois moins que celle du ciment Portland de type CEM I ou CEM II, et évite l'extraction de 1,3 tonnes de matières premières. Un matériau qui a toutes les qualités pour séduire les prescripteurs, les maîtres d'ouvrages, les maîtres d'œuvres, les entreprises de construction et les industriels du béton.

Ci-dessous les résultats de l'indicateur réchauffement climatique.

Figure 9 : Valeurs par module de l'indicateur réchauffement climatique (en Kg CO_2 éq. par tonne d'Ecocem produite)



ECOCEM Irlande et Hollande, un approvisionnement sur le marché mondial des matières premières

Approvisionnement international

Les deux autres sociétés européennes sont aux Pays-Bas (www.orcem.nl) et en Irlande (www.ecocem.ie). Elles ont commencé leurs activités respectivement en 2002 et 2003. Leur capital est constitué à 100 % d'ECOCEM Materials. La politique d'achat de la matière première est différente de la France dans la mesure où il n'y a pas de contrat avec un producteur précis, le choix du fournisseur est fonction du marché.

En Irlande, le laitier granulé vient majoritairement d'Espagne par bateau de 8000 tonnes. Aux Pays Bas, le laitier granulé vient du nord de l'Europe c'est à dire nord de la France, Allemagne, Pays Bas et Belgique. La distance moyenne d'approvisionnement est de 203 km.

Débouchés locaux

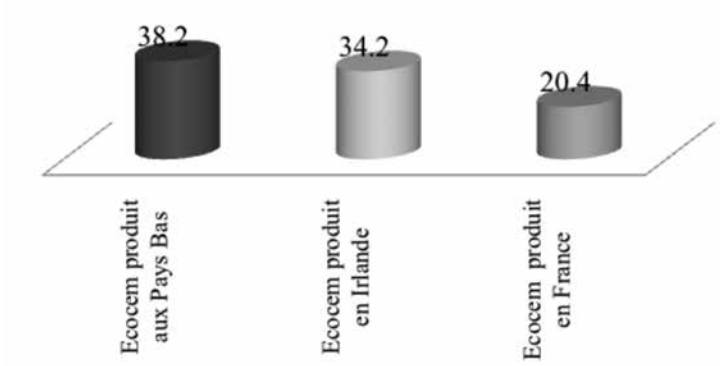
L'unité de production des pays Bas dessert la Belgique et les Pays Bas. Sa part de marché au Benelux est de l'ordre de 3 % du ciment en vrac

L'unité de production d'Irlande dessert l'Irlande et commence à exporter en Grande Bretagne. Sa part de marché est de 13 % en Irlande, la plus importante du groupe du fait des normes nationales très favorables.

Analyse environnementale

Les analyses environnementales réalisées par chacun des pays selon le même référentiel montrent que le laitier moulu produit en France a le meilleur bilan. Cela s'explique par la nature de l'énergie, nucléaire en majorité en France et par le broyeur vertical faiblement consommateur en énergie.

Figure 10 : Emissions de CO_2 en kg par tonne pour chaque module



Le laitier moulu est majoritairement utilisé dans le béton en substitution partielle des ciments Portland, dont les émissions de CO_2 sont de l'ordre de 900 kg/tonne produite, soit 40 fois plus que le laitier moulu.

Quelques soit l'origine du laitier moulu, son utilisation comme liant du béton contribue à diminuer sont emprunte carbone.

Conclusion – Mise en perspectives des deux modes d'approvisionnement

L'activité du groupe ECOCEM dépend stratégiquement de l'approvisionnement de la matière première exclusive le laitier granulé. Les deux modèles sont efficaces et permettent d'assurer le développement de l'activité. Pour autant, des éléments de comparaison peuvent être mis en évidence :

- En termes économique : le modèle de la joint-venture permet à ArcelorMittal d'avoir une bonne rentabilité économique de son laitier granulé tandis qu'ECOCEM est sûr d'être prioritaire sur l'achat sa matière première. L'autre modèle est celui du marché de la concurrence et permet à ECOCEM d'accéder au meilleur compromis économique, tant que l'offre est plus importante que la demande.
- En termes de qualité du produit : l'approvisionnement local permet de travailler avec une matière stable, maîtrisée et suivie alors que

l'approvisionnement sur le marché international suppose une moins bonne maîtrise de la matière première et nécessite l'optimisation sur les sites d'ECOCEM avec le mélange de laitiers de plusieurs origines.

– En termes de dépendance aux fournisseurs ; la joint-venture avec ArcelorMittal suppose une grande dépendance d'ECOCEM France vis-à-vis de son fournisseur unique, là où l'approvisionnement sur le marché international permet de diversifier les fournisseurs et donc de pallier aux difficultés éventuellement rencontrés par certains d'entre eux. Pour autant, la proximité avec le fournisseur présente d'autres avantages, notamment liés à des échanges continus sur les éventuels dysfonctionnements des process, sur la qualité des produits industriels secondaires, sur les analyses chimiques, etc.

L'avenir est à l'économie circulaire, avec une valorisation plus importante des matériaux secondaires. En France, on produit 3,4 tonnes de laitier de haut fourneau qui ne sont pas encore totalement valorisées aujourd'hui. Compte tenu de la place de la sidérurgie en Europe et dans le monde, le laitier de haut fourneau est loin d'être épuisé, et avec ses avantages technico-économiques et environnementaux, il prendra de la valeur dans les années à venir.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 11

L'écologie industrielle sur le territoire de HAROPA : une stratégie de redynamisation du tissu industriel de l'Axe Seine

Annabelle Alquier
Chargée d'études en environnement
Grand Port Maritime de Rouen (GPMR)
Rouen - France

Emilie Mallet
Chef de projet
Mission Innovations Opérationnelles
Direction de la Stratégie et du Développement
Ports de Paris
Paris - France

& Jean-Paul Raffini
Chef Adjoint
Mission Qualité sécurité Environnement
Grand Port Maritime du Havre (GPMH)
Le Havre - France

Biographies

De formation supérieure universitaire généraliste en sciences de l'environnement, **Annabelle Alquier** *est chargée d'études en environnement au GPMR depuis 2011. Elle mène des projets variés sur les thématiques liées au suivi réglementaire d'ICPE et au développement durable au sein du Service Environnement du Port de Rouen.*
Ayant notamment en charge la réalisation du bilan de rejet GES ou la mise en place d'un système de management environnemental, elle est chef de projet depuis 2013 sur l'étude d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle du territoire de l'Axe Seine pour HAROPA (Groupement d'Intérêt Economique des 3 Ports : Le Havre-Rouen-Paris).

Emilie Mallet *est chef de projet au sein de la Mission Innovations Opérationnelles de la Direction de la Stratégie et du Développement d'Haropa Ports de Paris.*
Actuellement en charge de contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre d'une stratégie d'axe en matière de logistique durable, d'écologie industrielle et de développement des énergies renouvelables sur les domaines publics portuaires.

Jean-Paul Raffini *est expert en environnement portuaire et spécialiste en développement durable dans les projets industrialo-portuaires. Il occupe le poste de Chef Adjoint à la Mission Qualité sécurité Environnement du GPMH depuis 2007, Jean-Paul Raffini a été précédemment Chef du Service Environnement au Port du Havre qu'il a rejoint en 2000.*
De formation juriste en Droit européen des affaires, il a travaillé auparavant plus de 10 ans à Bruxelles tant auprès des services de la Commission européenne qu'en qualité de représentant de la Région de Haute-Normandie. Actuellement, il est notamment responsable des projets européens liés à l'environnement portuaire et ses défis. Il est enfin en charge de la déclinaison et de l'application pratiques de concepts tels que le développement durable et l'écologie industrielle. M. Raffini intervient également sur les séminaires environnementaux de l'IPER, en France comme à l'étranger

HAROPA – Présentation

Prévu dans le cadre de la réforme portuaire, le Conseil de Coordination interportuaire de la seine (CCIS) entre les grands ports maritimes du Havre (GPMH), de Rouen (GPMR) et le port autonome de Paris (PAP) a été créé le 19 mai 2009 par décret. Le CCIS assure la cohérence des actions des trois ports de l'Axe Seine.

En décembre 2011, à travers le document de coordination qui expose les grandes orientations en matière de développement notamment, le CCIS a décidé la création d'un Groupement d'Intérêt Economique, le GIE HAROPA, dont les statuts ont été déposés en février 2012. Ses missions principales sont les suivantes :

- Renforcer l'efficacité des missions portuaires stratégiques,
- Conduire des actions d'axe,
- Etre un lieu de partage d'expériences et de bonnes pratiques sur différents métiers (clubs métiers) et thématiques.

Pour l'exercice de ses missions, le GIE, à son initiative, anime la concertation avec les différents acteurs portuaires, économiques, institutionnels, associatifs et sociaux, représentatifs sur l'Axe Paris Seine Normandie (dit Axe Seine).

Enjeux de la démarche d'écologie industrielle pour HAROPA

Bien qu'elle soit relativement récente comme discipline, l'écologie industrielle est une démarche offrant de multiples perspectives de développement aussi bien pour les entreprises que pour les territoires. L'écologie industrielle a été retenue parmi les stratégies prioritaires de redynamisation du tissu industriel de l'Axe Seine et pour accompagner la transition de celui-ci vers un nouveau modèle intégrant les grands enjeux du développement durable.

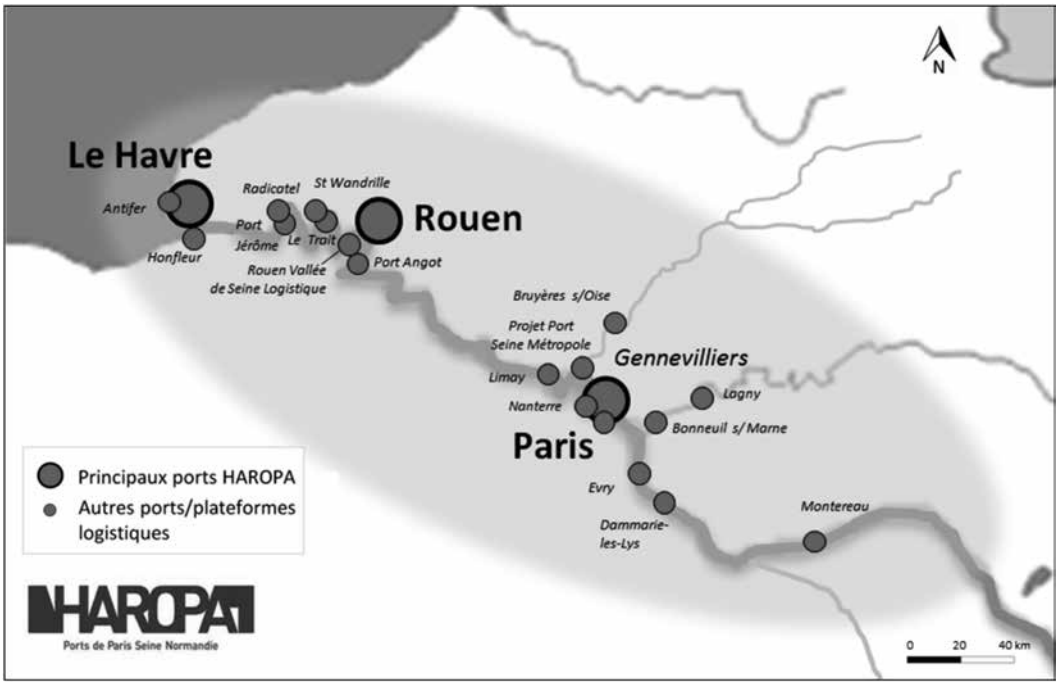
HAROPA souhaite, au travers d'une étude réalisée avec l'aide de SOFIES, cabinet spécialisé dans l'écologie industrielle, étudier la faisabilité d'une approche transversale d'écologie industrielle fédérant les sites industriels et portuaires à l'échelle de l'Axe Seine (voir carte du périmètre de l'étude).

La mise en place d'un modèle de développement tel que l'inspire l'écologie industrielle nécessite une lecture dépassant le seul cadre du site d'implantation de chaque industrie. Il est important de comprendre et d'optimiser cette

circulation des flux entre des industriels non seulement d'un territoire à l'autre tout au long de l'Axe Seine mais aussi en provenance des territoires extérieurs à ce périmètre.

Cette démarche vient en complémentarité des démarches d'écologie industrielle déjà initiées par chaque Port de Rouen, du Havre, et Ports de Paris en intra-ZIP (zones industrialo-portuaires), ou par les porteurs de projets territoriaux tels que l'Association Ecologie Industrielle Estuaire (AEIE). Elle va constituer une amorce des dialogues entre les industriels et porteurs de projets au niveau de différents sites portuaires dans le but de détecter et d'initier des synergies « à grande échelle ». Elle permettra également de contribuer à une vision intégrée de l'aménagement global de l'Axe Paris Seine Normandie de manière à pouvoir prendre en compte des considérations relatives à la gestion des ressources naturelles, à la réduction des impacts sur l'environnement, à l'excellence énergétique et à la redynamisation des bassins d'emplois.

Figure 1 : Périmètres de HAROPA



Source : HAROPA.

Attentes de l'étude d'écologie industrielle lancée par HAROPA

HAROPA attend, à travers cette étude de faisabilité, une identification des potentialités de synergies entre les grandes unités industrialo-portuaires de l'Axe Seine pouvant notamment générer une intensification de l'utilisation de la voie fluviale comme levier d'offre logistique de nouvelle génération.

Cette étude devra également permettre de définir une stratégie de mise en œuvre opérationnelle. Cette étude comprend deux phases de travail successives.

Phase 1 : étude de faisabilité d'écologie industrielle à l'échelle de l'Axe Seine

Cette première phase de l'étude a pour but de définir, à partir d'un diagnostic de territoire, les synergies potentielles entre les entreprises des ZIP de l'Axe Seine, ainsi que leur faisabilité.

Cette phase préliminaire de l'étude est menée à partir de la collecte des informations existantes (projets, études déjà réalisées sur les ZIP, bonnes pratiques, documents législatifs et institutionnels), par la connaissance des secteurs d'activités importants et des acteurs économiques clés du territoire, et par le biais de la tenue d'entretiens auprès d'entreprises ou groupements d'acteurs publics ou privés représentatifs des trois ZIP (afin d'identifier leurs potentiels au regard de la démarche d'écologie industrielle).

Cette phase est primordiale car suivant le caractère exploitable et uniformisé, ou non, des données récoltées entre les trois Ports, le diagnostic du métabolisme territorial sera plus ou moins affiné. A partir du diagnostic préalable, une évaluation du potentiel d'écologie industrielle du territoire de l'Axe Seine doit permettre de déterminer le potentiel de mutualisation et de substitution issu des territoires concernés. Cette phase requiert une analyse plus ou moins fine (en fonction des résultats de l'étape précédente) des flux entrants et sortants des entreprises, ainsi que les flux entrants et sortants du territoire de l'Axe Seine.

Les données sont traitées et analysées afin d'établir des rapprochements, suivant la nature des flux identifiés, permettant d'envisager des synergies (mutualisations, substitutions) :

- entre les principales entreprises de ZIP différentes ;
- entre ces entreprises et leurs territoires connexes ;
- à l'échelle des principales filières émergeant du diagnostic, dans un souci de recherche de rentabilité entre les flux entrants et sortants.

Enfin, l'étape d'analyse de faisabilité consiste à définir la démarche à suivre pour réaliser les synergies détectées : faisabilité technique, économique (gain potentiel pour les entreprises, collectivités…), réglementaire et acceptabilité. L'objectif est de prioriser la mise en œuvre des synergies faisables. Une analyse des risques permettra de compléter cette réflexion.

L'étude est actuellement en cours, un rendu étant pressenti pour fin 2015. La complexité de cette démarche sur une échelle d'axe a nécessité un allongement du délai initial pour sa réalisation. En effet, l'étude de faisabilité de la démarche d'écologie industrielle sur l'Axe Seine requiert le traitement de données statistiques conséquentes et à double composante fluviale et maritime, du fait de la spécificité du territoire d'HAROPA.

D'autre part, HAROPA, en optant pour un travail d'équipe entre spécialistes du bureau d'étude SOFIES et représentants des différentes filières commerciales et industrielles au sein d'HAROPA, souhaite optimiser l'adhésion des entreprises à la démarche. En effet, la participation des entreprises présentes sur les zones industrialo-portuaires, et la transmission de leurs informations afin de détecter les potentialités de synergies ou de mutualisation à l'échelle de l'Axe Seine, est la clé de voûte de la démarche d'écologie industrielle.

Enfin, l'étude reste soumise à la disponibilité ou à la confidentialité des données de certaines entreprises, lesquelles ne peuvent, pour raison stratégique ou par manque d'information, fournir l'ensemble de leurs flux.

Phase 2 : stratégie de mise en œuvre d'écologie industrielle à l'échelle de l'Axe Seine

Cette phase, dépendant des résultats des étapes précédentes, a pour objectif la mise en place d'une organisation, d'une stratégie permettant la réalisation concrète des synergies détectées et analysées. Cette phase aboutira à un plan d'actions et un schéma organisationnel de projets pilotes pour HAROPA.

Perspectives

HAROPA dispose d'éléments quant à l'orientation des grandes filières pressenties comme d'intérêt en termes d'écologie industrielle sur l'Axe Seine.

A titre d'exemple, la filière logistique des produits valorisables est très bien implantée sur l'axe Seine avec plus de 1 500 établissements (près de 25 000 salariés). Parmi les activités de cette filière, la collecte des déchets dangereux, le traitement et l'élimination des déchets non dangereux ainsi que la récupération de déchets triés.

Ainsi, la plupart des filières du recyclage et des produits valorisables bénéficient de services et installations HAROPA dédiées ou spécialement conçus pour leurs besoins : verre, plastiques, huiles, métaux ferreux et non ferreux, déchets dangereux, ménagers, encombrants, BTP, papiers/cartons, terres non inertes, bois.

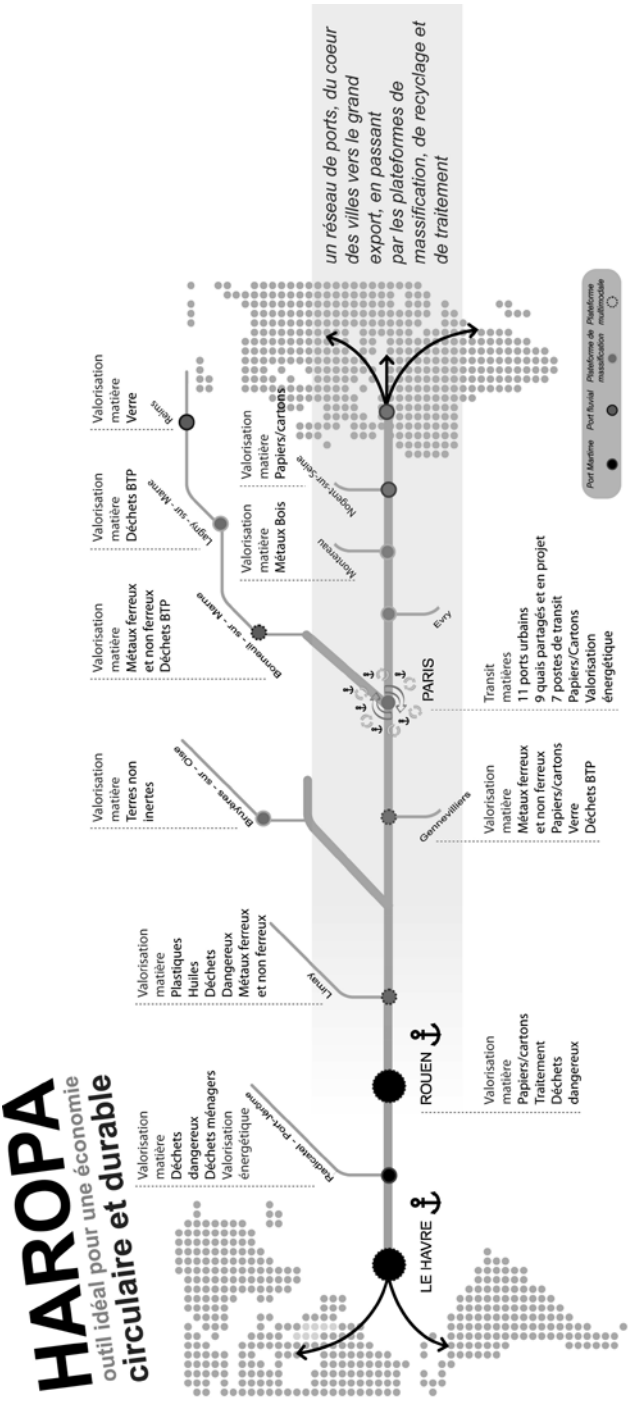
Le trafic fluvial, économe, est particulièrement adapté à la logistique des produits valorisables : il émet peu de nuisances sonores et visuelles et la pollution générée représente à peine 1% des émissions globales de CO_2 (51% pour le routier). La configuration spatiale et économique de l'axe fluvial de la Seine sur le territoire d'HAROPA est par ailleurs favorable à la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, au travers des leviers et caractéristiques suivantes :

- L'axe fluvial n'est pas congestionné avec une accessibilité quasi-permanente ;
- La présence de toutes les filières industrielles sur les ports ce qui implique une multiplication des opportunités de complémentarité ;
- Une palette d'outils disponibles et mutualisables (unités fluviales, conteneurs, moyens de manutentions, quais à usages partagés, déchetteries fluviales…)
- Un foncier en propriété permettant d'optimiser les implantations dans une optique de collaboration (synergies matières ou mutualisation infra) entre industriels d'une même ZIP, de complémentarité de filières pour le développement de synergies matières ou mutualisation entre ZIP utilisant le transport fluvial.

HAROPA a choisi d'accroître les possibilités de logistique fluviale et fluvio-maritime des déchets, contribuant à une hausse du trafic fluvial de déchets de plus de 30 % et à un doublement envisagé d'ici 2019. Le développement de la filière de valorisation des déchets doit être étudié sous l'angle de l'écologie industrielle afin de favoriser de nouvelles synergies ou mutualisation entre acteurs.

D'autres filières doivent être envisagées et l'avancée de l'étude de faisabilité d'une démarche d'écologie industrielle d'axe sur 2015 devrait permettre à HAROPA de disposer d'un plan d'actions pour la mise en place de projets concrets sur son territoire.

Figure 2 : Représentation schématique du réseau de filières de valorisation matière d' HAROPA



Source : HAROPA.

Chapitre 9

Essai prospectif sur l'apport des systèmes d'information communautaires dans le déploiement des potentiels de l'économie circulaire au sein des écosystèmes portuaires subsahariens

Yann Alix
Délégué Général
Fondation Sefacil
Le Havre – France

Biographie

Depuis novembre 2010, **Yann Alix** *occupe le poste de Délégué Général de la Fondation SEFACIL, laboratoire d'idées prospectives sur les stratégies maritime, portuaire et logistique. Il a initié et dirige la collection Les Océanides de la fondation SEFACIL.* Les corridors de transport *(2012),* La logistique et le transport des vracs *(2013) et* Port-City Governance *(2014) sont disponibles gratuitement sur www.sefacil.com*

Yann Alix enseigne dans plusieurs universités et écoles de commerce en France et à l'étranger. Titulaire d'un PhD de Concordia University (1999) et d'un doctorat en géographie des transports de l'Université de Caen en France, Yann Alix développe des analyses opérationnelles sur les stratégies managériales des opérateurs maritimes et portuaires internationaux. Il conseille plusieurs directions générales d'autorités portuaires subsahariennes.

Préambule

Les pays de l'Afrique subsaharienne doivent nettement renforcer leur capacité à participer aux chaines de valeur mondiales. Tel est le libellé d'un sous-titre du chapitre « Quelles politiques pour les chaînes de valeur mondiales en Afrique ? » de l'ouvrage collectif lui-même intitulé *Perspectives économiques en Afrique 2014. Thème spécial : Les chaînes de valeur mondiales et l'industrialisation de l'Afrique* (BAfD, OCDE & PNUD, 2014).

Le débat sur l'entrée effective et efficiente du continent africain dans la globalisation des échanges et la mondialisation des productions génère une quantité assez surprenante de rapports, d'études, de débats, de discours, etc. Faible industrialisation, accès précaire à l'énergie, manque de formation professionnelle, inadéquation des cadres réglementaires et fiscaux, corruption endémique ou encore lourdeurs des tracasseries administratives et faible niveau d'entrepreneuriat, la liste des handicaps s'avère très longue avec de surcroît un effet démultiplicateur par la combinaison négative de tous ces maux. Le cas très particulier de l'économie circulaire demeure épargné des poncifs qui s'égrènent comme autant de vérités absolues à l'échelle d'un continent aussi mosaïque et pluriel que l'Afrique. Evoquer l'économie circulaire sur le continent exige un minimum de précaution et de modestie. L'exercice peut rapidement verser dans une somme de cas particuliers collés les uns aux autres pour tenter d'en ressortir une tendance lourde qui serait symptomatique du cas africain.

Afin d'éviter cet écueil, cette capsule prospective s'articule sur deux retenues. La première consiste à circonscrire la dimension de l'économie circulaire à ce qui se passe depuis quelques années à l'interface portuaire ouest-africain. Avec l'impérieuse nécessité de manutentionner plus de tonnage et plus de valeur, un nombre important d'autorités portuaires s'est engagé dans une modernisation qui implique, entre autres, l'implantation de systèmes d'information portuaires au sein de leur communauté d'acteurs et de clients. La présente capsule partira de cette situation pour s'engager dans un deuxième temps sur une réflexion prospective qui constitue la seconde retenue de l'exercice. L'hypothèse de notre proposition repose sur l'idée que la mutualisation de la gestion de l'information constitue l'environnement du futur pour instaurer des pratiques d'économie circulaire dans les ports subsahariens. La création de communautés d'acteurs autour d'un système unique d'échange d'information devient, selon notre hypothèse, une étape décisive qui doit stimuler des opportunités économiques, industrielles ou encore logistiques relevant de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle.

Pour ce faire, la présente capsule se décline en trois parties avec une première qui finalement reprend les fondements de la modernisation en cours dans la

plupart des écosystèmes portuaires africains. Ensuite, une présentation détaille les conséquences organisationnelles et logistiques de la dématérialisation de la gestion des informations liées à une importation, une exportation ou un transbordement. La troisième partie constitue une forme de plaidoyer prospectif sur les opportunités d'économie circulaire qui pourraient voir le jour au sein des communautés portuaires et logistiques subsahariennes de demain.

En guise d'introduction : prolégomènes sur l'économie circulaire dans quelques places portuaires ouest-africaines

Et si l'on commençait par dire que l'économie circulaire dans l'espace économique subsaharien relève souvent d'une forme de spontanéité pragmatique du secteur informel ? Quelques mois avant la crise économique et financière mondiale de l'été 2008, la tonne d'acier dépasse les 1,000 dollars américains. Les exportations de minerai de fer brésilien, australien ou encore sud-africain atteignent des niveaux historiques pour dépasser certains mois les 100 millions de tonnes métriques manutentionnés dans les ports spécialisés chinois. La demande d'acier est telle que les circuits d'approvisionnement intègrent aussi le recyclage des résidus de métal pour produire différentes qualités d'acier. Le déséquilibre entre l'offre et la demande implique que les résidus de métal deviennent « bankable » sur les grands réseaux de l'échange mondial.

L'Afrique de l'ouest répond d'une bien étrange manière à cette demande d'intrants pour fabriquer de l'acier. A l'époque, une véritable industrie sous-terraine et informelle s'active dans la quasi-totalité des grandes métropoles portuaires de la côte ouest de l'Afrique. L'enjeu : remplir des conteneurs de « scrap de métal » à destination des marchés du sud-est asiatique en manque de matière première ! La tension sur les marchés avait créé une vraie opportunité économique qui s'est traduite en des réseaux logistiques qui commençaient par le ramassage, voire le démontage ou même le vol, de toutes les meilleures pièces de métal. Les moindres recoins de la lagune de Vridi à Abidjan se sont ainsi « nettoyés» de tous les résidus métalliques des épaves de bateaux qui dépassaient ! Un trafic de carcasses de voitures et de mobylettes usagées a généré des milliers d'emplois spontanés et informels jusque dans les grandes villes des pays enclavés sahéliens. Un réseau original unique d'économie circulaire se constituait car les termes économiques étaient réunis pour faire de la collecte, du rachat, du stockage et de l'expédition des résidus de métal une véritable filière d'exportation à destination des principaux marchés de production et de transformation de ces matières usagées. Quand l'on sait que ces mêmes conteneurs maritimes arrivent d'Asie bourrés de produits manufacturés et industriels bon marché en Afrique de l'Ouest, on dispose d'un bel exemple de circularité économique planétaire. Les

mobylettes neuves chinoises qui roulent dans les rues de Lomé ou de Kinshasa se composent peut être de quelques grammes de résidus de bateaux de la lagune de Vridi ou de vieux vélo français des rues de Bobo Dioulasso ! Autre exemple, les vastes champs de dépôts de déchets électroniques dans le quartier de Agloboshie, à Accra, au Ghana, dans lesquels s'accumulent ordinateurs et matériels électroniques hors d'usage ou simplement jugés « dépassés » par les pays occidentaux. Ces amoncellements à perte de vue entraînent la constitution d'une économie informelle de récupération de métaux précieux contenus dans les composants électroniques qui alimentent une filière toute aussi informelle de valorisation de ces métaux à l'échelle locale et internationale. Cette économie du recyclage ne va pas sans soulever de véritables enjeux sociaux, sanitaires et environnementaux (Mujezinovic, 2015).

Chiffons usagés, déchets plastiques ou encore résidus papiers et cartons comptent aussi dans le portfolio des produits à très faible valeur ajoutée qui répondent à une réalité économique et logistique très simple. Dans un sens, les flux entre l'Asie et l'Afrique remplissent les navires et les boîtes conteneurisées. La capacité de consommation d'une classe moyenne supérieure africaine nourrit cette demande de produits asiatiques. Les conteneurs maritimes deviennent des capharnaüms de produits de consommation courante bon marché avec des récipients plastiques, des bougies, des produits textiles, du petit équipement électronique et ménager, etc. Dans l'autre sens, l'expédition des boîtes vides du fait du manque de produits à exporter entraîne mécaniquement une baisse chronique des taux de fret sur la route retour. Il en résulte une forme d'opportunité économique et logistique qui permet de faire descendre la valeur unitaire du produit à mettre dans un conteneur. C'est pour cela que toute une gamme de résidus a ainsi pu « accéder » au conteneur en créant de véritables filières de recyclage. Enfin, cette équation simple née du déséquilibre chronique des flux import-export se complète de l'absence de valorisation industrielle locale ou régionale de ces résidus. L'absence d'opportunité sur des usages locaux en mode « circuits courts » favorise de manière mécanique le positionnement des résidus vers des filières d'exportation internationale.

Autre exemple tout aussi illustratif de ces logiques circulatoires internationales : le commerce des vêtements usagés. Sur quasiment tous les marchés subsahariens se côtoient textiles bon marché asiatiques, vêtements usagés et tissus artisanaux issus de la culture textile locale. Les balles de vêtements usagés proviennent des excédents de consommation des pays développés pour trouver une nouvelle vie en Afrique. Longtemps exportées depuis les Etats-Unis, ces balles géantes de textiles remplissaient des conteneurs maritimes qui transitaient par les grands ports européens avant de « redescendre » sur les marchés subsahariens. Fin 2013 à Douala, un transitaire spécialiste de ces trafics de seconde main explique comment le marché africain a changé ses canaux d'approvisionnement de l'Amérique vers l'Europe de l'Ouest. La raison ? Une

inadéquation croissante entre l'offre et la demande. Autrement dit, les textiles usagés américains sont devenus au fil des années trop grands pour être écoulés sur les marchés africains. Les obésités infantiles et adultes américaines ont laissé place à de nouvelles filières ouest-européennes (essentiellement via les ports maritimes néerlandais et belges). Quand l'on garde à l'esprit l'importance de l'industrie cotonnière ouest-africaine, force est de constater qu'une forme originale d'économie circulaire planétaire se déroule depuis longtemps sur le continent. Et si l'on poussait la logique jusqu'au bout, les implantations chinoise ou européenne d'industrie textile au Bénin, au Nigéria ou encore en Ethiopie pourraient un jour peut-être trouver dans les vêtements usagers un canal d'approvisionnement en matière première pour exporter des T-shirts refabriqués *« Made in Somewhere in Africa » à destination… des marchés européens ou américains dans une logique de boucle retour.*

Aujourd'hui, ces implantations manufacturières relèvent autant d'opportunités purement économiques que de véritables politiques stratégiques de la part des investisseurs. Aux réglementations nationales très favorables pour utiliser une main-d'œuvre abondante faiblement rémunérée répondent des ambitions de travailler avec des fournisseurs et des sous-traitants locaux. Les chaînes de valeur se consolident progressivement avec des maillages de producteurs-transformateurs-distributeurs qui combinent dimensions locales et ambitions internationales. Dans l'industrie textile finalement, seules peut-être les opportunités économique et technique d'intégrer des vieux vêtements dans la constitution de nouveaux constituent de manière hypothétique la barrière d'une combinaison originale de circuits courts et longs.

Sans cynisme aucun, force est de constater que les mobylettes chinoises bon marché ou les marchés populaires de vêtements usagers s'inscrivent en quelque sorte dans la logique décrite par le concept de « craddle to craddle » en mode « low cost ». Ces organisations logistiques internationales reposent sur un pragmatisme économique implacable. La seconde vie de résidus ou de textiles usagés découle d'opportunités saisies à chaque maillon de la chaine de valeur. Du simple collecteur au grossiste, du transitaire à l'armement maritime, de l'industriel au consommateur, des supply chain planétaires se nouent et se dénouent au gré des termes du marché. Leur aptitude à se connecter et à échanger des informations constitue un prérequis nécessaire pour que la chaîne de valeur se construise et permette au final de tirer une plus-value pour toutes les parties prenantes de ces opérations. Dans ces cas précis et ces contextes particuliers, le caractère informel s'avère prégnant. Le succès de telles initiatives reste tributaire de la convergence heureuse d'une somme très aléatoire de conditions. Quand le coût d'un conteneur à l'exportation depuis l'Afrique vers la Chine augmente, que le prix de la tonne d'acier s'érode sur le marché mondial ou encore que la disponibilité de résidus de métal devient rare et donc plus chère, l'équation économique et logistique s'enraye au point de remettre en cause ces circuits.

Accords sur la facilitation du commerce et dématérialisation des procédures au sein des écosystèmes portuaires subsahariens

Cette capsule souhaite poser les bases d'une réflexion qui dépasse largement les situations décrites précédemment. Suite aux Accords de Bali sur la facilitation du commerce mondial en décembre 2013, une ratification par les pays émergents et en voie de développement propulse la plupart des Nations africaines dans une véritable révolution. En effet, un lien de causalité a été établi entre la dématérialisation des procédures liée au commerce et la lutte contre la pauvreté et la vie chère (GTFC, 2013; Ndonga, 2014). De manière simplifiée, les accords de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) visent à rendre obligatoire le déploiement de solutions numériques dématérialisées dans les ports et les aéroports. La liste ci-après reprend en détail la liste des documents visés par l'article premier de la Section 1 du document issu de la conférence des Ministres tenue à Bali fin 2013 :

a- Importation, exportation and transit procedures (including port, airport, and other entre-point procedures) and required forms and documents ;
b- Applied rates of duties and taxes of any kind imposed on or in connection with importation or, exportation ;
c- Fees and charges imposed by or for governmental agencies on or in connection importation, exportation or transit ;
d- Rules for classification or valuation of products for customs purposes;
e- Laws, regulation and administrative rulings of general application relating to rules of origin ;
f- Import, export or transit restrictions or prohibitions ;
g- Penalty provisions against breaches of import, export or transit formalities;
h- Appeal procedures ;
i- Agreements or parts thereof with any country or countries relating to importation, exportation or transit ;
j- Procedures relating to the administration of tariff quotas.

Chaque Etat Membre signataire a pour obligation de fournir l'ensemble de ces informations afin de rendre effective une dématérialisation des procédures et des usages. L'objectif consiste à rendre plus compétitives les opérations d'importation et d'exportation de marchandises. Pour ce faire, des solutions technologiques et managériales idoines doivent être mobilisées pour fluidifier et simplifier les étapes indispensables en vue d'optimiser les échanges internationaux de marchandise. Cette modernisation drastique vise à éliminer les tracasseries administratives et éradiquer les pratiques informelles liées à l'organisation et au contrôle de l'échange. Bien sûr, les interfaces portuaires, véritables portes

du commerce international, constituent les premières cibles pour implanter une telle révolution. Les Etats en Voie de Développement (PVD) disposent de 2 ans et les Pays les Moins Avancés (PMA) de 4 ans pour assurer une transition qui n'est pas sans poser de véritables défis culturels et managériaux. Au-delà de la mutation technique et technologique, ce sont les changements des habitudes, l'élimination des avantages licites et illicites et l'accompagnement dans l'acceptation du changement qui portent de telles révolutions.

Pour l'Afrique subsaharienne, ces Accords demeurent d'autant plus importants que la plupart des économies nationales demeure largement tributaire du bon fonctionnement des portes d'entrées et de sorties du commerce international. Poumons économiques vitaux où se collecte la majorité des droits et taxes douaniers, les grands ports maritimes constituent des zones de rupture stratégiques déterminantes au moment où l'espace économique subsaharien enregistre 6,8% de croissance dans son ensemble pour 2014 (Afrique subsaharienne hors Afrique du Sud). Il n'est pas inutile de rappeler que malgré la crise économique mondiale, une croissance moyenne de 16% par an des importations vers le sud du Sahara a été constatée entre 2000 et 2011. Nonobstant ces relations entre le continent et le reste du monde, il ne faut pas éluder que le niveau d'intégration du commerce sous-régional africain compte parmi les plus bas du monde. En effet, les échanges entre Etats africains comptent seulement pour 11% des valeurs échangées contre plus de 70% pour l'espace économique européen et plus de 50% pour les marchés de l'ASEAN.

Les effets attendus d'une dématérialisation des procédures sur la stimulation des échanges sont donc doubles :

- D'une part, l'intégration des économies subsahariennes passe par une amélioration de la connectivité maritime internationale afin de pleinement intégrer les systèmes productifs africains aux chaines de valeur globale ; et,
- D'autre part, la stimulation des échanges entre Etats africains exige de baisser drastiquement les coûts de transport et de transaction tout en facilitant les mobilités des biens et des personnes, particulièrement au moment du franchissement des frontières.

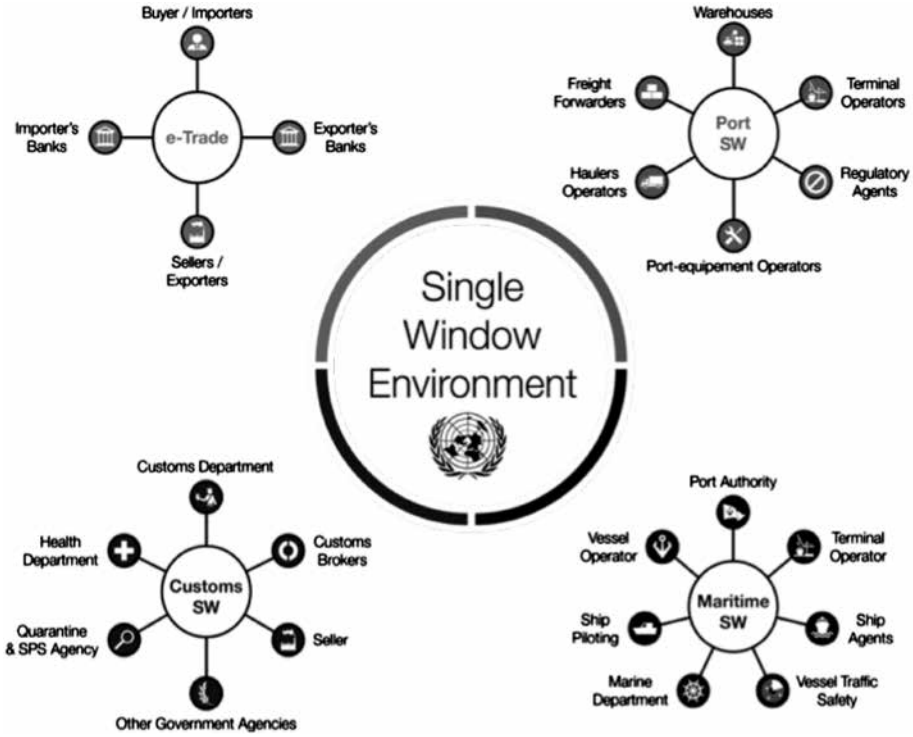
L'hypothèse de notre contribution est la suivante : dans quelle mesure l'implantation de solutions informatiques communautaires en conformité des textes ratifiés peut consolider un écosystème logistico-portuaire qui servira de base à la future économie circulaire subsaharienne ? Dit autrement, comment l'aptitude à travailler de manière concertée et collaborative grâce à des systèmes d'information peut inoculer les fondements de nouveaux gisements de valeur reposant sur les principes de l'économie circulaire ?

Le guichet unique comme moteur de la performance de l'écosystème productif dans la compétition portuaire subsaharienne

Fidèles révélateurs de la transformation accélérée de l'économie subsaharienne, les ports témoignent par leur mutation de ce rattrapage indispensable pour atteindre les standards qualitatifs des pays émergents (Alix & Daudet, 2014). Toutes les autorités portuaires disposent de projets de modernisation et/ou d'extension de leurs infrastructures. Les mises en concession des terminaux ont fait massivement entrer les spécialistes internationaux privés dans la gestion des opérations et l'exploitation des services commerciaux. Les manutentions conteneurisées ont triplé depuis 2000 et devrait encore doubler d'ici à 2020 (Alix, 2015b). Autorité portuaire, services publics de l'Etat, acteurs privés, investisseurs nationaux et internationaux, tous ambitionnent de travailler pour de meilleures productivités et surtout un maximum de régularité dans le niveau de qualité servi aux navires et aux marchandises.

Un sentiment communautaire et une ambition collective au sein des écosystèmes portuaires et logistiques subsahariens font pas à pas leur bout de chemin. Les premières initiatives de guichet unique portuaire en Afrique subsaharienne s'inscrivent dans cette ambition d'accroître la fluidité, la compétitivité et la rentabilité du commerce international. Les guichets uniques portuaires s'insèrent d'ailleurs dans ces logiques globalisantes d'environnements d'affaires dématérialisés (figure 1). Les solutions sans papier créent de nouvelles dynamiques de confiance entre les parties prenantes d'écosystèmes d'affaires rendus solidaires par l'utilisation de « *Single Window* » dédiés.

Figure 1 : L'intégration des différentes applications des Single Window dans un environnement d'affaires dématérialisé



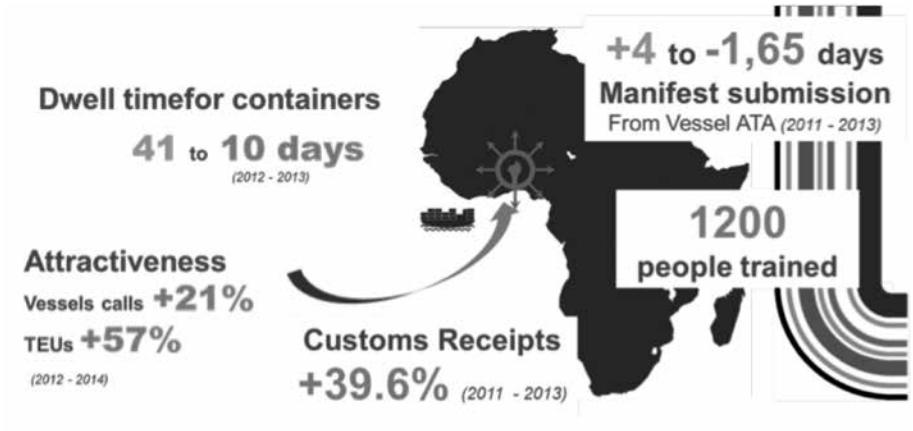
Source: UNECE, Inter-Organization Systems (IOS), 2014.

Les écosystèmes portuaires demeurent particulièrement sensibles car ils s'inscrivent à l'intersection de différentes solutions intégrées. Le triptyque maritime-portuaire-terrestre transcende les limites de chacun des systèmes. Le *« Custom SW »* doit être interopérable avec le *« Port Single Window »* lui-même difficilement dissociable du *« Maritime Single Window »* qui finalement va utiliser les solutions en *« E-Trade »* pour régler toutes les transactions financières liées à une escale ! Les chaînes logistiques intégrées et autres chaînes de valeur mondiale fonctionnent grâce à ces outils de facilitation des échanges d'informations (BAfD – OCDE – PNUD, 2014) ; (OCDE, 2013) ; (CNUCED, 2013).

Pionnier sur le continent (après l'expérience de l'île Maurice), l'autorité portuaire de Cotonou implante un guichet unique portuaire à partir de 2011. Le cas de Cotonou a été abondamment commenté et documenté pour notamment établir des liens de causalité entre l'utilisation communautaire d'un système d'information et l'amélioration globale de la performance des services (CETMEF, 2012). Le défi de l'implantation et son intégration fonctionnelle dans les mentalités et les pratiques furent parmi les éléments les plus remarquables de l'expérience

Béninoise (Alix & Grosdidier de Matons, 2011). Sur la recommandation de la Banque Mondiale, des indicateurs de performance ont permis d'attester et surtout de quantifier les bénéfices d'un guichet unique portuaire dans un environnement subsaharien (Figure 2).

Figure 2 : Quelques indicateurs statistiques des bénéfices directs suite à l'implantation du guichet unique portuaire au port de Cotonou – République du Bénin



Source : compilation de l'auteur à partir de la présentation de Pascal Ollivier à la Banque Mondiale, 2014.

La plus grande réussite pour la communauté portuaire de Cotonou demeure d'avoir convaincu l'ensemble des parties prenantes de participer au projet qui relève toujours de l'autorité directe du Président de la République. L'esprit d'une *Union maritime et portuaire* demeure très limité dans les environnements d'affaires subsahariens. Or, le cas de Cotonou tend à faire des émules puisque le port voisin et concurrent de Lomé au Togo est en cours de déploiement du même concept. Même chose en République Démocratique du Congo (RDC), en Tanzanie ou encore au Kenya. Sous l'impulsion des Accords pour la facilitation du commerce de l'OMC, tous les autres pays et communautés portuaires devront à court terme suivre.

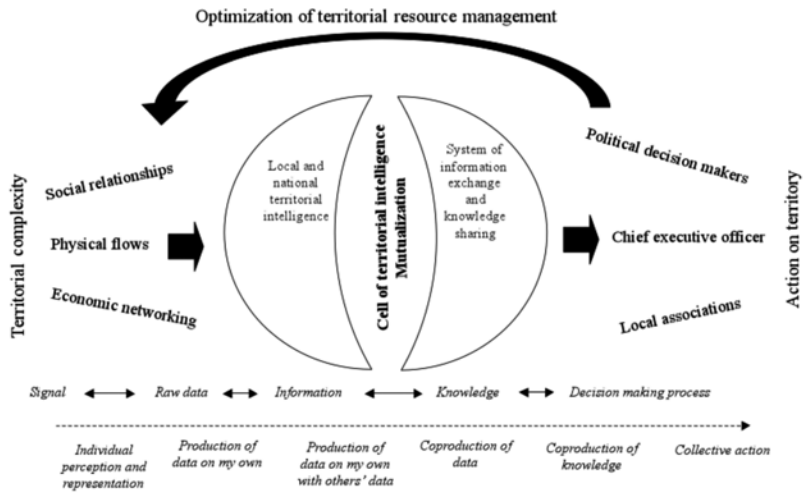
Cette révolution des mentalités et des pratiques demeure une chance unique de propulser les écosystèmes portuaires comme vecteurs de nouvelles synergies communautaires au sein même de leurs environnements d'affaires. La dernière partie de cette capsule prospective est un plaidoyer pour que les réflexes de l'économie circulaire soient au cœur des futures ambitions portuaires et logistiques de demain en Afrique subsaharienne.

L'échange des informations et des idées comme base du chantier de l'économie circulaire subsaharienne dans les écosystèmes portuaires de demain

Comme le documentent de manière très détaillée les nombreuses contributions du présent ouvrage, la base des expériences menées partout dans le monde en matière d'économie circulaire dans les écosystèmes portuaires repose sur une première condition indispensable : la volonté de se concerter pour ensuite échanger des informations, des idées et des pratiques. De manière presque paradoxale serions-nous tentés de dire, les écosystèmes portuaires subsahariens pourraient finalement faire avancer les choses à l'envers. Dit autrement, l'orchestration de communautés d'acteurs autour de « Single Windows » systématise déjà l'échange des informations. De ces pratiques communes autour de l'échange des informations pourraient naitre des usages rationnalisés des matériels, des réductions des énergies consommées et des pratiques nouvelles de nature collaborative.

La littérature scientifique s'est peu penchée sur les liens organiques entre la gestion de l'information et les opportunités de l'économie circulaire en milieu portuaire. Un collectif de chercheurs français propose une représentation des couches d'informations à mettre en relation dans un écosystème portuaire et industriel (Cerceau *et al*., 2012).

Figure 3 : Système d'informations territoriales pour la mise en œuvre d'un écosystème industriel (Cerceau *et al*. 2012)



Les principaux apports de ces travaux de recherche relèvent de la création et la mobilisation d'outils méthodologiques pour l'intégration de réflexes d'écologie industrielle sur les territoires portuaires. La gestion des informations devient alors un substrat essentiel pour comprendre les territoires portuaires et en conséquence pour élaborer de véritables projets d'économie circulaire. La production de systèmes d'information territoriaux concoure à soutenir les prises de décision, les concertations et les collaborations. Au cœur de la réflexion demeure cette capacité à mettre en opération les échanges et l'interopérabilité des systèmes d'échanges d'informations (Cerceau et alli, 2012). Les guichets uniques portuaires constituent alors des moyens techniques, technologiques et managériaux pour unifier des parties prenantes très hétérogènes autour d'un projet fédérateur (Ollivier & Alix, 2010). L'interopérabilité de solutions numériques doit éviter la substitution de systèmes par d'autres.

Une autre approche plus systémique et industrielle misait déjà sur le caractère stratégique de la gestion optimale de l'échange des informations (Allenby, 2004). L'auteur parle même d'une culture de l'information requise pour construire des cadres théoriques et conceptuels. L'information et sa gestion deviennent des sujets de recherche à part entière dans le contexte d'installer des pratiques d'écologie industrielle et d'économie circulaire. Autres questions qui découlent de ces axiomes de recherche scientifique, la mesure et la quantification des bénéfices directs et indirects de l'usage intelligent des informations. Cela s'avère d'autant plus complexe si l'on considère la gestion stratégique de l'information commerciale dans un écosystème portuaire de pays émergent (Alix, 2014b). La production de garanties sur la sécurité de l'échange et sur les bénéfices d'une gestion stratégique et mutualisée des informations reste à démontrer. Toutes les parties prenantes de l'écosystème doivent être intégrées dans le processus de collaboration et de co-production de valeurs liées à l'information. Un pan entier de recherche appliquée doit produire des outils méthodologiques pour démontrer et quantifier les bénéfices d'échanges concertés et volontaires d'informations (Alix, 2014b). Un livre blanc sur la fluidité et les conséquences vertueuses de la fluidité des échanges d'informations au sein des communautés portuaires apporte quelques éclairages neufs sur la question (SOGET SA, 2014).

Alors que l'économie circulaire rime de facto avec des pratiques et des usages souvent industriels, les ports de l'Afrique subsaharienne pourraient utiliser les systèmes d'informations pour optimiser des économies circulaires que l'on pourrait qualifier de logistiques. Un exemple qui se retrouve déjà sur les plates-formes logistiques de Jebel Ali à Dubaï : le déploiement d'entrepôts logistiques collaboratifs et multi usages. Grâce à des applications sur mesure, les transitaires, manutentionnaires et commissionnaires pourraient investir en commun dans des matériels pour stocker, déplacer, empoter et dépoter des marchandises conteneurisées. De nouvelles pratiques collaboratives et communautaires pourraient voir le jour dans l'investissement, l'utilisation, la gestion et l'entretien

des parcs de matériel. Les principaux ports subsahariens se situent encore au cœur des grandes métropoles avec d'énormes problématiques foncières (Daudet, 2014). L'optimisation de la gestion des réserves de terrain des autorités portuaires nécessite des planifications et anticipations stratégiques d'une autre nature. La mutualisation, la co-production et le co-investissement constituent quelques-unes des pistes de réflexion qui peuvent s'inscrire dans des logiques d'économie circulaire (Alix & Daudet, 2014). La gouvernance de ces nouvelles façons de penser et d'agir constitue le cœur des réflexions aujourd'hui (Alix, Delsalle & Comtois, 2014). Le « timing » semble excellent entre :

- Les croissances portuaires et l'enjeu du déploiement stratégique et fonctionnel des nouvelles infrastructures ;
- Le questionnement sur les modalités de la gouvernance de ces territoires et de l'ensemble des parties prenantes qui doivent de plus en plus collaborer pour co-produire ensemble les solutions optimales de demain et développer l'attractivité de leur territoire ;
- Les pouvoirs publics de plus en plus sensibilisés aux qualités environnementales et sociétales des solutions infrastructurelles de demain ;
- Les différents retours d'expériences observés à l'échelle internationale et aujourd'hui bien renseignés en termes de bonnes pratiques.

A notre connaissance qui est loin d'être empirique sur le sujet, aucun des grands projets portuaires et industriels de nouvelle génération en Afrique n'a intégré en amont des réflexions pour faire de l'économie circulaire un principe fondateur. A Kribi au Cameroun, à Lekki au Nigéria ou encore à Lamu au Kenya, les futures installations industrialo-portuaires se déclinent en un saucissonnage spatial et fonctionnel. La planification des territoires investis relève de schémas classiques afin d'assurer aisément la mise en concession de terminaux cloisonnés, pour ne pas dire hermétiques les uns vis-à-vis des autres.

Les promoteurs de ces futures extensions portuaires subsahariennes n'ont pas encore saisi les opportunités de la mutualisation, au regard des contraintes foncières et d'investissement. L'accès et la consolidation des besoins en énergie devraient pourtant devenir des stimuli essentiels pour, en amont, imposer les principes d'économie circulaire et d'écologie industrielle. Encore une fois, la rationalisation des usages énergétiques (et particulièrement électriques à travers la mise en œuvre de Smart Grids) passe par la communication entre les parties prenantes pour discuter ensemble des opportunités d'investir, d'exploiter et de développer selon des principes différents de ceux connus jusqu'alors. Les écosystèmes portuaires constituent des environnements privilégiés pour tester ces nouveaux paradigmes du développement économique et logistique.

Un dernier exemple plus pratique : la gestion des rendez-vous transporteurs pour les terminaux à conteneurs. Déployé depuis 2014 sur les principaux terminaux de PORT 2000 au Havre, cette application informatique simple permet aux transporteurs routiers d'optimiser l'usage de leur matériel roulant en présentant leur chauffeur sur une plage horaire réservée à l'avance. Le camionneur peut ainsi faire plusieurs rotations dans l'agglomération pour déposer ou emporter une boite sans perdre son temps à l'entrée du terminal. Congestion, pollution, perte de productivité, accélération des rotations constituent quelques-uns des bénéfices d'une application qui fut travaillée en co-production avec l'autorité portuaire, l'Union maritime et portuaire (UMEP), les gestionnaires des terminaux à conteneurs, les transporteurs routiers ainsi que le fournisseur de la solution technologique (SOGET SA). Ce type de solutions informatiques communautaires doit idéalement trouver sa place dans la gestion des abords des terminaux à conteneurs subsahariens. Le sujet est d'ailleurs au cœur de vives tensions qui émaillent régulièrement l'actualité portuaire de Dakar, Abidjan, Lomé ou Cotonou (Daudet, Alix & Duzsynski, 2013). La ville et ses habitants tout comme le port et ses clients ont un intérêt évident à fluidifier les principaux axes de circulation. Il en va aussi de la santé publique et de la préservation environnementale de zones souvent très fragilisées.

Dans une conférence au port de San Pedro en Côte d'Ivoire, les chercheurs de la fondation Sefacil avaient émis l'idée de plates-formes logistiques de rupture aux abords des grandes villes portuaires qui permettraient d'orchestrer le ballet des conteneurs import et export avec des unités de servitude électriques (Alix, 2014c). Evidemment, cette idée totalement farfelue en 2014 posait de nombreuses questions d'organisation, de rentabilité et de gouvernance. Sortir les camions vétustes et polluants des centres urbains pour les entreposer afin que la traction des derniers kilomètres puisse être assurée par des véhicules électriques dédiés à cette tâche relève de la science-fiction. Cependant, les corridors logistiques ferroviaires massifiés de l'*Alameda Corridor* à Los Angeles ont été esquissés il y a 30 ans dans des univers métropolitains saturés. L'optimisation totalement automatisée des circulations routières, ferroviaires et fluviales sur le territoire portuaire d'Hambourg date aussi d'aujourd'hui. Les solutions logistiques totalement intégrées entre les terminaux maritimes de Khalifa et la zone logistique attenante de Kizad datent encore d'aujourd'hui.

L'argumentaire face au scepticisme généralisé de l'assistance fut de répondre que l'innovation et l'audace n'ont jamais été vraiment testées sur les interfaces portuaires subsahariennes. Aujourd'hui, le vécu logistique et technologique international peut se combiner avec les opportunités de l'économie circulaire pour faire des ports subsahariens les vitrines de demain. Le développement accéléré des systèmes d'information sur les places portuaires constitue une opportunité de faire évoluer les pratiques, les mentalités, les organisations. Les réflexions et expérimentations de l'économie circulaire apportent d'incroyables

gisements d'opportunités dans des univers portuaires subsahariens en pleine mutation. Encore faut-il que les savoirs et savoir-faire africains et internationaux circulent, s'assimilent et inspirent les contours des futurs plans stratégiques de développement des interfaces portuaires subsahariens.

Discussion prospective

Si l'on reprend librement le constat énoncé par Monsieur Lionel Zinsou lors du lancement officiel de la fondation Africafrance (www.africafrance.org) le 6 février 2015 au Ministère de l'Economie à Bercy, l'Afrique et les africains relèvent présentement des défis sociétaux d'une magnitude jamais rencontrée à l'échelle de l'Humanité. Après avoir sorties des centaines de millions d'africains de la pauvreté en moins de 60 années d'indépendance, les nations du continent vont devoir absorber 400 millions de nouveaux urbains et près de 300 millions de nouveaux ruraux dans les circuits économiques et sociaux avant 2050. A cette même conférence intitulé Forum Franco-Africain pour une croissance partagée, Madame Ngozi Okonjo-Iweala, Ministre des Finances de la République du Nigéria, concluait sur les potentialités des nouveaux modèles économiques et financiers afin que les innovations conçoivent des formes d'entrepreneuriat sur mesure pour répondre aux défis de l'Afrique et du Nigéria en particulier.

Enfin, la 13e table ronde des Directeurs Généraux de l'Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AGPAOC) tenue fin juin 2015 à Abidjan avait retenu pour la Session II le thème « *Le Guichet Unique et le Système Communautaire Portuaire : un outil obligatoire pour réduire les coûts du passage portuaire* ». Une forme de consensus absolu s'exprimait pour reconnaître que la dématérialisation des procédures et des processus ne pouvait que concourir à une meilleure maîtrise des coûts. A cela, les représentants des chargeurs des pays enclavés sahéliens se sont empressés de rappeler que les opportunités d'optimisation ne devaient nullement se cantonner aux interfaces maritimo-portuaires. Ils exhortaient de prolonger toute cette dynamique de modernisation sur les corridors multimodaux jusqu'aux confins des territoires économiques enclavés. La notion de *continuum logistique dématérialisé* a été prononcée comme pour mieux appréhender les opportunités au-delà des écosystèmes portuaires (Alix, 2015a). Cet exemple hautement symbolique illustre combien l'économie circulaire subsaharienne, s'il advenait qu'elle prenne une dimension critique depuis les terminaux maritimes, doit se penser d'ores et déjà dans des dimensions spatiales et logistiques élargies. Les potentiels dépassent évidemment les franges littorales.

Cette capsule de la Fondation Sefacil s'ouvre sur deux idées prospectives.

La première insiste sur la formation professionnelle des élites publiques et politiques aux enjeux d'une gestion avant-gardiste des bénéfices d'une économie

circulaire innovante. La conscientisation des esprits sur les potentiels s'avère cruciale. Or, rien n'est structuré aujourd'hui pour faire passer les fondamentaux d'une gouvernance politique qui permettrait de prendre des actes, investir et construire sur le long terme une véritable culture sur les futurs potentiels économiques. Les élites portuaires africaines en premier lieu devraient ouvrir la voie du changement. Les futurs territoires industrialo-portuaires au Nigéria, au Cameroun ou sur la côte orientale africaine ne répondent nullement aux synergies communautaires d'acteurs investisseurs-opérateurs. Or, si l'on isole seulement la problématique énergétique, la quasi-totalité des pays africains est en déficit chronique d'énergie pour optimiser le fonctionnement de l'appareil économique national. La mobilisation des connaissances et compétences en matière énergétique auraient sûrement pu se traduire en opérations tangibles et mesurables dans ces contextes d'avenir.

La seconde idée prospective qui s'avère déjà poindre dans les esprits relève du secteur de la finance internationale. Les opportunités réelles de l'économie partagée et des possibilités d'une nouvelle rentabilité éco-sociétale animent déjà des « private equity funds » verdis. Monsieur Jacques Attali dans la préface du numéro 1 du Positive Book de 2013 rappelait sous forme de question : *« dans quelle mesure l'innovation financière et l'utilité sociale peuvent-elles se conjuguer et constituer une composante essentielle du nouveau paradigme économique de demain ? »* (PlaNet Finance, 2013). Certains n'hésitent plus à claironner le temps d'un capitalisme d'une nouvelle nature à l'instar de plusieurs contributeurs de recueils collectifs autour des notions d'anticipation (Peuch-Lestrade, 2013) et partage, notamment sur les bienfondés de l'économie numérique (Lirzin & Reiche, 2012).

Les intérêts de la finance internationale dans la circularité et le partage continuent de mûrir et de s'adapter. Lors de la Conférence de Bercy du 6 février 2015, des grands patrons du secteur bancaire concluaient d'ailleurs que l'on mobilise en Afrique des fonds et des prêts pour des projets de petites et moyennes envergures. Les niveaux d'investissements et de transactions ont été considérablement abaissés pour soutenir directement l'émergence de projets individuels et personnels. Il convient de rappeler que les 23 bourses du Continent ne comptent que pour un 1% de la capitalisation boursière mondiale. Néanmoins, les banques de l'Afrique du Sud, du Nigéria, du Ghana, du Maroc ou encore du Kenya pour ne citer que les plus grandes, parient de plus en plus sur le soutien financier au tissu entrepreneurial local. L'écologie, l'environnement, l'énergie et l'économie solidaire sont au cœur de ces projets d'un nouveau genre qui trouvent un écho favorable à la levée de fonds financiers.

Les pays émergents et tout particulièrement leurs espaces portuaires doivent être les espaces d'une nouvelle création de valeur, à la confluence entre l'économie de la fonctionnalité, l'économie collaborative et l'économie circulaire. De manière très pratique et opérationnelle, énergie renouvelable, biomasse, déchets, réseaux

de chaleur, futur éolien off-shore, ces « applications » doivent s'articuler dans et depuis les territoires portuaires. Ceci constitue une partie non négligeable de la compétitivité internationale des interfaces portuaires subsahariennes. Le maillon portuaire demeure le maillon fort des chaînes de transport africaines. Lieux de rupture, de stockage mais aussi de transformation et de sécurisation, les périmètres portuaires doivent optimiser leurs espaces fonciers dans une vision stratégique à long terme en incluant de facto les dividendes d'un modèle repensé de développement. L'inclusion compétitive des espaces économiques africains côtiers et enclavés suppose une meilleure intégration dans les chaînes de valeur internationale. Le renouveau stratégique et énergétique des interfaces portuaires constitue la première pierre d'un changement radical qui pourrait (et devrait) trouver ses racines dans la modernisation régalienne qui s'amorce depuis une décennie en Afrique (Alix, 2014a).

En guise de conclusion

Sans cynisme aucun, force est de conclure cette vision prospective de l'économie circulaire des écosystèmes portuaires africains par où elle a débuté. La mise en circularité de sous-produits dans les systèmes économiques africains relève aujourd'hui de l'économie informelle. Des milliers d'emplois précaires se créent au gré de l'opportunité d'un jour. Les populations concernées par le traitement de ces sous-produits se caractérisent par une très forte paupérisation. La « formalisation » d'une économie circulaire portuaire intégrée via l'usage intelligent des systèmes d'informations place la problématique sociale au cœur de l'innovation. Sans un accompagnement extrêmement structuré, les dommages sociaux pourraient être les plus grands freins de l'avènement d'une circularité économique « positive et inclusive ».

Education et formation représentent les deux fondements « invisibles » du changement. Les pouvoirs publics ont la responsabilité de construire de toutes pièces une filière avec comme pilier essentiel la dimension socio-économique. Etablir les fondements d'un système de rémunération formel via l'usage des technologies constitue une étape incontournable pour « conscientiser » les populations concernées par ce *recyclage d'opportunité*. Du cercle vicieux de la précarité extrême, il serait possible de croire à l'avènement d'un cycle vertueux où l'enjeu majeur reste d'améliorer les conditions générales de vie des plus démunis.

Bien au-delà des enjeux environnementaux et écologiques, l'économie circulaire doit inventer sa propre mécanique sociale. Dit comme cela, la complexité du défi

parait totalement illusoire. Et pourtant, parce que la mise en circularité des sous-produits constitue une réelle opportunité de gagner de l'argent pour un grand nombre, l'enjeu relève bien du courage institutionnel et politique de se donner les moyens d'une régulation. Nous sommes aux balbutiements de cette circularité économique en milieu portuaire : alors pourquoi ne pas tenter d'en construire les fondations sociales et environnementales les plus solides et formalisées ?

Bibliographie sélective

Alix Y. (2015a), Fluidité logistique + dématérialisation des procédures = facilitation du commerce ou comment transformer le temps en argent ! 13ème Table Ronde des Directeurs Généraux. *Session II : Le guichet unique et le système communautaire portuaire. Outils indispensables pour la réduction des coûts de passage portuaire*. 37ème Congrès Annuel de l'Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AGPAOC). *Les coûts de passage portuaire. Quelle responsabilité des différents acteurs* ? 29 juin – 2 Juillet. Abidjan. Côte d'Ivoire.

Alix Y. (2015b), Disparité et développement portuaire de l'Afrique conteneurisée. *Journal de la marine marchande*, N°4965, 6 février 2015.

Alix Y. (2014a), Croissance portuaire subsaharienne: Enjeux régaliens. *Magazine International du Droit des Affaires en Afrique*. N°5. Décembre 2014. pp22-23.

Alix Y. (2014b), Port Single Window, Fluidity and Measures: Anticipate Emerging Ports' Future. *International Port Community System Association (IPCSA) - Research Committee Future Challenges and Opportunities for Port Community Systems.* November, 13th, Le Havre, France.

Alix Y. (2014c), « Développement des terminaux portuaires et des plateformes d'échanges". *1ère semaine industrielle et portuaire de San Pedro – SINPORT Conférence.* 6 au 9 mai 2014. San Pedro, Côte d'Ivoire.

Alix Y., Daudet B., (2014), West Africa Port-City: Not waiting until 2050 to turn governance into practice. in Bina, O., Balula, L., and Ricci, A., (Eds.)(2014) *Urban Futures – Squaring Circles: Europe, China and the World in 2050.* Conference Proceedings. Institute of Social Sciences – University of Lisbon; Institute of Studies for the Integration of Systems – Rome; The Chinese University of Hong Kong.

Alix Y., Delsalle B., Comtois C. (dir.) (2014), *Port-City Governance. Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 300p.*

Alix Y. & Grosdidier de Matons J. (2011), Retour d'expériences sur la concession pour implanter et exploiter le guichet unique portuaire automatisé du Port Autonome de Cotonou au Bénin. *Transport Forum 2011 - 50 Years of Innovation in Transport: Achievements and Future Challenges.* The World Bank Group. Washington DC, March 28-31. 32p.

Allenby B. (2004), Clean production in context: an information infrastructure perspective. *Journal of Cleaner Production*, 12, 833-839.

BAfD – OCDE – PNUD, (2014), *Perspectives économiques en Afrique 2014*. Editions OCDE. Paris, 341p.

Cerceau J., Junqua G., Gonzalez C., Lopez-Ferber M, Mat N. (2012), Industrial Ecology and the Building of Territorial Knowledge: DEPART, a French Research Action Program

Implemented in Harbor Territories. *Asia Pacific Business Innovation & Technology Management International Conference.* Procedia Social and Behavioral Sciences. 9p.

CETMEF (2012), *Guichet unique et performance portuaire. Evolution des performances du port de Cotonou suite à la mise en place du GUP.* Rapport de la Direction de l'ingénierie – Département Multimodalité. Juin 2013, 37p.

CNUCED (2013), *Rapport sur l'investissement dans le monde 2013 : Les chaînes de valeur mondiales.* Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement. Genève.

Daudet B. (2014), Histoires de croissance ou le casse-tête des villes portuaires ouest-africaines. *Revue Africaine des Affaires Maritimes et des Transports.* Volume 6. 49-53.

Daudet B., Alix Y., Duzsynski J. (2013), "Le management des relations ville-port : enjeu majeur du développement ouest-africain". 1ère Conférence Africaine de Management "Servir l'Afrique par le management". 16, 17 et 18 mai 2013. Dakar, Sénégal.

Global Trade Facilitation Conference, (2013), Beyond Single Windows: Paperless Supply Chains for Trade Facilitation and Inclusive Development". Conference Report. United Nations Conference, Bangkok, 18-19th November, Conference Report. 20p.

Lirzin F. & Reiche S. (2012), L'irrésistible fluidité, trois philosophies du partage… en numérique. *Le partage, un nouveau modèle?* Les cahiers N°12. Ernst & Young, 2012. Pp. 94-99.

Mujezinovic D. (2015). Global undustrial metabolism and e-waste dumping in the Aghoboshie suburb of Accra, Ghana – A Marxian ecological economic approach. 11th international conference of the European Society for Ecological Economics, Leeds, UK.

Ndonga D. (2014), Promoting Single Windows as a tool for development. *WCO News*, N°73, February 2014, 38-40.

OCDE (2013), *Economies interconnectées: Comment tirer parti des chaînes de valeur mondiales*. Editions OCDE. Paris.

Okonjo-Iweala N. (2015), Un partenariat pour une nouvelle dynamique économique entre l'Afrique et la France. *Forum Franco-Africain. Pour une croissance partagée*. Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique. Medef International. Paris. 6 février 2015.

Ollivier P., Alix Y. (2010), Experiencias de la facilitación para reducir los tiempos de tránsito: la interoperabilidad entre los sistemas de la comunidad portuaria: la ventanilla única para facilitar el comercio. *Primera Convención Hemisférica sobre Logística y Competitividad Portuaria*. Ixtapa, 2 – 5 Noviembre. Mexico.

Peuch-Lestrade P. (2013), Le capitalisme du futur doit être positif et le sera. *Anticiper. Prendre un temps d'avance. Les cahiers N°14. Ernst & Young, 2013. Pp 96-101.*

PlaNet Finance (2013), *Positive Book. L'économie change, changeons l'économie*. Paris. 130p.

SOGET SA (2014), *L'avenir sera fluide*. Livre Blanc. Octobre 2014. 28p.

Zinsou L. (2015), Présentation de la Fondation franco-africaine pour la croissance. *Forum Franco-Africain. Pour une croissance partagée*. Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique. Medef International. Paris. 6 février 2015.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 12

Transition énergétique et territorialisation des fonctions portuaires agrologistiques. Le cas du port fluvial de Straubing-Sand en Bavière

Antoine Beyer
Maitre de conférences HDR
SPLOTT/IFSTTAR - Université Paris Est
Paris - France

Biographie

Antoine Beyer *est maître de conférences et habilité à diriger des recherches en géographie et aménagement. Il enseigne depuis 2005 à l'université Paris-Sorbonne, notamment dans le master TLTE (Transport, Logistique, Territoires, Environnement). Depuis 2012, il effectue ses recherches à l'IFSTTAR au sein de l'unité de recherche SPLOTT (Systèmes productifs Logistique et Transports et Travail) où il a co-animé l'ANR Fluide (Fleuve urbain, intermodal durable). Son travail actuel porte sur deux axes : d'une part les ports intérieurs, le transport fluvial et la transition énergétique et d'autre part l'évolution des systèmes de transport dans la dynamique d'intégration européenne.*

Introduction

Dans le contexte de la transition énergétique, l'attention portée aux ports fluviaux n'est pas toujours suffisante. Leur taille réduite et leur spécialisation les rend de fait moins visibles par rapport aux ports maritimes, notamment Rotterdam, incontestable leader européen dans le domaine. Pourtant, l'engagement des ports fluviaux sur les questions environnementales est réel, que ce soit pour les transports ou les activités de transformation associées. Il faut d'ailleurs y voir le reflet d'un positionnement lié à la manutention de matières premières, et à un engagement actif au profit des modes alternatifs à la route et souvent à la proximité des installations portuaires des espaces urbains. La position des ports fluviaux au cœur de vastes bassins de production et de consommation leur assure un réel levier de développement pour répondre aux enjeux contemporains de développement (Beyer, Debrie, 2014). Nombreux sont les gestionnaires portuaires à avoir perçu la nécessité et le potentiel de croissance liés à la reconversion environnementale (Beyer, Lacoste, 2014). Ils jouent ainsi un rôle croissant d'aiguillon pour des territoires en transition et ce à différentes échelles, locale (éco-site), métropolitaine *(éco-territoire)* ou régionale *(éco-réseau)* (Mat, Cerceau et Alix, 2015).

Le port danubien de Straubing-Sand en Basse-Bavière est emblématique de cette évolution, en cherchant à associer le transport fluvial à un système productif innovant. En Allemagne, il est identifié comme pionnier et exemplaire dans la construction volontaire d'un cluster autour des ressources agrobiologiques et bioénergétiques. Ses réalisations sont aujourd'hui largement promues et diffusées. La biomasse et son potentiel énergétique constituent le cœur de l'activité du port (63% des 3,7 Mt manutentionnées en 2014 sont constitués de produits agricoles), mais plus encore structurent son modèle de développement. Dans cette stratégie, Straubing peut compter sur l'engagement des collectivités locales et un soutien direct et appuyé du Land de Bavière. Toutefois, en arrière-plan de cette trajectoire ambitieuse se lisent aussi des aléas liés au surdimensionnement des installations, à la fragilité des effets d'aubaine fiscale et aux fluctuations du prix de l'énergie. Malgré les déconvenues, l'activité liée à l'énergie biomasse se développe et semble trouver à Straubing des conditions particulièrement favorables d'enracinement. En effet parallèlement à une activité logistique dynamique, l'autorité portuaire s'est fortement investie dans l'accompagnement d'entreprises de biotechnologie. Elle mise sur leur développement pour engager un cercle vertueux de croissance verte articulée au transport fluvial. Ainsi, entre effet d'annonce, ambitions affichées et réalité, l'analyse qui suit se propose de faire le point sur un modèle qui cherche encore à s'affermir.

Le potentiel d'un port neuf centré sur un riche arrière-pays agricole

En Allemagne, la loi sur l'économie circulaire et les déchets *(Kreislaufwirtschafts- und Abfallgestz)* de 1996 est inspirée de directives européennes et insiste plus sur la question du recyclage et le traitement des déchets. Les notions d'écologie industrielle *(industrielle Ökologie)* ou d'économie circulaire *(Kreislaufwirtschaft)* n'ont toutefois pas le poids qu'a pris la notion de transition énergétique dans laquelle le pays tout entier s'est engagé de manière résolue et précoce (Sido, 2014). Une accélération significative a été réalisée avec la loi de 2011 *(Energiewende)* qui vise à réduire puis à supprimer d'ici à 2050 le recours aux énergies fossiles et à sortir du nucléaire à l'horizon 2020 (Deshaies, 2015). Les objectifs fixés au niveau fédéral laissent une grande initiative de coordination aux Länder. Avec un certain succès, puisqu'en 2015, les énergies renouvelables en forte progression couvraient 27,8 % des besoins électriques du pays. La Bavière avec 31,2 % d'énergie renouvelable dans ses approvisionnements cherche à tirer le meilleur parti de la biomasse (7,3 %) grâce à une importante dotation en ressources naturelles, agricoles et sylvicoles. Elle est d'ailleurs la principale région à subventionner la recherche dans ce domaine, avec la ferme volonté de transformer l'impératif écologique en opportunité économique.

Au centre d'une région agricole fertile *(Gäuboden)*, la grande culture des plateaux de Basse Bavière *(Niederbayern)* détermine l'orientation économique locale tournée vers l'agriculture et ses ressources. Bien que le Danube soit proche, l'ouverture d'un port fluvial moderne est récente, liée à la réalisation du canal Main-Danube (1992). Le projet avait mûri de longue date puisque les premières études remontent à 1975, avec la constitution d'un groupement public autour de la ville de Straubing, l'arrondissement de Straubing-Bogen et la commune voisine d'Aiterhofen, en vue de la constitution commune d'un port et d'une zone d'activité. Portées par les collectivités locales, les installations portuaires et la zone d'activité sont finalement inaugurées en 1996. Aujourd'hui, 80 entreprises sont présentes sur un site de 220 ha et emploient 2250 personnes. Les activités liées à l'agriculture y sont très tôt présentes et bénéficient d'installations bord à quai : négoce et coopératives céréalières, stockage et transport d'engrais et d'intrants agricoles *(Raifaisen)*, alimentation pour bétail *(Donaufutter GmbH).* Mais on y retrouve aussi d'autres secteurs économiques comme l'entreprise Sennebogen active dans la construction d'engins de chantier, ainsi que des industriels de matériel électrique ou la logistique de produits de santé.

Dans leur discours, les promoteurs du port défendent prioritairement un projet portuaire orienté vers la gestion de la biomasse et ouvert sur l'axe danubien qui présente un important réservoir de matière première à valoriser. Ces deux aspects sont les éléments-phares de son positionnement stratégique. A la charnière

des deux Europe, Straubing entend développer sa situation d'intermédiaire en misant sur le potentiel énergétique de la biomasse facilement mobilisable à l'est par la voie fluviale pour répondre aux besoins de l'Europe industrielle à l'ouest. Le port et la zone d'activité qui lui est associée cherchent à se doter des éléments-clés d'un bioport. Celui-ci doit être en mesure d'organiser l'arc vert émergent de l'industrie chimique *(green chemistry belt)* sur le couloir danubien et faire contrepoids à la chimie traditionnelle, issue d'abord du charbon puis des hydrocarbures *(petroleum-based chemistry)* (Figure 1).

Figure 1 : Le positionnement stratégique du port de Straubing

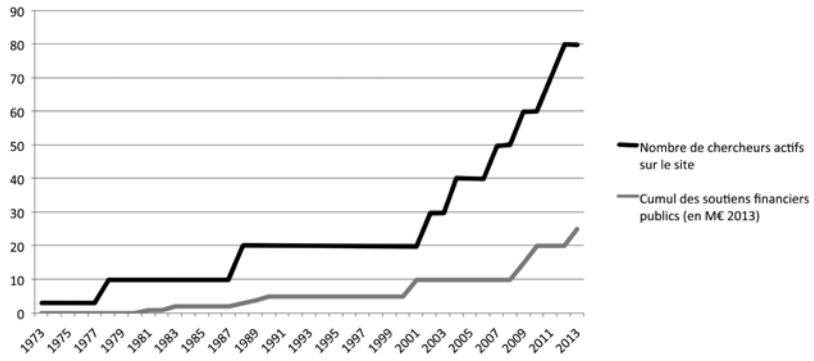
Source : Port de Straubing, 2015.

Une stratégie de cluster bioénergétique de longue haleine

Contrairement à ce que pourrait laisser supposer le discours où l'activité portuaire joue un rôle moteur, l'initiative de cette spécialisation vient de centres de recherche qui préexistaient au port. C'est en 1988 que le Land a décidé de favoriser Straubing (45 000 hab.) pour l'accueil de la recherche de pointe dans le secteur des matières premières renouvelables. Bien que dépourvue de sites de formation universitaire, Straubing, chef-lieu de cette riche région agricole, était alors déjà le siège de divers instituts agronomiques et forestiers du Land de Bavière. Avec la crise pétrolière de 1973 y avaient même débuté les premières recherches publiques sur la production de biocarburants. L'activité est relancée dans les années 1990 dans l'optique de valoriser les surplus

agricoles. Interviennent ensuite la question de la transition énergétique et la recherche de carburants de substitution. Au tournant des années 2000 enfin, une forte impulsion est imprimée à la recherche avec une accélération sensible des investissements et le renforcement des équipes. Le centre de compétence sur les biomatériaux est inauguré en 2001 et n'a cessé de s'affirmer depuis, associant institutions d'enseignement supérieur et centres publics de recherche (Figure 2).

Figure 2 : La montée en puissance du potentiel de recherche à Straubing



Source : Eidenschick, 2013.

Les centres de recherche agronomiques existants sont réorientés et associés à un pôle de recherche dédié *(Wissenschaftzentrum)* auquel participent différentes structures universitaires bavaroises. Viennent ajouter au dispositif un centre technologique *(Technologie und Förderzentrum)* et une structure associative assure la promotion des énergies renouvelables C.A.R.M.E.N. *(Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.*[1]*)*. En 2007, le pôle de Straubing est institué tête du réseau bavarois pour la recherche sur les biocarburants *(Forschungsnetzwerk Biogene Kraftstoffe)*. À ce titre, il dépend directement du ministère bavarois de l'économie. Une véritable politique de cluster est ainsi mise en place, couplant recherche fondamentale et enseignements spécialisés.

Le rôle du port dans les montages locaux et le développement territorial

La constitution du pôle de compétences autour de la transformation des produits agricoles est, à ses origines, largement indépendante de l'activité portuaire

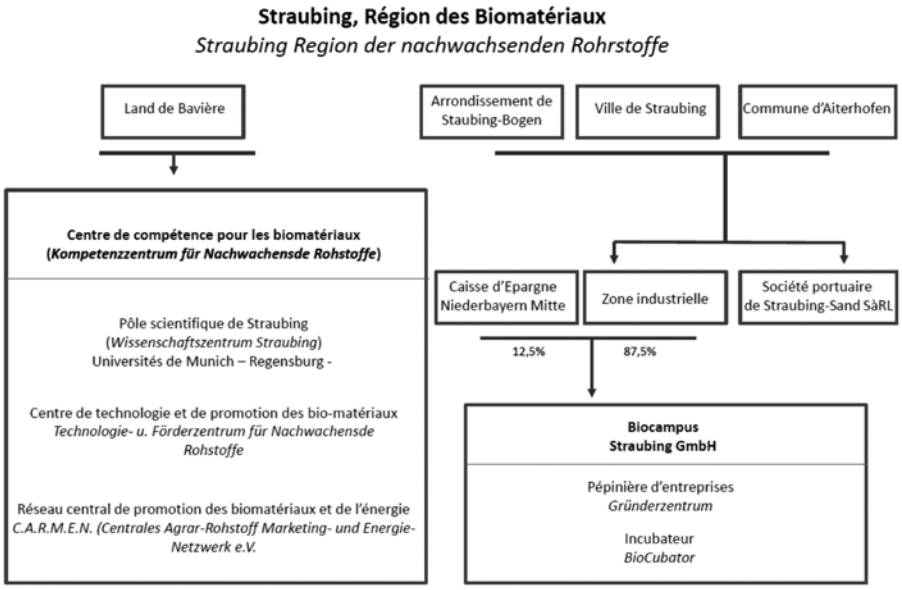
[1] Réseau central de promotion des biomatériaux et de l'énergie.

qui s'est plus constituée par opportunité. Leurs trajectoires vont davantage converger et clairement s'articuler en 2005 avec l'arrivée au poste de directeur du port d'Andreas Löffert. Ce dernier, avec l'appui des responsables politiques locaux, redéfinit alors le rôle stratégique du port fluvial et de la zone d'activité attenante dans le prolongement du cluster scientifique en créant des structures d'animation qu'il dirige. Il entend devenir une partie prenante active dans la construction entrepreneuriale du système émergent, et pour ce faire se dote d'outils de promotion et de développement proactif :

- le *BioCampus* : création d'une pépinière d'entreprises liées à la bioéconomie,
- le *BioCubateur* (offre de bureaux, laboratoires et services adaptés),
- le lancement d'une structure d'accueil pour jeunes entrepreneurs *(Gründerzentrum)*, équipement dont le financement est porté conjointement par la région de Straubing et le Land de Bavière.

En complément de la recherche fondamentale portée par le centre de compétence, le Port s'engage dans une politique de transfert et de soutien à l'initiative entrepreneuriale pour laquelle il peut compter sur l'appui de l'institut Fraunhofer, spécialisé dans le transfert technologique. Les éléments du puzzle sont en place. Il reste désormais à travailler au rapprochement croissant des deux pôles et au renforcement des fécondations croisées entre recherche fondamentale, transfert technologique et développement industriel (Figure 3).

Figure 3 : Structure de portage des différents éléments du cluster de Straubing



Source Port de Straubing, 2015

Un départ hésitant

Grâce à un contexte socio-économique porteur et aux subventions publiques, plusieurs investissements importants sont réalisés dans la valorisation énergétique de la biomasse. Même si ses assises semblent encore mal assurées, ils commencent à donner corps à l'ambitieux dessein.

• Une grande unité de trituration et le boom fugace des biodiesels

Le **groupe Campa**, déjà actif dans la ville portuaire voisine de Schweinfurth à quelques dizaines de kilomètres de Straubing avait consenti à un lourd investissement dans le port au début des années 2000. Se doublait sa capacité de production de biodiesel, portée alors à 300 000 tonnes annuelles. L'euphorie d'investissement dans le secteur fait suite à l'annonce gouvernementale d'accroître la part des biocarburants de 3,5 à 8 % entre 2003 et 2008. Les aides généreuses de l'Etat fédéral, surtout dans les nouveaux Länder (jusqu'à 50% des montants investis) ont vite conduit à une surproduction dont le groupe Campa est la victime. En 2008, le site est repris par l'américain Archer Daniels Midlands, important négociant déjà bien implanté en Allemagne. L'activité est maintenue mais demeure néanmoins confrontée au risque de surproduction.

• Les énergies alternatives, un engagement encore risqué

L'entreprise **Compactec** (devenue **Enviva**) disposait à Straubing de la plus grande unité de fabrication de pellets de bois en Bavière et une des premières d'Europe. Créée en 1999, elle produisait annuellement 120.000 tonnes à partir de déchets de scieries, nombreuses dans un rayon de 100 km. L'unité aurait dû intégrer un ambitieux projet de production intégrée, le *« BioEnergiePark »* associant à l'unité de fabrication des pellets, une centrale thermique biomasse et un site de production de biocarburants (biodiesel et bioethanol). La cessation d'activité met un terme au projet et s'explique par la rapide saturation du marché bavarois pour cette production et rappelle au passage, que malgré le potentiel tant vanté de la voie d'eau, le coût de transport s'est avéré inefficace dans la conquête de débouchés commerciaux extra-régionaux.

En 2010, les installations mises en faillite sont rachetées par la coopérative de négoce de produits agricoles Bayernhof. Contrairement au cas précédent, le dispositif industriel est démantelé pour accueillir des silos traditionnels de stockage de céréales et d'oléagineux.

• Une vitrine technologique

Le groupe suisse **Clariant**, leader dans l'obtention de bioethanol de seconde génération (c'est-à-dire à partir de résidus ligneux type paille, déchets végétaux, enveloppe de maïs) a construit en 2012 à Straubing sa plus grande unité en

Allemagne qui lui sert de démonstrateur grandeur nature. On peut néanmoins rappeler que le suisse Clariant a acheté le groupe bavarois Süd-Chemie en 2011, à un moment où le projet d'implantation était déjà arrêté. L'ancrage local du promoteur initial et l'investissement de 16 M€ qui a bénéficié là encore d'un soutien public (Land de Bavière et Etat fédéral) n'est pas étranger à ce choix de localisation. Cette réalisation participe de fait à la notoriété du site et peut appuyer des développements ultérieurs en lui donnant une véritable dimension industrielle. Dans la perspective de mise en valeur de l'expérience locale, le cluster des biomatériaux de Straubing a été membre du **projet BERST** *(BioEconomy Regional Strategy Toolkit for benchmarking and developing strategies)* du 7ème Programme Cadre de Recherche et Développement européen (2007-2013). L'objectif du réseau[2] est de formaliser les conditions d'émergence de territoires qui souhaitent s'orienter vers la mise en valeur de leur potentiel bioéconomique.

• Des trafics fluviaux à développer

L'intégration danubienne du port et de ses activités de transformation reste virtuelle. Les échanges avec l'Europe du sud-est sont de fait très modestes. Les statistiques sont parlantes : sur les 3,6 Mt manutentionnées, seul 1Mt est acheminé par des modes alternatifs. Sur ces 1Mt, 655 000 t sont transportées par voie d'eau et une part congrue concerne l'espace danubien à savoir l'import de graines de colza de Hongrie pour l'usine de trituration. Le rayonnement du port reste donc essentiellement local et tranche dans un premier temps avec les perspectives paneuropéennes initiales du projet. Enfin, l'essentiel des volumes est assuré par les activités traditionnelles de négoce de produits agricoles. Dans la promotion de l'activité fluviale, les autorités portuaires défendent aussi l'idée d'une adaptation des bateaux au biocarburant – assurant par là les débouchés à leur industrie naissante tout en renforçant les trafics fluviaux et la crédibilité des bateliers dans leur engagement environnemental. Cette solution est aujourd'hui en concurrence directe avec l'option du Gaz Naturel Liquide dont les études en vue de leur réalisation sont déjà fort avancées sur le Rhin.

A la lumière de ces éléments, on voit que la greffe industrielle n'est pas aussi facile et spontanée. Le marché des produits énergétiques issus de la biomasse reste très volatile, lié aux incertitudes des cours mondiaux qui ont été très erratiques et aux effets parfois déstabilisateurs d'une politique de soutien très marquée par les subventions publiques. A ces premières installations orientées vers la valorisation énergétique de la biomasse succède aujourd'hui une attention plus forte sur les débouchés en termes de biomatériaux.

[2] Asociación Madrid Plataforma de la Biotecnología (Espagne), Wageningen et Biobased Delta (Pays-Bas), BioCampus Straubing GmbH (Allemagne), Fundación Parque Científico de Madrid (Espagne), Keski-Suomen litto (Finlande), Région de la Macédoine occidental (Grèce).

Conclusion : Straubing, un « bioport » en construction

Le port de Straubing offre l'image d'un port « développeur » dans la construction d'un site industrialo-portuaire d'un type nouveau. Grâce à sa volonté de lier les enjeux émergents de la biomasse aux activités portuaires plus traditionnelles, il dépasse une politique de l'offre pour mettre en place une stratégie complexe de croissance. Le pari est alors de réussir à cheviller l'activité de recherche, les industries et une offre logistique pertinente et diversifiée. L'autorité portuaire s'est dotée de diverses compétences pour instituer un cercle vertueux, puisque les divers éléments de la chaîne de valeur sont en retour aptes à alimenter le recours à la voie d'eau. Le moteur de l'innovation repose sur une capacité à mobiliser le territoire sur une base productive existante, celle du potentiel agricole, mais aussi à en réinventer les types et les modes de production. La montée en gamme du pôle de compétence sur les ressources renouvelables (biomatériaux et biocarburants) permet désormais de présenter tout l'éventail d'une filière émergente en affichant une étroite articulation entre la recherche fondamentale et appliquée, la formation, le développement économique, la production industrielle et bien sûr le transport. L'attractivité et une notoriété grandissante permettront de profiter à plein de l'effet de site, même si les synergies restent encore à être renforcées.

Cette étude de cas danubien met clairement en lumière le poids et la cohérence du volontarisme public dans une perspective de long terme fondés sur un consensus social fort. Il met aussi en exergue la capacité d'une autorité portuaire à devenir l'aiguillon d'une territorialisation d'un projet politique qui, par ailleurs, est potentiellement porteur d'un redéploiement du transport fluvial. Une telle perspective est nécessaire à la mutation d'un système productif. Si le projet reste un pari raisonné, à ce stade, et malgré les fragilités économiques du modèle, les premiers résultats commencent à être visibles. L'exemple de Straubing mériterait peut-être d'être envisagé en France à l'heure où il est question de relancer l'investissement dans les grandes infrastructures fluviales et d'accélérer la transition énergétique. Plus qu'un investissement dans des nouvelles infrastructures de transport, l'ambition doit être de développer un système productif à la fois alternatif et sollicitant la voie d'eau. Deux sites réunissent indubitablement des conditions proches dans le bassin de la Seine, Compiègne et Troyes. Il s'agit de villes au fort potentiel d'innovation dans l'ingénierie, desservies par la voie d'eau et au cœur de vastes bassins agricoles. Sans doute pourraient-elles s'inspirer du modèle que Straubing vient d'inaugurer.

Remerciements

L'auteur remercie sincèrement M. Andreas Löffert, directeur du Port de Straubing, de sa zone industrielle et du Biocampus, pour l'entretien qu'il lui a accordé.

Bibliographie

Agentur für erneurbare Energien (2014), *Bundesländer mit neuer Energie*, 2014/15, Zahlen, Daten, Fakten, 35 p.

Beyer A., Debrie J. (2014), L*es métropoles fluviales. Concilier aménagement et logistique pour un développement urbain durable*, L'œil d'Or, Paris, 317 p.

Beyer A., Lacoste R. (2014), La symbiose industrielle au sein des villes portuaires : les enseignements de la démarche de contractualisation engagée entre la communauté d'agglomération et le port de Strasbourg, *COLEIT 2014, contribution écrite*, Troyes, 10 p.

Bundesverband Öffentlicher Binnenhäfen (2012), Schwerpunkt Ökologie, 11 p.

Deshaies M. (2014), Ambiguïtés et limites de la transition énergétique en Allemagne, *VertigO*, revue en ligne.

Eidenschick U. (Ed.)(2013), *Von der Ölkrise zur Energiewende. 40 Jahre Forschung Bioenergie, Tagungsband, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohrstoffe,* Straubing, 180 p.

Mat N., Cerceau J., Alix Y., *Economie circulaire et stratégies portuaires. Note stratégique et prospective,* 54 p.

Sido B. (2014), Le tournant énergétique allemand : quels enseignements pour la transition énergétique française ? *Rapport fait au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques,* n° 176 tome I (2014-2015), 88 p.

Sites consultés

www.energieatlas.bayern.de

www.energymap.info/energieregionen/DE/105.html

www.berst.eu

www.straubing-sand.de

Partie V

Essais prospectifs

Chapitre 10

Quelle échelle pertinente pour une meilleure gestion des ressources en Méditerranée ?

Kelly Robin

Chef de projet « Infrastructures et ressources naturelles »
Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED)
Paris - France

Mélodie Merenda

Economiste de l'environnement
Mines ParisTech et de l'Université de Tsinghua, « Environmental International Management »

Biographies

Diplômée d'un master de politique économique internationale de l'Institut d'études politiques de Paris, **Kelly Robin** *a développé une expertise dans la gestion de projets de coopération internationale, notamment au Cameroun, et dans l'élaboration et la coordination d'études économiques. En 2014, elle rejoint l'Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED) en tant que chef de projet « Infrastructures et ressources naturelles ».*

Economiste de l'environnement de formation, **Mélodie Merenda** *a fait le choix de compléter ses compétences économiques avec des compétences plus techniques en ingénierie de l'environnement en intégrant le post-master franco-chinois de Mines ParisTech et de l'Université de Tsinghua, « Environmental International Management ». Dans le cadre de ce post-master, Mélodie Merenda a réalisé une mission de conseil de 6 mois à la Direction du Développement Durable de SUEZ. Cette mission a abouti à la rédaction d'une thèse professionnelle sur le sujet de la gouvernance et de l'écologie industrielle sur les territoires industrialo-portuaires, avec un focus particulier sur la zone Tanger-Med au Maroc. L'encadré de la présente publication est donc extrait de ce travail de recherche.*

Introduction : la Méditerranée, espace pertinent pour penser la transition écologique ?

Dans *Méditerranée : 30 voix pour bâtir un avenir commun*, l'Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED) a délaissé le format classique de ses publications au profit d'une analyse plus transversale, où dès l'introduction, Agnès Levallois et Jacques Ould Aoudia s'interrogent : « *finalement, l'Euro-Méditerranée fait-elle sens ? Un concept qui dans ses termes, signe le caractère euro-centré du projet, le regard impérial du Nord sur le Sud, associant un espace intégré avec des normes qui convergent, un marché commun… et une étendue marine* » (Levallois et Ould Aoudia, 2012, p. 12). Or, ce sont bien les enjeux autour de la protection de la Méditerranée et de ses rives qui ont conduit, en 1975, seize pays Méditerranéens et la Communauté européenne à adopter le Plan d'Action pour la Méditerranée, puis un an après, la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (Convention de Barcelone) sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Dans l'une de ses premières études, l'Institut constatait en effet que « *notre* mer commune *est quasi-fermée et* [que] *ce vase clos reçoit et accumule les pollutions émises par les villes, les pays riverains et par les activités maritimes* » (Martinand *et al.,* 2009, p. 5). Dès lors, la Méditerranée, « bassin des bassins », doit être appréhendée comme l'espace qui cristallise un certain nombre de défis communs à l'ensemble de la région, puisqu'elle concentre sur ses côtes, 30% de la population méditerranéenne, attire 30% du tourisme international et supporte 30% du commerce maritime mondial. Ces données font de la Méditerranée un « espace-monde » de transit, peu intégré, et confronté à des pressions anthropiques croissantes, dans un contexte économique, social, politique et environnemental incertain. « *A première vue, le diagnostic n'est pas immédiatement favorable à l'intégration méditerranéenne* » (Jolly *et al*. 2011, p.10), pouvait-on lire dans *Demain, la Méditerranée.* Dans cet essai prospectif, le consortium Méditerranée 2030, coordonné par Cécile Jolly, identifiait même un scénario dit des « *divergences méditerranéennes* », où « *les échanges intra-régionaux progressent à un rythme moins élevé que celui avec le reste du monde, tandis que le commerce sous-régional (arabe ou maghrébin) reste faible, comparable à ce qu'il est aujourd'hui* ». « *Dans ce contexte, la mer Méditerranée accentue sa place de transit de l'économie-monde, avec des impacts plus aigus en termes de pollution, de perte de biodiversité et d'artificialisation des côtes. Un tel scénario contribue à accroître fortement la dualisation des économies et des territoires (marginalisation des intérieurs, développement du littoral), […] La hausse de la demande énergétique et*

alimentaire et l'urbanisation accentuent les pressions environnementales au Sud et à l'Est de la Méditerranée. La pression sur les ressources en eau devient insoutenable et la contribution au changement climatique préoccupante » (Jolly *et al.* 2011, p. 22-23).

Pourtant, un autre destin est possible, « *sous réserve d'une action politique volontariste et partagée par l'ensemble des riverains dans un contexte de multipolarité dans les régulations internationales* » (Jolly *et al.* 2011, p. 27) pour faire de la Méditerranée une interface propice à la construction d'une macro-région euro-méditerranéenne. Dès lors, penser la transition socio-écologique des espaces euro-méditerranéens nécessite d'identifier des pistes de coopération possibles entre les deux rives de la Méditerranée pour aboutir à un optimum de production, de consommation et d'échange qui prenne en compte les enjeux de développement durable et permette de réaliser le scénario de *« convergence méditerranéenne »*. Cette approche s'apparente à la définition de l'ADEME sur l'économie circulaire : « *système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement* » (Geldron, A., 2013) – exception faite du cadre d'analyse englobant, ici, les échelles territoriales, nationales et macro-régionales.

Des complémentarités à exploiter pour favoriser la convergence méditerranéenne

En 2011, le consortium Méditerranée 2030 soulignait les complémentarités régionales patentes (Jolly *et al.* 2011) :

- Complémentarité démographique : en 2007, les pays sud-méditerranéens[1] représentaient environ un tiers de la population globale de la zone, la moitié de la population jeune et seulement le quart des employés ;
- Complémentarité des « forces vives » : en 2030, les actifs potentiels seront situés à 40% sur les rives sud et est de la Méditerranée contre 60% en Europe, le ratio étant actuellement de 30/70% ;
- Complémentarités de dotations naturelles, notamment énergétiques, etc.

Dans le cadre de projets sectoriels, ces complémentarités et interdépendances existantes plaident pour la mise en place d'un « partenariat gagnant-gagnant », ne se limitant pas à des relations commerciales asymétriques. Il s'agit de favoriser l'intégration régionale de la zone « Europe-Méditerranée » autour de grands

[1] Algérie, Egypte, Israël, Jordanie, Liban, Maroc, Palestine, Syrie, Tunisie et Turquie

projets structurants, impliquant une gestion concertée, intégrée et transversale des ressources en eau : « *pierre angulaire d'une filière économique de haut niveau, et d'une coopération internationale ambitieuse qui contribuerait à faire de la Méditerranée une* éco-région *leader sur la scène internationale* » (Comair *et al.,* 2010) ; en énergie[2], mais aussi des ressources agricoles[3], des matières premières secondaires, etc. Cette transition écologique concertée, qui viserait à l'optimisation de l'utilisation des ressources à l'échelle suprarégionale, serait source de croissance et de création d'emplois pour chacune des deux rives : 14% de richesse supplémentaire accumulée avec 5% d'énergie en moins dans le scénario dit de « convergence » par rapport au « scénario de divergence » (Jolly *et al*., 2011, p. 31).

Or, ces perspectives pourraient être encouragées par des facteurs conjoncturels liés au contexte géopolitique global[4], mais aussi aux enjeux développés ci-dessus, exacerbés par les impacts anticipés du changement climatique[5]. Plus encore, il semblerait que certaines tendances œuvrent déjà pour la mise en place d'un nouvel espace de coopération : dans son analyse de novembre 2014, préfigurant la création de l'Observatoire de la coproduction par IPEMED, en partenariat avec Bpifrance, Maxime Weigert a évolué le potentiel du modèle de coproduction, au travers de neuf monographies d'entreprises ayant mené, avec succès, des stratégies industrielles fondées sur un redéploiement de leurs chaînes de valeur tenant compte des nouvelles complémentarités des pays de la région (Weigert, 2014). Il s'agit aussi bien d'entreprises du Nord qui se sont développées au Sud que d'entreprises du Sud qui se sont implantées au Nord de la Méditerranée. Dans cette étude, l'usine Renault de Tanger est citée en exemple, dans la mesure où le site de production, situé dans la zone franche de Melloussa, à proximité du méga-port Tanger Med, a entraîné le développement d'une filière automobile locale. Un autre argument, non cité par l'expert, pourrait contribuer à faire de ce site industriel, un site pilote, et illustrer cette nouvelle approche industrielle, inscrite dans la durabilité : « *les performances environnementales de l'usine Renault de Tanger atteignent des niveaux record pour une usine de carrosserie montage. Les émissions de CO_2 seront réduites de 98 % par rapport à une usine équivalente, soit environ 135 000 tonnes de CO_2 non émises par an.* […]

[2] *Vers une Communauté euro-méditerranénne de l'énergie - Passer de l'import-export à un nouveau modèle énergétique régional*, Abdallah *et al.,* 2013, IPEMED.

[3] *Pour une politique agricole et agroalimentaire euro-méditerranéenne*, Cheriet *et al.* 2012, IPEMED

[4] Voir, à cet effet, la Présentation par la Commission européenne, le 28 mai 2014, d'une nouvelle stratégie européenne pour la sécurité énergétique visant à mieux intégrer les partenaires du Sud et de l'Est de la Méditerranée, suite à la crise ukrainienne.

[5] Sur ce point, Stéphane Hallegatte, Samuel Somot et Hypatie Nassopoulos remarquaient en 2009, à partir des rapports du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), que le bassin méditerranéen est une des régions du globe où les modèles s'accordent le plus sur les impacts du changement climatique : « réchauffement de plusieurs degrés, des étés très chauds, des vagues de chaleur plus fréquentes et une diminution sensible des précipitations et du débit des rivières » ; un constat corroboré par des rapports plus récents qui identifient la région « MENA » (Middle East and North Africa) comme un « point chaud » du changement climatique.

En outre, l'usine de Tanger n'émet aucun rejet industriel liquide dans le milieu naturel et réduit de 70 % ses prélèvements en eau pour les process industriels en comparaison avec une usine de taille équivalente[6] ». Cette performance écologique, réalisée en partenariat avec Veolia Environnement, Suez, et le gouvernement marocain, et dont il faudrait mesurer les impacts et les effets d'entraînement, semble témoigner de l'engagement du groupe Renault vers ce qu'ils appellent « *l'économie circulaire compétitive* ». Selon ces hypothèses, l'usine de Tanger pourrait jouer le rôle à la fois de laboratoire visant à mettre en application le « *nouveau modèle économique* global *de la filière automobile, repensé à travers le prisme de l'économie circulaire* »[7], et de vecteur d'innovation industrielle et socio-économique diffus au sein d'un territoire particulier.

Les espaces portuaires : microcosmes des dynamiques d'intégration en Méditerranée ?

Dans une note de mars 2014, l'ISEMAR constate qu'« *aujourd'hui*, *90 000 navires fréquentent les eaux du détroit de Gibraltar chaque année, plus de 17 500 celles du canal de Suez et 40 000 passent par le Bosphore* » (ISEMAR, 2014), ce qui a permis à terme le développement portuaire régional. La « *normalisation des pratiques portuaires sur le bassin (modernisation et privatisation, augmentation des capacités de stockage, spécialisation)* [serait dès lors] *potentiellement porteuse de porosités nouvelles entre les rives de la Méditerranée* […] *La modernisation de la région portuaire en dehors de l'Union européenne (Maroc, Egypte, Turquie) peut ainsi apparaître comme un facteur d'intégration régionale et économique basée sur les échanges commerciaux* » (ISEMAR, 2014). Or, l'analyse du trafic portuaire en Méditerranée, telle qu'elle est décrite dans *l'Atlas des villes portuaires du Sud et de l'Est de la Méditerranée*, laisse transparaître la prédominance des flux pétroliers et l'asymétrie des relations Nord – Sud : non seulement le trafic transitant par les ports du Sud et de l'Est de la Méditerranée ne représentait que 30% du trafic en 2010, mais au sein même de la sous-région, la Turquie, l'Egypte et l'Algérie occupaient une position dominante ; Tanger Med étant à cette date le 6ème plus grand port à conteneurs de la Méditerranée (en millions d'EVP) (AGAM, 2013). Le port de Tanger Med est d'ailleurs une nouvelle fois cité en exemple, en raison de son intégration dans une stratégie globale d'aménagement durable du territoire et de son rôle de « *port générateur de territoire* » - constat à la fois conforté et relativisé par l'annonce de la préparation d'un prochain schéma directeur d'aménagement urbain (SDAU) pour la Wilaya de Tanger visant à « *assurer la continuité entre le territoire urbain de la ville de*

[6] http://group.renault.com/groupe/implantations/implantations-renault/usine-tanger/.

[7] Eléments de langage empruntés à http://group.renault.com/engagements/environnement/economie-circulaire-competitive/

Tanger déjà couvert par des documents d'urbanisme et le reste des territoires de la wilaya, surtout ceux à caractère économique comme l'Usine Renault-Nissan de Melloussa, TangerMed et les zones industrielles en lancement comme Tanger Automotive City ou autres » (Abijou, 2015).

Les espaces portuaires peuvent-ils ainsi être générateurs d'intégration ? Le nécessaire ancrage des ports à leur *hinterland* semble être une condition récurrente, qui dépasse l'échelle proprement territoriale ou nationale – ce qu'illustrait le projet *Backgrounds*, dépendant du programme européen MED, qui visait à « *développer un système de gouvernance des ports et des infrastructures portuaires du bassin [nord] Méditerranéen dans une optique d'intégration des pôles existants avec leurs territoires et leurs systèmes productifs afin de valoriser les spécificités locales dans un contexte globalisé*[8] ». Les ports régionaux et les plateformes logistiques seraient donc des « nœuds » d'intégration, qu'il s'agirait aussi de connecter entre eux et avec leurs « arrière-pays » respectifs, au sens propre, à savoir les pays frontaliers. Dans cette logique, le rail, par exemple, pourrait devenir la colonne vertébrale de l'intégration maghrébine et euro-méditerranéenne. Cela rejoint les propos de Kamel Ben Amor qui constate, dans sa monographie des transports ferroviaires au Maghreb, que « *les chemins de fer, en s'insérant dans des chaînes multimodales de transport, peuvent jouer le rôle de catalyseur notamment sur le plan des échanges maghrébins* » (Ben Amor, 2014, p. 24).

Conclusion : vers une gouvernance multi-échelle ?

Ce croisement des échelles d'analyse montre bien la prédominance du thème de la gouvernance qui se décline à de multiples échelles. A partir de l'étude de deux cas d'écologie industrielle dans les ports de Jorf Lasfar (Maroc) et de Béjaïa (Algérie), Juliette Cerceau, Myriam Donsimoni, Daniel Labaronne et Nicolas Mat constatent en effet que « *les entreprises jouent donc un rôle majeur sur ces territoires et sont généralement les acteurs moteurs et proactifs sur ces enjeux de durabilité dans un esprit à la fois entrepreneurial et paternaliste* », les autorités locales et/ou portuaires apparaissant « *plutôt en position secondaire dans les démarches recensées* » (Cerceau *et al.* 2014, p. 237-238).

[8] http://www.programmemed.eu/fileadmin/PROG_MED/Projets_programmes_1_appel/BACKGROUNDS.pdf

« Ecologie industrielle sur la zone Tanger-Med : vers la mise en œuvre d'un cadre de gouvernance adapté et facilitateur ? »

Devant les enjeux que représentent l'écologie industrielle pour les écosystèmes portuaires, une étude de huit mois a été menée par les étudiants du post-master international franco-chinois de Mines ParisTech sur le sujet de l'écologie industrielle sur zones industrialo-portuaires. L'objectif de cette étude était d'analyser le cadre de gouvernance, les facteurs de succès et les difficultés rencontrées par TEDA (Zone de développement économique et technologique de Tianjin en Chine) afin de réfléchir aux leviers transposables à la zone industrialo-portuaire du Havre en France. **Les résultats de cette étude ont mis en avant la nécessité d'un cadre de gouvernance facilitateur comme condition préalable au déploiement d'une boucle d'économie circulaire, avant toute tentative de caractérisation des flux.** Alors que l'approche verticale chinoise (avec une influence forte du Gouvernement Central sur les Gouvernements Locaux) flèche les investissements en faveur de la protection environnementale et peut imposer une entité dédiée à la coordination et infine structurer les interactions, peu de place est laissée aux initiatives volontaires des entreprises. A l'inverse, l'approche horizontale française incite à la coopération et au développement de symbioses industrielles et territoriales (on le voit notamment avec le regroupement des ports du Havre, Rouen et Paris autour du GIE HAROPA) mais peut manquer de structuration et d'appui institutionnel. **Ces deux grandes tendances renforcent la pertinence de réfléchir en amont à la mise en œuvre d'un cadre de gouvernance facilitateur et adapté au territoire de Tanger-Med au Maroc.**

Dans le cadre d'un partenariat industriel de six mois entre Mines ParisTech et la Direction du Développement Durable de SUEZ[9], une enquête a été menée, de juin à octobre 2015, afin d'identifier les acteurs présents sur la zone de compétitivité régionale adossée au port de Tanger-Med. A l'issue de ce processus de consultation et d'analyse, une première cartographie de la zone a pu être réalisée. Les personnes interrogées ont été conviées à un événement de restitution et d'échanges, lors de la 4e édition du Symposium « Territoires Durables », organisé au sein de Pollutec Maroc, le 21 octobre 2015, à Casablanca. Cette table-ronde avait pour objectif de faire émerger les notions d'écologie industrielle et d'économie circulaire, et d'inviter les participants

[9] Dans le cadre de sa mission « Responsable d'Action Vivapolis Eau Energie Déchets au Maroc » (RAVI Maroc) soutenue par Vivapolis, marque ombrelle visant à fédérer les acteurs français - publics et privés - qui veulent promouvoir, à l'international, une ambition partagée d'un développement urbain durable, SUEZ s'est engagé à soumettre aux parties prenantes de la zone Tanger-Med des propositions de gouvernance qui permettraient le déploiement d'une boucle d'économie circulaire et l'optimisation des flux eau, énergie et déchets sur Tanger-Med.

à débattre autour des conditions nécessaires au déploiement de synergies industrielles inter-acteurs.

De ces échanges, plusieurs constats ont émergé : si des initiatives d'économie circulaire volontaires existent déjà sur la zone de Tanger-Med, elles sont basées sur une approche plutôt horizontale, et sur le volontarisme de certaines entreprises. Par conséquent, ces industriels, qui se positionnent comme porteurs de solutions de valorisation, plaident pour une simplification des démarches administratives relatives à la sortie des déchets des zones franches pour traitement. En outre, à l'occasion dudit évènement, des représentants institutionnels, tels que l'autorité portuaire (Tanger Med Port Authority) ou bien l'Observatoire Régional de l'Environnement et du Développement Durable (OREDD) de Tanger Tétouan, se sont dits prêts à centraliser et communiquer les données environnementales des entreprises de la zone, ainsi qu'à sensibiliser l'ensemble des acteurs à l'écologie industrielle. De même, le secteur universitaire s'est dit disposé à réaliser les études techniques (analyses de flux eau-énergie-déchets, études de faisabilité techniques et économiques) ; les bureaux d'études spécialisés pouvant assurer également le support technique indispensable à l'identification et à la mise en œuvre de symbioses industrielles.

En plein essor économique et constituée d'un éventail d'acteurs aux rôles complémentaires, la zone de Tanger-Med constitue donc un espace propice au déploiement de démarches d'écologie industrielle. La démarche initiée par Mines ParisTech et SUEZ pourrait encourager les parties prenantes à concrétiser leur réflexion sur un mode de gouvernance adapté, et à faire de Tanger-Med la vitrine de « l'écologie circulaire à la marocaine ».

IPEMED fait sien le constat d'une nécessaire implication de l'ensemble des parties prenantes afin d'ancrer dans la pérennité cet enjeu d'une meilleure gestion des ressources. Dans l'étude, réalisée pour le compte de l'ADEME, sur l'économie circulaire en Méditerranée[10], le Professeur Brahim Soudi, expert associé à l'IPEMED, liste, à partir de l'analyse d'expériences de compostage des déchets ménagers au Maroc, les facteurs d'échec de ces projets pilotes : la non-adaptabilité des technologies importées au contexte local, la faible acceptabilité du produit final par les usagers potentiels, les défaillances en termes de gestion technique et financière, etc. Dès lors, la réussite de tout projet visant à améliorer la gestion et le traitement des déchets au niveau local paraît conditionnée à l'adoption d'une démarche de concertation et de préparation en amont avec l'ensemble des acteurs concernés. En d'autres termes, la mise en application des principes « d'économie circulaire » nécessite d'abord l'émergence d'un consensus à toutes les échelles de décision et d'action, au travers de politiques de sensibilisation, d'information et de formation. La coopération transfrontalière en Méditerranée peut participer à cette mise en réseau de « bonnes pratiques »

[10] En cours de publication.

et à la diffusion d'outils facilement applicables et *duplicables* pour réduire les pollutions au sein, par exemple, des espaces portuaires. En témoignent les activités du projet « Gestion de la durabilité environnementale des ports pour un développement durable » (MESP), mené par l'Université de Gênes (Italie) avec des partenaires italiens, grecs, jordaniens, libanais et mêlant chercheurs et/ou autorités portuaires, le projet de « Gestion des zones portuaires dans le bassin Méditerranéen » (MAPMED), ou la stratégie « Odyssea 20-20 - Objectifs Croissance et Tourisme Bleu » qui consiste en une mise en écotourisme des voies bleues navigables et des voies vertes au fil de l'eau. Ces efforts de coopération peuvent constituer les fondements d'une recherche plus ambitieuse de synergies à l'échelle macro-régionale. Certes en 2010, on pouvait déjà lire dans une des premières notes d'IPEMED : *« l'insuccès provisoire des autoroutes de la mer intracommunautaires montre à quel point ce type de projet transnational est difficile à mettre en œuvre et à rendre durable »*, même si les perspectives se voulaient, à l'époque, résolument optimistes : *« le programme Meda-Mos [lancé en 2006] a permis de rendre compte de ces obstacles et de proposer des solutions qui correspondent au contexte euro-méditerranéen* [… et] *qui a pu mettre localement en chantier la difficile entreprise de coopération stratégique entre les deux rives de la Méditerranée. »* (Weigert, 2010, p.16). Les conclusions de Meda-Mos II, disponibles sur le site d'*Euromed Transport Project*[11], laissent néanmoins apparaître, en 2013, un bilan en demi-teinte où sont mises en avant les réalisations à caractère environnemental, dont la réalisation d'un diagnostic environnemental par six ports-participants sur huit. Leur pérennité semble par ailleurs étroitement liée au développement du Réseau Trans-Méditerranéen de Transport (RTM-T) et à la mise en œuvre du nouveau Plan d'Action Régional de Transport (PART) pour la région méditerranéenne (2014-2020).

Alors quelle méthode nouvelle adopter pour construire un avenir commun ? Dans leur rapport pour Martin Schulz, Abderrahmane Hadj Nacer et Carmen Romero, co-présidents du Comité d'Orientation Politique d'IPEMED, répondaient à cette question par l'affirmation suivante : *« les périmètres d'action, les ensembles pertinents, ne peuvent être décidés à l'avance par les seuls États, mais doivent se déterminer à partir des dynamiques concrètes qui s'engagent sur le terrain, dynamiques sociales, culturelles, économiques, politiques »* (Hadj Nacer et Romero, 2013). Or, la Méditerranée de demain, si convergence des deux rives il y a, ne sera pas un « écosystème » durable si on extrait de toute analyse les interactions existantes aussi entre les « sous-régions » qui le composent et les espaces « extra-régionaux » : en ce sens, le schéma des *« futures potentialités circulatoires circumafricaines »*, mis en ligne sur le site de la Fondation SEFACIL par Yann Alix, a le mérite de poser les jalons d'une vision plus globale : « Afrique - Méditerranée - Europe ».

[11] http://www.euromedtransport.eu/Fr/image.php?id=3248.

Références

Abijou, A., (2015). « Tanger/Urbanisme: Le schéma d'aménagement prend forme », L'Economiste, Édition N° 4536 du 2015/05/29.

AGAM, (2013), *Atlas des villes portuaires du Sud et de l'Est de la Méditerranée*. Partenariat avec la ville de Marseille, le Grand Port Maritime de Marseille, le Centre de Marseille pour l'intégration méditerranéenne (CMI) et le Réseau mondial des villes portuaires (AIVP).

Ben Abdallah, M., Allal, S., Kappauf, J., Preure, M., (2013). *Vers une Communauté euro-méditerranénne de l'énergie - Passer de l'import-export à un nouveau modèle énergétique régional*. Avec la collaboration de l'Observatoire Méditerranéen de l'Energie, sous la coordination de Morgan Mozas, Collection Construire la Méditerranée, IPEMED.

Ben Amor, K., (2014). *Les transports ferroviaires au Maghreb*, Collection Construire la Méditerranée, IPEMED.

Cerceau, J., Donsimoni, M., Labaronne, D., Mat, N., (2014). « Ecologie industrielle dans les territoires portuaires du Maghreb – Cas de Jorj Lasfar (Maroc) et Béjaïa (Algérie) », in Labaronne (Coord.) *Villes portuaires au Maghreb, acteurs du développement durable*, Presses des Mines, 2014, p.213-239.

Cheriet, F., Mohavedi, N., Rastoin, J-L., Boualam, F., (2012). *Pour une politique agricole et agroalimentaire euro-méditerranéenne, Collection Construire la Méditerranée*, Collection Construire la Méditerranée, IPEMED.

Comair, F., Donzier, J.F., Lainé, H., Mino, E., (2010). Une « Agence méditerranéenne de l'eau » pour passer de la stratégie à l'action, IPEMED.

Geldron, A., (2013). *Fiche technique – Economie circulaire : notions*, version modifiée Octobre 2014, ADEME.

Hadj Nacer, A., Romero, C., (2013). *L'Europe et la Méditerranée - Propositions pour construire une grande région d'influence mondiale*, Rapport pour Martin Schulz, Président du Parlement européen, IPEMED.

ISEMAR, (2014), « La Méditerranée sous le regard de la conteneurisation », Note de synthèse n°163, Mars 2014.

Jolly, C., (Coord), (2011). *Demain, la Méditerranée. Scénarios et projections à 2030.* Réalisé avec le Consortium Méditerranée 2030, Collection Construire la Méditerranée, IPEMED.

Levallois, A., Ould Aoudia, J., (2012). *Méditerranée : 30 Voix pour bâtir un avenir commun*, Collection Construire la Méditerranée, IPEMED.

Martinand, C. (dir.), (2009). *Eau et Assainissement des villes et pays riverains de la Méditerranée*, sous la direction de Claude Martinand, Construire la Méditerranée, IPEMED.

Weigert, M., (2014). *Coproduction en Méditerranée – Illustrations et recommandations*, Collection Etudes & Analyses, IPEMED.

Weigert, M., (2010). *Les autoroutes de la mer, des perspectives prometteuses en Méditerranée*, Préface de Marc Abeille, Collection Etudes & Analyses, IPEMED.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 13

Mise en réseau des acteurs portuaires et économie circulaire : témoignages d'un réseau régional et d'un réseau international

Bruno Delsalle

Directeur Général Adjoint
Association Internationale Ville & Port (AIVP)
Le Havre - France

Vincent Wallaert

Responsable - Pôle de Coopération
Groupement d'Intérêt Public Agence des Villes et Territoires Méditerranéens Durables (AViTeM)
Marseille - France

Biographies

Bruno Delsalle *a consacré une grande partie de sa vie professionnelle au développement des villes portuaires et à la reconnaissance de leurs spécificités et de leurs atouts. Il participe ainsi activement en 1989 au démarrage de l'AIVP qui allait devenir au fil des ans pour les villes portuaires le réseau mondial de référence sur la thématique des enjeux et de la relation ville port. Ce réseau représente aujourd'hui plus d'une centaine de villes portuaires dans le monde parmi lesquelles : Anvers, Durban, Vancouver, Buenos Aires, Ningbo, etc.*

Géographe maritimiste et diplômé de l'Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche (IPER) du Havre avec une spécialité en logistique et commerce international, il contribue à l'intégration progressive de la dimension économique au sein de tous les événements internationaux

de l'AIVP. A la fin des années 90' il en devient le Directeur Général Adjoint, et pilote à ce titre l'ensemble de la gestion administrative de ce réseau ainsi que toute la logistique événementielle à raison de deux à cinq événements internationaux par an, répartis sur les cinq continents. Bruno Delsalle a participé aussi bien en tant qu'intervenant que rapporteur et animateur à de nombreuses conférences et manifestations internationales. Il a codirigé en 2014 l'ouvrage « Port City Governance » publié par la Fondation Sefacil.
Ces dernières années, il porte activement auprès des adhérents de l'AIVP trois axes de travail novateurs pour les villes portuaires : les énergies marines renouvelables, l'écologie industrielle et la logistique urbaine. Autant de thèmes qui seront repris du 5 au 7 octobre 2016 lors de la 15e Conférence Mondiale Villes et Ports organisée à Rotterdam.

Vincent Wallaert *vit et travaille à Marseille. Diplômé de l'Institut d'Etude Politiques et d'Études Stratégiques (Université Paris 12), il a travaillé pendant 5 ans comme consultant pour Mutadis, bureau d'étude spécialisé dans la gouvernance des activités porteuses de risques pour la santé et l'environnement. Dans ce cadre il a animé des réseaux d'acteurs publics et privés impliqués dans des processus innovant en matière de gouvernance territoriale des risques (projet TRUSTNET, dans le cadre du 7e programme cadre de recherche et de développement). Avec Mutadis, il a également contribué au montage d'un programme de coopération en vue de la réhabilitation des conditions de vie dans les territoires contaminés par l'accident de Tchernobyl en Biélorussie et en Ukraine. Il a ensuite travaillé pendant 6 ans comme chargé d'études et de projet à l'Institut de la Méditerranée, association marseillaise d'étude et de coopération territoriale en Méditerranée.*
Depuis 2013, il est responsable du Pôle de Coopération du Groupement d'Intérêt Public Agence des Villes et Territoires Méditerranéens Durables (GIP AViTeM); à ce titre, il anime une équipe pluridisciplinaire spécialisée dans le montage et la conduite de projets de recherche-action en matière de gouvernance territoriale et urbaine dans les territoires du Nord et du Sud de la Méditerranée. L'AViTeM déploie ainsi des activités de coopération dans l'ensemble du bassin méditerranée et sur une pluralité de thématiques-clé liées au développement urbain et territorial: qualité de l'air, gestion des zones littorales, efficacité énergétique, urbanisme durable, développement territorial. Par ailleurs, il enseigne l'économie territoriale et le montage de dossier auprès d'étudiants en Master à l'Université Aix-Marseille.

Introduction

Pour se déployer, les principes d'économie circulaire et d'écologie industrielle nécessitent une mise en réseau des acteurs. Celle-ci peut s'opérer à une échelle locale (réseau d'animation de zones d'activités, réseau local, etc.) au sein du territoire portuaire. Elle peut également s'opérer à une échelle plus large, dans une logique régionale (telles que celle développée par le Pôle Mer Méditerranée en France, à travers ses différents groupes de travail) voire macro-régionale ou plus globale à l'échelle internationale.

Cette contribution propose d'évoquer le sujet du rôle des réseaux dans la diffusion, à différentes échelles, des dynamiques d'économie circulaire. Pour cela, cette contribution s'appuie sur un dialogue entre les visions et les expériences de deux réseaux : l'AIVP (Association Internationale Villes et Ports) et l'AVITEM (Agence des Villes et Territoires Méditerranéens Durables).

En tant qu'organisation internationale, l'AIVP rassemble depuis plus de 25 ans une pluralité d'acteurs, publics et privés, impliqués dans le développement des villes portuaires (élus, administrations portuaires, entreprises, universitaires, etc.). Cette diversité d'adhérents lui permet d'être le témoin privilégié des mutations en cours dans les villes et les ports du monde entier : intégration urbano-portuaire, réorganisation mondiale des circuits économiques, défi de l'intégration sociétale, changement climatique et transition énergétique, etc.

Groupement d'intérêt public créé le 3 février 2012 et basé à Marseille, l'Agence des Villes et Territoires Méditerranéens Durables (AVITEM) veut contribuer à relever le défi du développement urbain et territorial par la gouvernance démocratique en Méditerranée. Son objectif principal est de mettre en place un dispositif d'échange d'expérience, d'expertise, de formation et de coopération permettant de promouvoir des démarches intégrées et exemplaires de développement urbain et territorial dans les pays de l'Union pour la Méditerranée. Ainsi, l'Agence répond à une forte demande de coopération de la part des pays méditerranéens portant sur les processus, les outils et les méthodes, permettant la mise en place d'une planification urbaine et territoriale efficace dans un contexte de déconcentration et décentralisation.

L'économie circulaire, ou l'émergence d'un nouveau défi pour les territoires portuaires

Le regard d'un réseau mondial, l'AIVP

Du point de vue de l'AIVP, il est possible de calquer l'émergence de la problématique de l'économie circulaire sur des expériences antérieures, concomitantes à la construction de l'AIVP, qui de manière générale renvoyaient à des situations similaires de non-information. Ce fut le cas notamment à la création même de l'AIVP sur les problématiques d'urbanisme. A cette époque, celle des années 90', la taille des navires entamait réellement sa période de croissance, encore en cours aujourd'hui. Progressivement de nombreux bassins portuaires situés au cœur du tissu urbain se sont trouvés inadaptés du point de vue de leur surface, de leur profondeur, des caractéristiques de leurs quais. De véritables friches portuaires ont fait leur apparition, et les acteurs locaux ont commencé à se questionner sur leur devenir. Or, les territoires étaient confrontés à des situations de non dialogue entre les collectivités locales et les autorités portuaires, avec de réels conflits d'intérêt à la clé concernant le devenir de ces espaces : fallait-il privilégier des projets immobiliers, voire privatiser certains secteurs, ouvrir au contraire ces lieux aux populations, ou encore y réorganiser une activité portuaire différente ? L'AIVP est née de ces questionnements et de la nécessité d'imaginer un lieu de rencontres et d'échanges, neutre, entre les différentes parties prenantes locales. Elle a aussi pour la première fois endossé son rôle de « sentinelle » pour rassembler l'information et la diffuser.

Près de trente ans plus tard, on constate à travers cet enjeu d'économie circulaire une situation assez similaire. Depuis trois ans, les acteurs des territoires portuaires ont besoin d'information, de formations et d'accompagnement sur ce sujet pour déployer ce concept au sein de leur territoire et le rendre opérationnel. De nouveau donc, les acteurs du territoire cherchent à se rassembler et à coopérer autour d'un enjeu commun, celui de la gestion des ressources, dans une logique d'une meilleure connexion port-ville.

Néanmoins, bien que le sujet de l'économie circulaire soit aujourd'hui développé et valorisé dans les réseaux universitaires et les journaux professionnels, tous les territoires portuaires ne sont pas au même stade de la réflexion, et au sein d'un même territoire le niveau d'appropriation du thème par les acteurs est différent. Du point de vue de la circulation de l'information, on se trouve donc dans une situation classique pour toute nouvelle problématique : il existe tout simplement des espaces différenciés qui diffusent des niveaux d'informations différents et qui se complètent pour finalement toucher toute la communauté :

- L'espace précurseur : celui de la recherche fondamentale puis de la recherche appliquée ;
- Le relais professionnel, c'est-à-dire celui de la presse professionnelle et spécialisée ;
- L'organisme professionnel qui ayant assimilé l'information va en faire un enjeu pour les acteurs qu'il représente, et va commencer à initier sur le sujet des échanges, du dialogue puis des actions.

C'est bien entendu à ce niveau que l'AIVP se situe dans son rôle de sentinelle en charge de repérer certaines tendances ou thématiques à l'échelle internationale, avant de les exposer à ses adhérents pour qu'ils s'en saisissent.

Ce sujet de l'économie circulaire en est une illustration, avec de nombreuses initiatives engagées par des adhérents du réseau (précurseurs), dans un délai de trois ans suivant les premières actions de sensibilisation. Force est de constater que le réseau a donc été réactif, et le mouvement s'est amplifié avec la valorisation internationale de ces premières initiatives. L'émergence de cette thématique a aussi coïncidé avec :

- D'une part l'arrivée dans les territoires Ville Port d'une nouvelle génération de décideurs dotés de visions plus transversales et provenant d'une plus grande diversité de cursus de formation qu'auparavant.
- D'autre part, la généralisation de l'utilisation des nouveaux outils de communication, en particulier les réseaux sociaux, qui accélèrent dans un cadre plus informelle la circulation des idées, et les échanges entre acteurs. Cela permet en particulier de mieux anticiper les problèmes d'acceptabilité sociale liés aux projets développés dans les places portuaires, et donc d'accélérer leur concrétisation.

Soulignons toutefois que si aujourd'hui, on semble avoir dépassé la controverse port-ville, les nouveaux enjeux de gouvernance et les nouvelles formes de coopération entre acteurs qu'implique une économie circulaire restent pourtant complexes à appréhender et à concrétiser sur les territoires.

Le regard d'un réseau régional, l'AVITEM

L'expertise de l'AVITEM sur le sujet de l'économie circulaire est en cours de constitution, dans la perspective de son implication dans la diffusion en Méditerranée de la démarche SCP (éco-responsabilité des activités productives et de la consommation). Plus généralement, la mission de l'AViTeM est bien d'explorer et de promouvoir l'ensemble des démarches d'économie territoriale exemplaires en termes de gestion des ressources, logique dans laquelle s'inscrit le champ de l'économie circulaire. L'économie circulaire est ici abordée comme composante d'un modèle durable de développement des territoires. Or,

l'AVITEM, ayant une réflexion sur les conditions du développement territorial notamment dans les zones côtières et portuaires, ne peut que s'intéresser à cette thématique, finalement assez transversale à toutes les thématiques sur lesquelles l'AVITEM travaille. Considérant en effet que la gouvernance territoriale constitue le levier essentiel du développement durable, allant au-delà d'un simple problème technique et financier, l'AVITEM souligne que c'est le modèle de coordination entre acteurs qui est réellement porteur de solutions de durabilité et de changement, en Méditerranée en particulier. Dans cette perspective, la question des échelles de planification et d'intervention est déterminante. C'est pourquoi l'AVITEM s'intéresse à des figures émergentes et notamment celles qui permettent de coordonner (et non pas d'intégrer) pour mettre en relation les différentes échelles : métropole et macro-région. Les stratégies macro-régionales sont ainsi étroitement liées à la capacité des politiques à se coordonner sur un bassin de vie transnational. Les exemples qui font école sur ce point sont les bassins de l'Adriatique et du Danube. La question qui se pose alors est de savoir quelle pertinence et quelle faisabilité cette approche peut-elle avoir en Méditerranée ?

En ce sens, émerge actuellement, une démarche macro-régionale autour de la Mer Adriatique-Ionique (Italie, Grèce, Slovénie, Croatie, Albanie, Bosnie, etc.). Dans cet espace, on observe, d'une part, une démarche inter-gouvernementale qui tente de structurer une région transnationale,et, d'autre part, des projets qui peuvent intéresser l'économie circulaire, autour de l'économie portuaire et de la gestion des ressources naturelles. Ce focus sur une démarche macro-régionale qui est en cours de structuration, pourrait préfigurer une démarche portuaire méditerranéenne, et être diffusée à d'autres espaces regroupant par exemple l'Espagne, le Maghreb, etc. Tous les formats co-existent actuellement :

- Des approches « top-down » intergouvernementales, nécessaires pour structurer des micro-régions éligibles pour l'obtention de fonds européens dans une logique transfrontalière et trans-thématique,
- Des approches « bottom-up » menées par des universitaires, des chambres de commerce, des autorités locales, et régionales, des ports, etc.
- Des approches mixtes mélant « Top-down » et « Bottom-up » basées sur une articulation explicite des démarches entreprises par les acteurs de terrain avec la dynamique inter-gouvernementale.

En Octobre 2013, au sein de la période de programmation 2007-2013, le Programme MED [12] a lancé un appel à propositions portant sur une approche maritime intégrée, inspirée par la stratégie de Croissance Bleu de la Commission. L'objectif de l'approche intégrée maritime du Programme MED est de mettre

[12] Le Programme MED est un outil opérationnel transnational de coopération territoriale européenne, financé par l'Union Européenne comme un instrument de sa politique régionale.

en place un nouveau partenariat pertinent qui contribuera à la mise en œuvre du Programme de coopération MED pour la période 2014-2020 et donc de construire une passerelle entre les deux périodes de programmation. En cohérence avec la stratégie de croissance bleue et le potentiel de développement de l'activité économique marine et maritime, quatorze projets ont été sélectionnés sur les thématiques suivantes :

- L'innovation maritime et de développement économiques (priorité 1), incluant le tourisme côtier et maritime, et l'innovation dans de nouveaux secteurs économiques.
- La protection de l'Environnement (priorité 2), portant notamment sur les sources de pollution d'origine terrestre et maritime, les risques environnementaux et les conséquences du changement climatique pour les zones côtières.
- Le transport et l'accessibilité (priorité 3), basé sur le développement des ports, l'optimisation des connexions et l'interopérabilité des modes de transport maritime.
- La gouvernance et les réponses politiques aux enjeux (priorité 4), notamment à travers la gestion intégrée des zones côtières et la planification de l'espace maritime.

Parmi les projets actuellement développés dans ce cadre, on peut citer par exemple :

- Le projet ENERCOAST (Renewable energies in the marine coastal areas of the Adriatic-Ionian region). Ce projet vise à fournir un état de l'art du secteur de l'énergie renouvelable (systèmes de refroidissement solaire, pompes à chaleur et éoliennes) via une analyse approfondie des données et des solutions techniques et non-techniques pour l'exploitation de sources d'énergie renouvelables (SER) dans les zones marines côtières. Par conséquent, il vise à contribuer à la stratégie de croissance bleue européenne à travers un processus de coopération transnationale dans la sous-région Adriatique-Ionienne.
- Le projet MED-IAMER (Integrated Actions to Mitigate Environmental Risks in the Mediterranean Sea). Ce projet vise à fournir des recommandations sur les actions transfrontalières intégrées nécessaires pour atténuer les risques environnementaux dans la mer Méditerranée. Il propose une analyse critique des mécanismes transfrontaliers existant pour atténuer ces risques, en mettant l'accent sur la coopération et la prévention des conflits, en coopération avec les acteurs régionaux de la Méditerranée occidentale et des écorégions Adriatique-Ionienne.
- Le projet NEMO (Networking for the developMent of maritime tOurism at EUSAIR level). Ce projet porte sur le développement de l'activité touristique et notamment des démarches de diversification d'activité

lancée par des pêcheurs. L'ambition est ici de constituer une approche commune à des territoires italiens, grecs et croates autour de ces démarches de développement local et le tourisme durable.

– Le projet POSEIDON (Pollution monitoring of ship emissions: an integrated approach for harbours of the Adriatic basin). Partant du constat que les ports sont des places importantes pour la croissance économique mais également des sources majeures de pollution atmosphérique, ce projet étudie l'impact sur la qualité de l'air des quatre principaux ports de l'Adriatique et de la mer Ionienne (ports grecs et croates).

Bien que ces projets ne soient pas prioritairement centrés sur le thème l'économie circulaire, ils mettent en jeu des espaces, des acteurs et des thématiques autour de la gestion des ressources qui font fortement écho à l'économie circulaire. L'échelle macro-régionale renvoie à des zones à fort potentiel de développement, étant une combinaison d'espaces bien structurés industriellement et des espaces émergents. Le montage de projets à ces échelles apparait pertinent pour traiter la question de la circulation et de l'utilisation optimisée des ressources, dans une logique dépassant le seul cadre des territoires nationaux.

Quelles évolutions attendues et quelles réponses apportées par les réseaux ?

Les leviers et les pistes d'actions d'un réseau régional, l'AVITEM

L'AVITEM a un rôle à plusieurs niveaux pour accompagner ces dynamiques. D'une part, elle peut être partenaire des projets territoriaux précédemment cités. Elle est par exemple partenaire du projet MEDIAMER, en charge de travaux d'expertise et de la mobilisation des acteurs du gouvernement français. Par ailleurs, elle participe au groupe de capitalisation des travaux maritimes dans le programme MED, qui vise justement à assurer le suivi et les travaux de capitalisation des résultats issus de ces projets. L'AVITEM a ainsi un rôle de fédération des initiatives territoriales, en étant à l'interface entre le fait territorial et l'inter-gouvernemental.

En termes de positionnement avec les autres réseaux, l'objectif est davantage d'être dans une logique de complémentarité et de partenariat, à géométrie variable. C'est le cas par exemple avec la Conférence des Régions Périphériques et Maritimes en Europe (CRPM), avec lequel l'AVITEM travaille dans une vraie logique de symbiose. On constate une vraie émergence d'une culture de coopération en Méditerranée et les démarches macro-régionales ont tendance à « booster » ces phénomènes de coopération. Un thème comme celui de la gestion des ressources figure parmi les sujets fédérateurs, qui demandent

une plus grande coopération, à tous les niveaux, entre une grande diversité d'acteurs. L'économie circulaire est donc de nature à rentrer dans ce champ des sujets fédérateurs à l'échelle méditerranéenne, qui exige une logique de travail partenarial, y compris pour les réseaux comme l'AVITEM.

Le grand défi actuellement, sur ces sujets, est de sortir du discours convenu. Si l'on peut s'accorder sur le fait que l'idée commence à être mieux identifiée et appréhendée par les acteurs de territoires, il convient de rentrer dans une phase où les freins et les avantages sont clairement et davantage mis en évidence. Autrement dit, pourquoi ne voit-on pas davantage de réalisations concrètes sur les territoires alors que tout le monde s'accorde sur le fait que c'est un enjeu (la gestion des ressources) important et stratégique pour la durabilité des territoires ? Si certains acteurs ne rentrent pas encore dans des dynamiques de coopération, quels sont les freins économiques, juridiques, techniques ? Comment sortir de la posture déclamatoire et des bonnes intentions et identifier les leviers pertinents ?

Les leviers et les pistes d'actions d'un réseau mondial, l'AIVP

Du point de vue de l'AIVP, il est notable que depuis le début des années 2000, la problématique environnementale, dont est issue l'économie circulaire, apparaît dans tous les discours : on est ainsi passé d'un sujet de controverse (fin du XXe siècle) à la recherche de solutions communes, chacun admettant que le port ne peut plus faire sans la ville, et que la ville ne peut se passer du port. Dans cette recherche constante d'un juste équilibre Ville Port, un fait nouveau depuis 5 ans est l'arrivée d'un troisième acteur (le citoyen) qui, via les nouveaux modes de communication, réseaux sociaux en particulier, fait valoir sa propre vision du territoire. Le dialogue s'élargit donc entre la collectivité, l'autorité portuaire et le citoyen, ces deux derniers ayant particulièrement besoin de mieux se connaître. Cela a prédisposé à l'émergence ces dernières années des Port Center. Il s'agit d'un phénomène important au niveau des places portuaires, qui vise à la fédération d'une communauté autour du port, afin de donner à la population sa place dans l'avenir d'un territoire. Cela passe par la sensibilisation (beaucoup de gens ne savent pas ce qui se passe dans un port ni ce qui transite par un port) et au développement d'actions visant à la formation objective de la population pour lui permettre d'acquérir sa propre culture portuaire et maritime indispensable pour faire valoir ensuite ses opinions et apporter de nouvelles idées constructives aux débats.

Pour l'AIVP, la multiplication de ces Port Centers est une formidable opportunité pour alimenter le sujet de l'économie circulaire, le rendre concret et palpable par toute la communauté. Ces nouveaux espaces de dialogue peuvent en effet expliquer l'émergence de ces nouvelles pratiques collaboratives par des exemples

simples : mutualisation de services pour amener les gens sur leurs lieux de travail, réseau de chaleur entre le secteur résidentiel ou tertiaire (bureaux) et une industrie du port, collecte et valorisation des déchets banals et industriels, etc. En accompagnant ces nouvelles structures, l'AIVP contribue pleinement à la mise en réseau local des acteurs du territoire, complétant ainsi de façon concrète sur le thème de l'économie circulaire la mise en réseau internationale des villes portuaires.

L'AIVP est par ailleurs en observation en temps réel sur le sujet, à travers un travail constant de veille qui permet de repérer et de relayer des faits nouveaux susceptibles d'intéresser les adhérents du réseau impliqués ou souhaitant développer des démarches d'économie circulaire. Le lien avec la transition énergétique est par exemple particulièrement intéressant à analyser et fait l'objet d'une veille particulière. Toutefois l'économie circulaire ne demeure qu'un thème parmi d'autres, tout aussi centraux, traités par l'AIVP dans son rôle de « sentinelle » de l'évolution des villes portuaires au niveau international. Pour les acteurs souhaitant approfondir ces sujets, l'AIVP les invite à se tourner dans un deuxième temps vers d'autres réseaux plus appropriés compte tenu, soit des thématiques plus ciblées qu'ils couvrent, soit de leur dimension plus réduite, à l'échelle d'un territoire national ou régional par exemple.

Perspectives

En termes de diffusion de l'information et des savoirs, comme en termes de mobilisation des acteurs, un des grands enjeux actuels autour du sujet de l'économie circulaire dans les territoires portuaires demeure, comme évoqué rapidement précédemment, la mobilisation citoyenne. L'essor de cette nouvelle économie sera en effet d'autant plus rapide que la « pression » du citoyen et consommateur final pour l'émergence de produits et services novateurs sera forte. A ce stade, il est tentant de penser que les nouveaux vecteurs d'information peuvent constituer de formidables outils d'échanges et de connexion entre les acteurs portuaires d'une part, et entre ces mêmes acteurs portuaires et la communauté les entourant, conduisant à l'apparition d'une communauté portuaire citoyenne mondiale.

C'est peut-être là un nouveau défi à conduire avec les villes et les ports. Au-delà de les inciter à entamer le dialogue avec la communauté locale sur ce sujet qui touche à la vie quotidienne des populations, contribuer à l'émergence d'une représentation régionale et internationale de ces communautés pourrait structurer ce dialogue et en clarifier les enjeux du point de vue du fonctionnement, de l'organisation et de l'avenir du système portuaire mondial.

CAPSULE PROFESSIONNELLE 14

Des plateformes offshore multi usages comme moyen de développer l'économie circulaire en mer

Présentation du concept et illustration par un cas d'application en Guyane Française

Thomas Lockhart

Directeur des projets de surface
Incubateur de la division Energie et Infrastructure marine
DCNS

& Rémy-Louis Budoc

Directeur de la Prospective et du Développement
Grand Port Maritime de Guyane

Biographies

Thomas Lockhart, *directeur des projets de surface au sein de l'Incubateur de la division Energie et Infrastructure marine de DCNS, dédié à la valorisation des ressources de la mer. Officier de marine par vocation et ingénieur Ecole Navale (promotion 1983), Thomas Lockhart a mené une carrière complète de marin embarqué, ponctuée de trois commandements à la mer (le patrouilleur La Moqueuse à Nouméa, le pétrolier ravitailleur Var et la frégate anti-sous-marine Montcalm à Toulon). Ses seize années de vie embarquée ont été entrecoupées d'un échange dans la Royal Navy au sein de l'Ecole de Guerre Britannique et de plusieurs postes en Etat-Major à Paris, où il a mené de nombreux projets d'innovation dans les domaines des systèmes d'information et de commandement et des drones. Ayant posé son sac à terre en 2011, il œuvre depuis à la préparation de l'avenir au sein des équipes de prospective de DCNS, principalement dans le domaine de la valorisation durable des richesses de la mer.*

Il développe notamment des projets de surveillance des océans, de drones et et l'initiateur du projet des plateformes offshore multi-usages pour accueillir en mer, au sein d'un système fonctionnant en économie circulaire, les implantations industrielles adaptées au développement durable de la croissance bleue.

Docteur en économie-gestion, ancien directeur de l'aéroport Félix Eboué de la Guyane et ancien directeur de l'aménagement du territoire à la Chambre de commerce et d'industrie, **Rémy Louis Budoc** *est membre du Directoire du Grand Port Maritime de Guyane, Directeur de la Prospective et du Développement et Conseiller économique social et environnemental de la République. Membre associé au Centre d'Etude et de Recherche en Economie, Gestion, Modélisation et Informatique Appliquée (CEREGMIA) et membre correspondant élu de l'Académie des Sciences d'Outre-mer (3e section), il est chargé de cours à l'Université de la Guyane.*

Le Port Offshore Multi Usage (POMU), relais de croissance durable en mer

Les mers et océans : une offre considérable en matière d'innovation et de croissance

Les défis sociétaux européens à venir ont incité la Commission Européenne à rechercher vers la mer un relais de croissance durable appelé « Blue Growth » pour satisfaire les futurs besoins en énergie, eau douce, nourriture, engrais, matériaux et minéraux, espaces libres. Comme l'a déclaré en 2014 Máire Geoghegan-Quinn, l'ancienne commissaire européenne pour la recherche et l'innovation, *« Maritime innovation has an enormous potential for our economy, and will help us meet challenges like climate change and food security. Blue Growth is therefore a focus area for Horizon 2020, our new research and innovation programme »*[13]

La stratégie « Croissance bleue » reconnaît que les mers et les océans offrent un potentiel considérable en matière d'innovation et de croissance. Ces moteurs de l'économie européenne doivent contribuer à la réalisation des objectifs de la stratégie Europe 2020 pour une croissance intelligente, durable et inclusive. L'économie « bleue » représenterait 5,4 millions d'emplois et une valeur ajoutée brute de près de 500 Mds d'euros/an. Cette stratégie se compose de trois volets : des mesures spécifiques de politique maritime intégrée (connaissance du milieu marin, aménagement de l'espace maritime, surveillance maritime intégrée) ; une stratégies par bassin maritime, visant à optimiser le dosage des mesures destinées à promouvoir la croissance durable en tenant compte des facteurs climatiques, océanographiques, économiques, culturels et sociaux ; une approche ciblée d'activités spécifiques (aquaculture, tourisme côtier, biotechnologie marine, énergie marine, exploitation minière des fonds marins, etc.).

Force est de constater que cette orientation stratégique à long terme peine à se traduire en projets majeurs, tant en raison de la diversité du monde maritime que de la rude concurrence des autres activités industrielles pour obtenir les soutiens de l'Europe. Ainsi, aucun des sept partenariats public-privé du programme de financement européen de la recherche Horizon 2020, que la Commission Européenne a lancé le 9 juillet 2014, ne concerne la croissance bleue. Il y a cependant possibilité de tracer dans ce cadre une route maritime, en jouant des vents favorables une fois les amers bien identifiés. A cet égard, le cadre du défi 2 du plan de recherche et développement de l'Union Européenne Horizon 2020, nous semble offrir un espace de manœuvre approprié : *« Activities shall focus on cross-cutting marine and maritime scientific and technological challenges*

[13] EUROPEAN COMMISSION (Press release), Brussels, 8 May 2014. "EU eyes oceans innovation as source of sustainable growth »

with a view to unlocking the potential of seas and oceans across the range of marine and maritime industries, while protecting the environment and adapting to climate change. »

L'implantation de procédés industriels en mer et la demande de l'économie circulaire maritime

Ces travaux de R&D vont préparer le développement de l'implantation de procédés industriels en haute mer, pour valoriser durablement les richesses de la mer, en imaginant puis en rendant viables des synergies industrielles organisées en économie circulaire maritime.

Il s'agit principalement des marchés de l'énergie, de la production et de la valorisation en mer de la biomasse marine ainsi que des minerais et sels minéraux, de la logistique de soutien aux activités déjà implantées au large, de la sûreté en mer, voire du tourisme à thèmes pour faciliter l'initiation aux multiples facettes de ce milieu si proche et si mal connu.

Pour la France, nous avons deux atouts majeurs pour participer à cette aventure : d'une part, un patrimoine à valoriser, notamment dans les approches maritimes des Outre-mer et en particulier leurs ZEE de plus 11 millions de km², et d'autre part des filières industrielles d'excellence dans les domaines de la recherche scientifique, l'ingénierie et la construction navale, les infrastructures portuaire, pétrolière & gazière offshore, la transformation des énergies marines durables, les bio-raffineries et des services en mer.

La course à l'appropriation des espaces et fonds marins met en évidence ce mouvement géostratégique pour s'assurer la primauté de l'accès aux ressources, qu'il est nécessaire d'encadrer et d'accompagner pour permettre une mise en valeur pacifique des richesses de la mer. Les récentes directives cadres sur le milieu marin balisent la voie en termes juridiques, mais l'implantation en mer des activités de valorisation des ressources marines passe nécessairement par le développement d'infrastructures garantissant performance économique et respect de l'environnement. Il s'agit de rendre possible la création de zones d'activités en mer suffisamment sûres, autonomes et évolutives pour répondre à la diversité des besoins industriels en mer, en s'interfaçant aisément avec les flux logistiques de l'économie mondialisée.

Les marchés pétroliers et gaziers offshore offrent un étalon pour concevoir et développer ces nouvelles infrastructures. C'est en effet la recherche d'optimisation économique, de mobilité et d'autonomie qui a justifié l'investissement dans des infrastructures en mer plutôt qu'à terre, pour permettre la création d'une activité florissante, particulièrement intensive en ressources et dépendante de flux logistiques. Cependant, les solutions développées pour l'offshore pétrolier ne sont pas aisément transposables à d'autres domaines d'activités industrielles,

sans doute moins immédiatement rentables. Il convient néanmoins de les développer dès maintenant pour qu'elles puissent demain satisfaire, de manière économiquement acceptable, les besoins en ressources issues de la mer, qui permettrons de dépasser l'horizon de la rareté, – sans toutefois remettre en cause l'obligation de faire des choix rationnels – au moment où les ressources à terre seront en voie d'épuisement ou de raréfaction liée, entre-autre, aux changements climatiques.

Approche générique, modulaire et évolutive des marchés de l'économie maritime offshore

A court terme, il s'agit de permettre l'implantation en mer des activités comme le transport et les infrastructures logistiques mais également l'hébergement, la gestion de l'énergie et la sécurité maritime. Sont à prévoir également l'accueil des activités liées à la production et la transformation des ressources marines, comme le dessalement de l'eau de mer, les ressources minières (notamment les terres rares), l'aquaculture multi-trophique (algues, coquillages et poissons), au profit des biotechnologies marines, de l'agroalimentaire ou de la chimie (engrais).

A moyen terme, la logique d'implantation industrielle en mer doit répondre à des enjeux de réduction des coûts de production et de sécurisation des approvisionnements pour des activités où l'énergie et l'eau représentent le tiers des coûts de production (cimenterie bas carbone, papeterie, datacenter, stockage CO_2). Le surcoût du basculement en mer à l'investissement sera compensé en phase d'exploitation par la gratuité des ressources (froid, énergies de la mer), dès lors que le coût complet de production de l'énergie en mer sera devenu compétitif.

Pour tous ces marchés, les trois leviers clés de performance économique et environnementale sont une approche générique, modulaire et évolutive des infrastructures, la transition vers une économie bas carbone et l'implantation d'une économie circulaire « maritime » sur les plateformes.

Les dimensions physiques importantes de ces plateformes devraient permettre de s'affranchir plus aisément des contraintes d'adaptation de la structure générique aux conditions de houles qui sont spécifiques aux emplacements géographiques choisis. En première analyse, que le modèle d'affaire devra confirmer, la taille envisagée de ces plateformes dépasse quinze hectares, ce qui représente un défi pour leur construction, leur acheminement, leur assemblage et leur ancrage, nécessitant plusieurs ruptures technologiques pour y parvenir. Cette implantation doit donc être précédée par une réflexion sur les infrastructures maritimes qui vont héberger ces futures installations industrielles en mer et faciliter l'émergence progressive d'écosystèmes durables. Cette réflexion doit aussi permettre la bonne intégration de ces infrastructures dans un environnement d'une richesse en termes de biodiversité exceptionnelle.

Il s'agit de concevoir des systèmes modulaires flottants et ancrés organisés autour de « briques élémentaires » tirant profit des performances de nouveaux matériaux de construction étanches à l'air et à l'eau, reliées entre elles par des liaisons innovantes, potentiellement élastiques amorties. Le développement de ce type de plateformes de nouvelle génération pour la maritimisation de l'économie, va requérir la mise en œuvre de programmes collaboratifs de R&D, intégrant sphères privées et publiques et conjuguant les talents du génie civil et du génie maritime, pour maîtriser leur construction à coût objectif et réduire les coûts complets de la plateforme, selon des modèles économiques qui tiennent compte des orientations vers l'économie bas carbone que devrait fixer la COP 21.

La volonté politique internationale d'aller progressivement vers une économie bas carbone va offrir en effet un cadre favorable à ces travaux d'innovation, en encourageant l'emploi des matériaux de constructions fabriqués selon des procédés réduisant la production de CO_2 comme les bétons bas carbone ou le recours aux énergies de la mer pour rendre ces plateformes autonomes en énergie.

Pour des aménagements adaptés au large des côtes : l'éco-conception

Les contraintes spécifiques de la vie en mer imposent une démarche systémique d'intégration et d'automatisation de ces procédés à bord de structures flottantes pour que ce système soit économiquement viable, socialement acceptable et avec un impact sur le milieu marin neutre ou porteur d'externalités positives. L'enjeu est donc de concevoir et de développer des infrastructures dans une approche écosystémique, tout en anticipant les changements climatiques. L'éco-conception permet d'intégrer notamment la conservation et la valorisation de la biodiversité marine, la qualité de l'eau et plus généralement, la gestion environnementale globale d'un site, dans tout son cycle de vie. Les principes de l'éco-conception s'appliquent aussi bien aux bateaux qu'aux unités de production en mer... et aux infrastructures littorales et portuaires. L'éco-conception est donc une première étape vers l'adaptation en limitant les impacts sur le milieu et en visant à un bon état général du site traité. Dès à présent, les risques liés aux changements climatiques, en particulier les vulnérabilités aux événements extrêmes, doivent être intégrés dans toutes les conceptions de long terme (projets d'aménagement, d'infrastructures…). L'objectif est d'adapter ces aménagements dans leur conception, leur usage comme dans leur entretien aux aléas climatiques des zones où ils se situent. Une telle prise en compte suppose au demeurant de pouvoir s'appuyer sur des données locales et des échéances opérationnelles.

Le développement d'une culture de l'adaptation doit passer par :

- l'intégration obligatoire du paramètre « adaptation » dans les cahiers des charges, en cohérence avec les réglementations et directives relatives aux politiques d'adaptation, à l'image de ce qui existe dans d'autres domaines (performances énergétiques, eau, zones sismiques...) ;

- un investissement conséquent sur les études amont, calibrées en fonction du cycle de vie des éléments pour tout projet d'envergure (infrastructure, implantation industrielle…). C'est à ce prix que des pertes et des catastrophes infiniment plus onéreuses pourront être limitées dans le futur.

Grâce à une évolution articulée autour de ces axes, la gestion en anticipation devrait progressivement remplacer la gestion en réaction.

L'interdépendance entre les activités sur la plateforme et l'hinterland portuaire

Cette démarche d'intégration systèmique et maritime des activités industrielles à bord d'une infrastructure « offshore » destinée à la mise en valeur durable des richesses de la mer doit être pensée en transposant les usages de l'économie circulaire, pour les adapter aux exigences de la vie en mer au XXIe siècle. Beaucoup de ces usages concernent les domaines de la transformation optimale et du stockage de l'énergie, de la valorisation des co-produits et des déchets ainsi que du traitement de l'eau, qui constituent le triptyque essentiel sur lequel repose l'économie circulaire. Le concept de multi-activités en mer aborde ces notions de consommation sobre et responsable de ressources – énergie, matériaux, eau – et de développement des valeurs d'usage, largement par le recours à l'écologie industrielle. Il propose également de tirer parti de la symbiose entre les activités co-implantées à bord de la plateforme et surtout de l'établissement de relations d'interdépendance durable entre les activités implantées sur la plateforme et dans les espaces portuaires situés sur le littoral adjacent.

L'espace portuaire « est un espace à géographie plurielle, situé à la confluence de réseaux maritimes et terrestres ». Si l'hinterland portuaire est déjà inscrit dans un processus d'urbanisation des espaces littoraux, les zones maritimes sont encore perçues comme un espace monolithique qui a désormais besoin d'être aménagé pour répondre aux enjeux globaux d'optimisation et de valorisation des flux. Cet aménagement doit être conçu dans une logique non de concurrence mais bien de synergie entre les activités et services offerts sur la plateforme, ceux implantés dans la zone viabilisée autour de la plateforme et ceux qui existent déjà à terre.

Cette valorisation des espaces maritimes, pensée dans une complémentarité avec l'économie portuaire, va constituer la principale spécificité de l'économie circulaire maritime.

La nature du projet, ainsi que ses retombées économiques et sociales potentielles, sont à même de mobiliser plusieurs filières industrielles et de générer un nombre significatif d'emplois pérennes au sein de l'économie maritime française. Cette dynamique maritime, qui s'intègre pleinement dans une logique durable de développement économique, est soutenue par le Conseil d'orientation de la recherche et l'innovation pour les constructions et activités navales (CORICAN), le Cluster Maritime Français et le Laboratoire de la *Blue Society*, ainsi que par le Conseil Economique Social et Environnemental.

Ce thème de recherche est inclus dans la stratégie maritime pour l'Atlantique, validée en 2014 par Maria Damanaki, ancienne Commissaire européenne pour la mer. Les projets européens FP7 *Tropos* et *Submariner* ont démontré l'intérêt de ce concept de multi-activités et des initiatives nationales ont d'ores et déjà été identifiées en Allemagne, Espagne, Hollande, Irlande et Norvège pour répondre à cette évolution du monde maritime.

Comme le précise le programme cadre européen pour la recherche et l'innovation Horizon 2020, « *Boosting long-term, sustainable maritime growth and creating synergies across all maritime sectors requires an integrated approach* ». La première étape de cette approche consiste à évaluer l'intérêt socio-économique d'un tel projet dans le cadre d'une application concrète. Ce point va être développé en déclinant le besoin d'avant-port du Grand Port Maritime de Guyane.

Application du concept au projet de port offshore de la Guyane

Une offre offshore adaptée à l'évolution économique et sociale du territoire

La desserte maritime actuelle, pour environ 250 000 hab., est assurée par deux lignes régulières : la ligne océanique (Europe/Guyane/Nord du Brésil) et la ligne « Guyanas » qui permet des liaisons avec les Antilles françaises et Port of Spain (Trinidad-et-Tobago) pour les marchandises transbordées[14]. Sur la ligne Europe vers la Guyane le marché est un duopole monopolistique de fait géré par les accords de « *Vessel Sharing Agreements* » (VSA) passés entre CMA-CGM et MARFRET : pas de concurrence en prix, volumes faibles à l'aller et quasi inexistants au retour. Les prix sont relativement stables mais élevés puisque le fret brut y est de 25 % à 30 % plus cher que sur les Antilles. De plus, les échanges régionaux sont très faibles. Dans ce contexte, le projet d'amélioration des infrastructures portuaires était l'un des chantiers prioritaires du CPER 2007-2013, avec comme objectif de favoriser le désenclavement maritime du territoire : réha-

[14] IEDOM, *Guyane 2013*, édition 2014, p. 113.

bilitation du quai n°1 avec son allongement de 40 m achevé en avril 2011 et reconstruction du quai n°2 en 2014 préalable à la mise en place d'un outillage de manutention verticale performant.

Pour autant, afin d'anticiper les besoins découlant d'un doublement de population à l'horizon 2040[15], ainsi que la possible exploitation pétrolière offshore dans la ZEE de Guyane et au large du Surinam et du Nord-Brésil, le plan stratégique 2014-2018 du GPM Guyane et plus largement le schéma d'aménagement régional 2014 *« recommande d'engager des réflexions et études visant à définir les conditions d'aménagement et de développement du Port de Dégrad-des-Cannes dans un premier temps, d'un nouveau port demain si le besoin s'en faisait sentir (port en eaux profondes) ».*

Il s'agit d'augmenter de manière durable l'attractivité économique de la Guyane:

- en s'adaptant à la massification du transport maritime international et à l'élargissement du canal de Panama ;
- en optimisant les flux logistiques sur le Plateau des Guyanes - Guyane française y compris le port de l'Ouest Guyanais, Suriname, Guyana, États fédérés du Brésil transfrontaliers ou transnationaux par rapport à la Guyane - par le développement des voies fluviomaritimes, en cohérence avec le transport routier ;
- en facilitant les flux logistiques des opérations pétrolières au large des côtes guyanaises.

Pour répondre à ce besoin prospectif de la Guyane de disposer d'une plateforme portuaire adaptée ses évolutions, le GPM de Guyane et DCNS travaillent actuellement à l'étude exploratoire d'une plateforme offshore multi-usages installée au large des côtes guyanaises qui permettra, entre autres, de desserrer la contrainte d'un tirant d'eau à ses quais actuels limité à 7 mètres et de s'adapter à la nouvelle donne maritime imposée par le canal de Panama, avec ses conséquences sur le tracé des nouvelles routes maritimes mondiales. Il s'agit d'identifier plusieurs capacités industrielles qui semblent pertinent d'agréger sur une telle plateforme. Il est également envisagé de créer à proximité de la plateforme, profitant de la « tranquillisation » du plan d'eau, un poste de transbordement au mouillage de produits pétroliers (pétrole raffiné, GPL), miniers (clinker et gypse) ou de fer - provenant du Brésil et destinés à l'exportation -. Ces travaux préliminaires permettent également de prendre conscience des réflexions déjà conduites sur le sujet depuis près de 50 ans par l'État et les collectivités de Guyane.

Les études lancées récemment par le GPM Guyane concernent l'évaluation économique de chacune des activités susceptibles de s'implanter en mer, l'es-

[15] Selon les projections de l'INSEE.

quisse des services offerts par la plateforme et l'impact technico-économique de la co-implantation de ces activités sur la plateforme, l'estimation des revenus, la cartographie des parties prenantes (administration, entreprises, associations), l'identification des conséquences de la localisation de la plateforme dans la ZEE, en dehors des eaux territoriales, la caractérisation de la plateforme et la définition de l'étude de faisabilité, la fonctionnalité,…

Une réponse innovante au besoin de désenclavement maritime

Au moment où le béton est en passe de devenir un matériau de référence comme l'acier pour les infrastructures offshore, le rapprochement du génie civil et du génie maritime permettra d'apporter une réponse innovante à ce besoin de longue date de réaliser le désenclavement maritime de la Guyane. Pour autant, même implantée au large, cette POMU située dans la ZEE française devrait faire l'objet d'une prise en compte au titre de la politique européenne relative aux ports. En effet, dans sa communication de 2007 sur la politique portuaire européenne[16], la Commission a souligné les éléments qui menacent les performances portuaires et les liaisons avec l'arrière-pays, la nécessité de moderniser les ports tout en respectant l'environnement, le manque de transparence dans l'utilisation des fonds publics, les restrictions de l'accès au marché et les questions relatives à l'organisation du travail dans les ports. Le Livre blanc sur les transports de 2011 et l'acte pour le marché unique II ont mis l'accent sur la nécessité de disposer d'infrastructures portuaires bien connectées, de services portuaires efficaces et fiables et d'un système transparent de financement des ports. Dans sa communication sur *« Les ports : un moteur pour la croissance »*, la Commission européenne fait le point sur la politique portuaire européenne et recense une série d'actions de l'Union européenne nécessaires pour exploiter davantage le potentiel des ports dans les domaines suivants : relier les ports au réseau transeuropéen ; moderniser les services portuaires ; promouvoir le dialogue social ; améliorer le profil environnemental des ports et encourager l'innovation.

La transition vers un modèle économique circulaire, inscrit dans une temporalité tournée vers le long terme, doit être valorisée dans ce type de projet. Le texte de loi sur la transition énergétique introduit que *« la recherche d'une économie circulaire tend à une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires ainsi qu'à la réutilisation, en priorité, des matières premières secondaires. La promotion de l'écologie industrielle et de la conception écologique des produits, la prévention des déchets et polluants, la coopération entre acteurs économiques à l'échelle territoriale pertinente, le développement des valeurs d'usage et de partage des produits et*

[16] Commission européenne, *Communication sur une politique portuaire européenne*, COM(2007) 616 final, 18 octobre 2007.

de l'information sur leurs coûts écologique, économique et social, contribuent à cette nouvelle prospérité » 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. 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.

D'ores et déjà, les réflexions déjà conduites sur le sujet par l'Etat et les collectivités de Guyane ont permis d'identifier plusieurs capacités industrielles qui semblent pertinent d'agréger sur la POMU au large des côtes guyanaises. En effet, avec le projet POMU, véritable zone portuaire industrielle flottante, la Guyane pourrait devenir un carrefour maritime en Atlantique. La plateforme offshore multi-activités pourrait être construite à partir de 2020. Le budget devrait être supérieur à 1 milliard d'euros. A l'horizon 2020-2025, la POMU pourrait abriter : un hub-conteneur de 15 hectares capable de traiter plus de 200 000 conteneurs par an et un terminal Ro/Ro, un terminal de soutien logistique pétrolier (4 à 6 hectares), un chantier d'entretien de navires (environ 2 hectares), un centre de recherche et de développement marine et une zone pour les professionnels de la mer et de la pêche, un point d'appui pour les navires de l'action de l'État en mer déployés dans les approches guyanaises. D'autres activités pourraient également prendre place sur la POMU comme de l'aquaculture, l'exploitation de l'énergie thermique des mers et du courant à l'extrémité du talus continental, ou encore, un poste de transbordement au mouillage de produits pétrolier ou minier.

Une étude de préfaisabilité est en cours afin de préciser ces éléments. Les principales priorités aujourd'hui sont d'identifier les besoins et les enjeux socio-

culturels, afin de rédiger le cahier des charges et d'évaluer l'impact économique et environnemental. De plus, cette plateforme sera positionnée en eaux profondes, ce qui implique de choisir avec soin son statut juridique ainsi que celui des activités qui y seront menées. Les conclusions socio-économiques de cette étude de faisabilité sont attendues pour l'automne 2015.

Chapitre conclusif

Questionner l'économie circulaire et l'écologie industrielle dans la stratégie portuaire

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

Juliette Cerceau
Chercheur associé
UMR PACTE
Alès - France

Yann Alix
Délégué Général
Fondation Sefacil
Le Havre - France

Biographies

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.

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 capabilité collective.*

Depuis novembre 2010, **Yann Alix** *occupe le poste de Délégué Général de la Fondation SEFACIL, laboratoire d'idées prospectives sur les stratégies maritime, portuaire et logistique. Il a fondé et dirige la collection* Les Océanides *de la fondation SEFACIL. Après* Les corridors de transport *(2012),* La logistique et le transport des vracs *(2013),* Port-City Governance *(2014). Pour un téléchargement gratuit des textes :* www.sefacil.com

Titulaire d'un PhD de Concordia University (1999) et d'un doctorat en géographie des transports de l'Université de Caen en France, Yann Alix développe des analyses opérationnelles sur les stratégies managériales des opérateurs maritimes et portuaires internationaux. En octobre 2015, Yann Alix a signé avec Dr. Emmanuel Groutel Le temps du bois – Note prospective et stratégique, production soutenue par l'AFD et document de référence du Forum mondial des bois tropicaux de l'ATIBT 2015. Pour 2016, Yann Alix travaille sur un recueil d'histoires courtes maritimes et portuaires à publier chez EMS Editions.

Yann Alix agit également en qualité de Business Development Manager chez SOGET SA, en particulier sur les marchés émergents africains et sud-américains. Pour le compte de SOGET SA, il a publié en 2014 un livre blanc intitulé L'avenir sera fluide.

Des questionnements communs

Cet ouvrage a permis de souligner l'intérêt des visions d'économie circulaire et d'écologie industrielle, dans leurs différences et leurs complémentarités, intervenant dans le développement des territoires portuaires à travers le monde. Le but n'était pas ici de recenser et de décrire l'ensemble des initiatives actuellement menées dans ces territoires à l'échelle internationale mais bien, à travers chacune des 25 contributions présentées dans cet ouvrage, de prendre du recul quant à ces démarches, leurs dynamiques, leurs succès et leurs limites. Ceci dans l'optique de mettre en évidence des leviers et des freins, des enjeux et des défis établis sur la base d'une confrontation directe aux problématiques de gestion des ressources au sein de ces territoires et consolidées par un dialogue continu avec différentes parties prenantes impliquées sur ces territoires. Il convient en effet de rappeler un des caractères spécifiques de ces territoires, celui de concentrer une grande diversité de flux de matières et d'énergie, mais également d'acteurs, dont la temporalité d'action et de vision stratégique peut demeurer sensiblement différente.

Dans ce contexte, ces territoires (à travers leurs décideurs : élus, autorités portuaires, chefs d'entreprises, etc.) sont confrontés à l'impérieuse nécessité de constamment adapter leur trajectoire (logique réactive) pour faire face aux facteurs extérieurs conjoncturels ou structurels et de continuer à s'engager (logique proactive) sur des opérations et des investissements (dans des filières, des équipements et des infrastructures lourdes, des aménagements fonciers de grande ampleur, etc.) qui se jaugent dans le « temps long » et qui sont intrinsèquement porteurs d'une certaine forme d'inertie (on ne construit ou on ne déconstruit pas une darse portuaire ou une plateforme de transport multimodal en un mois).

L'intégration de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle dans les stratégies des parties prenantes portuaires (autorités portuaires, collectivités, entreprises, etc.) ne doit donc pas être uniquement considérée comme une opportunité offerte par un outil supplémentaire au service de la compétitivité et de l'attractivité de ces territoires. Elle se doit de questionner, dans ses fondements mêmes, le modèle de développement et d'aménagement des métropoles portuaires à venir. En effet, selon un scénario tendanciel et globalement observé à l'échelle internationale, ces territoires vont devoir dans les décennies à venir à la fois absorber une croissance démographique significative et articuler toujours plus de confits d'usages des ressources (eau, énergie, foncier, etc.) inhérents à une densification de ces espaces (proximité et concurrence entre activités industrielles, touristiques, milieux urbain et agricole et espaces naturels sensibles). Plus de 50% de la population mondiale vit aujourd'hui dans des régions urbaines (Seto *et al.*, 2012). Les villes, polarisant les principales sources de production, de consommation et de génération de déchets, participent aux défis environnementaux globaux tels que la rupture des cycles biogéochimiques, les dérèglements climatiques ou les pertes irréversibles de biodiversité (Grimm *et al.*, 2008).

Selon Feng *et al.* (2013), les régions urbaines sont ainsi responsables de 80% des émissions de gaz à effet de serre générés par l'activité humaine. De ce fait, les villes jouent un rôle crucial dans la détermination des trajectoires socioécologiques des nations, et en particulier des tendances en termes de consommation énergétiques et d'émissions de CO_2. Les espaces urbains constituent donc un enjeu fort. En 2010, 65% des villes dans le monde ayant une population supérieure à 1.3 millions d'habitants sont localisées le long des littoraux (Vallega, 2001). D'ici 2030, cette concentration urbaine le long des zones côtières devrait se renforcer, en créant de vastes conurbations côtières (Seto *et al.*, 2012) au sein desquelles les ports continueront à jouer un rôle majeur dans la globalisation des échanges, comme en attestent les exemples chinois présentés dans cet ouvrage. La métropolisation littorale des territoires économiques émergents oblige également à repenser l'aménagement et la planification des territoires sur le long terme (Alix & Daudet, 2014a). La

conflictualité entre espaces portuaires et espaces métropolitains fait déjà partie des enjeux majeurs que les pouvoirs publics doivent anticiper et assumer comme en Afrique subsaharienne (Alix & Ikambouayat Ndeka, 2014). Près d'un milliard de nouveaux urbains africains en 2050 signifie évidemment que les espaces littoraux et les territoires portuaires seront le théâtre de très forts antagonismes.

Une telle croissance démographique questionnera la capacité de ces territoires à traiter et à valoriser des flux de matières et d'énergie en quantité croissante. Ils devront également faire face aux conséquences du pic pétrolier et de la diminution progressive des énergies fossiles et anticiper une reconversion nécessaire des activités traditionnelles notamment pétrochimiques aujourd'hui structurantes dans le paysage industrialo-portuaire. Ces constats ne vont pas d'ailleurs sans questionner la résilience des synergies éco-industrielles aujourd'hui développées, au sein des complexes industrialo-portuaires, et donc la durabilité des stratégies d'écologie industrielle aujourd'hui adoptées : à l'heure de la transition énergétique, que penser en effet de la durabilité et de la résilience d'échanges de flux entre des entreprises et une centrale à charbon approvisionnée par camions depuis de lointaines mines de charbon ? A l'heure de la réduction des déchets, que penser également de l'extension d'un réseau de chaleur industriel alimenté par les excédents thermiques d'un incinérateur demandant un seuil minimal de déchets pour assurer sa viabilité technico-économique ? Doit-on se réjouir ou s'inquiéter des rotations maritimes qui transportent chaque semaine les conteneurs spéciaux de déchets ménagers depuis le Grand Londres vers des unités de valorisation localisées en arrière des terminaux maritimes du port… d'Amsterdam ? Que signifie une stratégie d'écologie industrielle vertueuse et poussée sur un site industriel si celle-ci ne re-questionne pas en filigrane le modèle usuel de captation des ressources sans cesse exponentiel, dans les mines notamment ?

Ainsi, les grandes transitions à venir sur les territoires industrialo-portuaires en viennent également à questionner les choix faits en matière d'économie circulaire et d'écologie industrielle à l'échelle globale dans les pays industrialisés sans occulter les cas si particuliers des pays émergents.

Cet ouvrage a tenté de montrer, à travers cet échantillon de témoignages et contributions venant de tous horizons, la diversité d'acteurs s'intéressant à ces questions d'écologie industrielle et d'économie circulaire au sein des territoires portuaires, qu'ils soient de petites tailles ou de grandes tailles, en situation continentale ou insulaire. Ce chapitre conclusif nous donne donc l'occasion d'interpeller la mise en œuvre de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle dans les territoires portuaires à travers quelques questionnements qui nous semblent aujourd'hui structurants :

- **Evolution ou révolution :** l'économie circulaire et l'écologie industrielle, telle qu'elle est appliquée au sein des territoires portuaires contribuera-t-elle à un véritable changement de paradigme économique, énergétique, sociétal ?

Contribuera-t-elle à une plus grande forme de maturité et à une plus grande résilience des territoires portuaires face aux défis actuels et à venir ?

- **Vers une nouvelle gouvernance multi-scalaire ;** ces nouveaux modèles de développement auront-ils pour condition ou conséquence de repenser les modalités de coopération et de gouvernance entre acteurs au niveau local, régional, national et même international, pour une optimisation de la gestion des ressources ?

Evolution ou révolution ?

Trajectoires socioécologiques des territoires portuaires : vers une société à bas carbone

Adopter le point de vue d'une économie circulaire et d'une écologie industrielle basées sur la capacité de valorisation et de recyclage au sein des espaces portuaires, c'est donc ne pas perdre de vue la question de la durabilité et de la résilience des approvisionnements structurants à l'origine des symbioses industrielles. C'est affirmer que la transition écologique de ces espaces métropolitains ambitionne d'atteindre une plus grande « maturité » en termes de gestion des ressources, en s'appuyant sur une ouverture et une collaboration croissantes par des échanges toujours plus denses de flux immatériels (informations, partages d'expériences, etc.) avec les espaces limitrophes ainsi qu'avec d'autres places portuaires. Co-existe ainsi une dualité d'initiatives pouvant se revendiquer plutôt d'approches d'écologie industrielle et d'autres plutôt d'une économie circulaire :

- L'économie circulaire correspond à une approche macro/globalisée, qui tend à remettre en cause la notion de proximité propre à la symbiose industrielle locale en s'affranchissant plus aisément de la notion de distance, notamment via l'aspect de la logistique maritime. Le territoire portuaire se retrouve mis au service d'une approche stratégique nationale en termes de gestion des ressources qui renvoie au métier premier du port et des entreprises portuaires (gérer et générer des flux, d'où qu'ils viennent et où qu'ils aillent). Cette approche stratégique nationale tend à « instrumentaliser » le territoire portuaire.

- L'écologie industrielle et territoriale correspond à une approche meso-micro/territorialisée qui renvoie à la notion de proximité propre à la symbiose industrielle locale et à l'importance de la proximité « cognitive » (institutionnelle) entre les parties prenantes du territoire. Cette approche s'inscrit davantage dans une logique de gestion locale des ressources au service du territoire, ce qui correspond à l'optique première des collectivités

publiques locales (gérer et générer de l'emploi et des richesses localement et limiter les impacts en termes de rejets locaux). Intégrant davantage la problématique d'intégration port-ville, d'appartenance territoriale et de paysage, l'écologie industrielle est ainsi mise au service du développement territorial.

L'analyse historique des trajectoires socioécologiques des territoires portuaires, en Europe et en Asie notamment, met en évidence un enchaînement plus ou moins rapides de régimes et de transitions qui se manifestent notamment par des phases de déconnexion et de reconnexions successives entre le port et son territoire d'ancrage dans ses dimensions urbaine et agricole notamment (Mat *et al.*, 2015). Ainsi, si dans un premier temps de développement portuaire, le système portuaire a été amené à se déconnecter spatialement, fonctionnellement et administrativement des systèmes urbains et agricoles, par la création de vastes zones industrialo-portuaires hors des villes par l'Etat, nous entrons aujourd'hui dans une phase de reconfiguration spatiale et administrative qui tendrait à renouer les liens physiques et informationnels entre le monde urbain, le monde portuaire et le monde agricole.

L'écologie industrielle est alors considérée comme un levier pour cette reconnexion du Port et de son territoire d'ancrage, dans une transition vers une meilleure gestion des ressources, par une densification des interactions entre parties prenantes des territoires portuaires et donc une complexification du système territorial. Concernant la dimension énergétique, il ressort que les processus de transition et de complexification ne semblent pas impliquer un changement profond (du moins à moyen terme) en termes d'infrastructures, mais un changement en termes de sources d'énergie primaires (diversité), en s'appuyant davantage sur les gisements locaux non exploités (ressources naturelles telles que la biomasse, le solaire, l'éolien, etc.) ou perdus (chaleurs fatales, rejets industriels et agricoles, etc.), les infrastructures et les compétences pré-existantes localement (Mat, 2015).

Par ailleurs, comme le montrent les exemples de Ningbo ou de Marseille, on constate quasi-systématiquement sur la dernière décennie un processus de redéfinition du territoire, dans une logique de métropolisation, qui entraîne un changement d'échelle à la fois dans l'appréhension des enjeux et dans la déclinaison des actions et des stratégies d'adaptation, dans une logique notamment de reconnexion et d'agglomération des différents sous-systèmes fonctionnels constitutifs du territoire. Cette même tendance de « métropolisation », notamment autour de l'enjeu de gestion des ressources, s'observe dans d'autres places portuaires comme à Barcelone ou à Amsterdam, où le port devient un élément clé d'un système territorial élargi et de la bio-économie (Jong, 2014).

Il apparaît en effet aujourd'hui nécessaire d'articuler 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 ; Alix & Daudet, 2014b). Concernant ces derniers, les exemples opérés sur les axes fluviaux de la Seine (Haropa), du Rhône (Rhône-Médian) ou de Straubing mettent en lumière cette autre logique de raisonnement et de coopération à l'échelle d'axes ou de zones économiques cœur de territoires. A travers ce processus de métropolisation des stratégies et des actions constaté sur différents territoires d'études en Europe et en Asie, les territoires industrialo-portuaires accentuent leur dimension de système complexe, et semblent donc en mesure de se développer d'une manière différente en s'appuyant sur de nouvelles dynamiques de coopération entre parties prenantes locales (en augmentant la connectivité, à savoir le nombre et la diversité d'interactions), tout en restant des systèmes territoriaux naturellement ouverts (de par la composante portuaire notamment). Les dilutions et diffusions spatiales le long d'axes logistiques ne sont pas sans soulever d'autres problématiques d'ordre politique, stratégique, réglementaire, juridique ou encore fiscal (Willemsen, Alix & De Monie, 2012). La superposition des strates de la gouvernance publique par exemple complexifie souvent les schémas de décision, et rend parfois impossible le déploiement d'une vraie politique structurée et structurante sur de vastes territoires géographiques (Alix & Willemsen, 2013).

Si on compare ces dynamiques au fonctionnement naturel des écosystèmes, on pourrait questionner la relation entre ce processus de complexification du système territorial et la capacité de développer un plus grand niveau de résilience du système d'étude (Mat, 2015). Avec l'écologie industrielle et l'économie circulaire, les parties prenantes des territoires portuaires font le pari que l'augmentation de la complexité des systèmes portuaires et la recherche de fixation d'activités économiques diverses contribueront ainsi à un maillage des territoires et de fait à une augmentation de la stabilité du système dans lequel la création de valeur est basée dans tous les cas sur des échanges matériels et économiques (utilités, etc.).

Dès lors, c'est parier que ces systèmes auront pour enjeu de passer d'un stade « juvénile » (caractérisé par une croissance continue des flux et des échanges) à un stade « mature » pour gagner et conserver leur équilibre, et devront ainsi concentrer une grande part de leur énergie au maintien de leurs infrastructures matérielles et immatérielles existantes. Dans un stade juvénile, les énergies fossiles, comme le charbon et le pétrole, ont été utilisées pour nourrir la croissance exponentielle des systèmes ville-port. Dans un stade de maturité, l'énergie fossile sera progressivement et partiellement remplacée par les énergies renouvelables et la densification des interactions énergétiques entre les composants du système augmenterait, afin de maintenir le système industrialo-portuaire dans un état stable. A noter que dans ce scénario, le

carbone, et au premier chef le CO_2, deviendrait une véritable ressource et non plus seulement un déchet polluant et coûteux.

En effet, la fabrication de gaz méthane de synthèse issu du processus de méthanation lierait la filière Hydrogène (et énergies renouvelables pour sa production) et les rejets de CO_2 industriels dans une logique de production d'énergie locale, qui s'appuierait sur les infrastructures pré-existantes (réseau de gaz naturel notamment). La transition énergétique ne consiste donc pas à faire table rase du passé et de nos équipements actuels. Elle cherche au contraire à capitaliser sur ces infrastructures et ces savoir-faire existants pour évoluer vers un système économique plus vertueux écologiquement (à la fois moins consommateur de ressources naturelles et moins générateur de polluants) basé sur une plus grande mise en circularité des ressources utilisées au sein du système (boucles de recyclage, mutualisation de services et d'équipements, etc.). Pour autant, il est encore difficile de concrètement identifier et caractériser quels sont les signaux préalables pouvant indiquer ou laisser présager de la réelle retombée de cette évolution en termes de résilience et de durabilité des territoires portuaires.

Une évolution nécessaire du modèle traditionnel des ports pour accompagner ce mouvement des territoires vers une meilleure gestion des ressources

Adopter le point de vue d'une économie circulaire et d'une écologie industrielle, c'est donc potentiellement soutenir que les espaces portuaires compétitifs, efficaces et résilients de demain ne seront peut-être plus nécessairement ceux qui font transiter les plus importants tonnages de flux (indicateur prépondérant actuellement utilisé pour jauger de la performance comparative d'un port) mais pourquoi pas ceux qui s'appuieront davantage sur une diversité d'activités et une connectivité notamment locales ou régionales accrues par la multiplication d'échanges de sous-produits, de services et d'utilités entre les acteurs portuaires, urbains, industriels et agricoles.

Il est paradoxal de constater que les autorités portuaires investissent aujourd'hui ce sujet de l'écologie industrielle alors même qu'il risque d'avoir pour conséquence, dans certains cas certes, d'augmenter les flux transités par le port (source principale de revenus de l'autorité portuaire) notamment en permettant des massifications de gisements (dans les territoires insulaires par exemple), mais aussi parfois, au contraire de limiter les input/output opérés par le port. C'est à partir de ce paradoxe que l'on comprend que le port (autorité portuaire) ne peut pas être le seul acteur de ces démarches d'écologie industrielle et d'économie circulaire. En fonction des thématiques et des flux considérés (énergie, eau, matières), les réponses et les stratégies doivent s'accommoder d'une logique

multi-scalaire (locale, nationale et internationale), multi-acteurs et multi-critères. La problématique de la déconstruction navale en est une illustration type.

L'innovation doit porter les décideurs portuaires sur la voie (encore) non-démontrée de la pertinence du modèle économique et financier d'une stratégie à long terme d'économie circulaire industrialo-portuaire. Quand l'autorité du port de Rotterdam fait appel au Club de Rome – *Climate Programme* pour analyser ce que pourrait (et devrait) être le Port de Rotterdam en 2100 (Port of Rotterdam Authority, 2013), l'objectif ne réside pas dans le fait d'avoir des réponses mais bien dans la certitude de poser les bonnes questions sur le devenir portuaire à long terme. Par-delà les trajectoires prospectives, un postulat annonce d'emblée que le changement de paradigme énergétique doit être au cœur de la réflexion portuaire et énergétique d'après-demain. Le titre du rapport est en tout point explicite : *Updating the future. The next steps in becoming the sustainable global port, using scenarios from Limits to Growth.*

Le lancement de chantiers prospectifs passe notamment par la réflexion sur la mesure : mesure de la performance des ports, mesure de la performance énergétique, mesure de la performance de la planification territoriale, etc. L'outillage méthodologique de la mesure reste un défi de grande envergure pour asseoir les fondements économiques de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle. Le travail de l'OCDE sur la mesure de la compétitivité des grandes villes portuaires apporte d'intéressantes pistes de réflexions méthodologiques (OCDE, 2013) ; (Merk & Dang, 2013) ; (Merk, 2014).

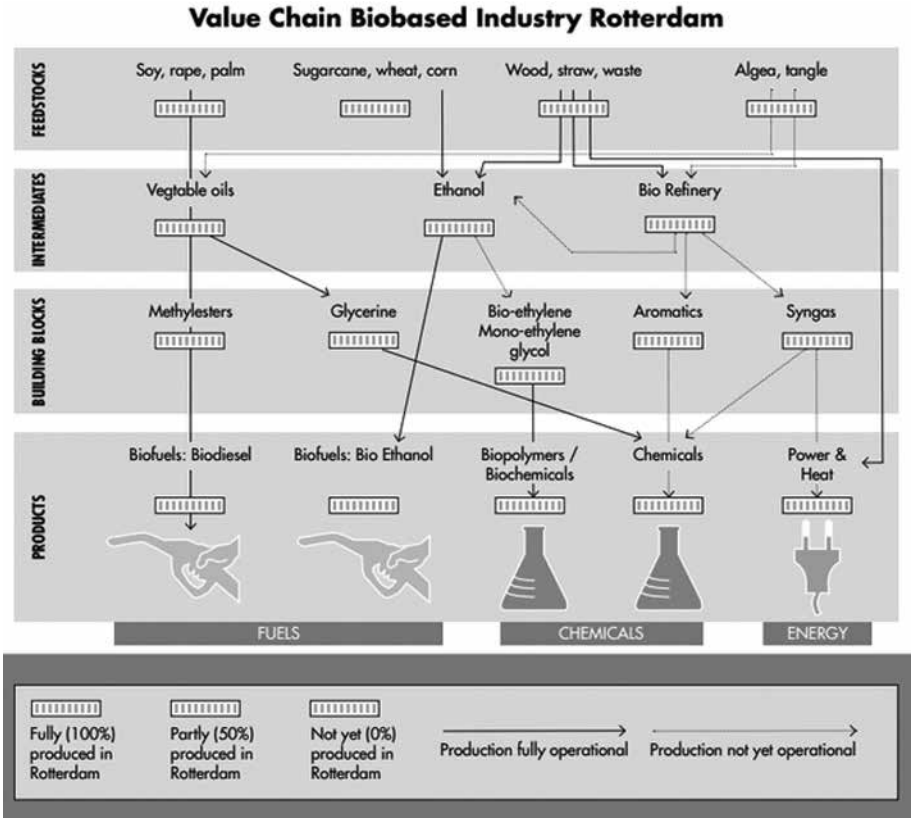
Les chercheurs accompagnent des démarches du genre de celles de Rotterdam mais sans pour autant proposer la boîte à outils fonctionnelle qui permettrait de disposer des bons référents pour faire la démonstration du bienfondé d'une telle projection industrialo-portuaire. Un pan entier de la recherche fondamentale doit répondre aux questionnements sur le calcul scientifique des dividendes qualitatifs et quantitatifs d'un tel changement de paradigme industrialo-portuaire. Les dimensions systémiques et pluridisciplinaires rendent particulièrement complexe l'édification de référentiels méthodologiques standardisés. Chaque écosystème portuaire s'inscrit dans un particularisme difficilement modélisable. Les multiples exemples de cet ouvrage collectif apportent en soi un début de réponse car tout à chacun cherche à faire la démonstration de l'efficacité de la pratique ou de la stratégie. Mettre en perspective de manière scientifique toutes ces initiatives pour affiner les méthodes de calculs et les hypothèses de travail constitue en quelque sorte une feuille de route simple.

Effectivement, l'heure n'est plus aux atermoiements stratégiques et politiques. Le port de Rotterdam demeure le premier port d'Europe depuis maintenant plus d'un quart de siècle et ses décideurs ne semblent pas vraiment se poser la question de « l'après pétrole » dans sa trajectoire industrialo-portuaire. Le pragmatisme Batave est éprouvé. Economie circulaire et écologie industrielle

apparaissent déjà comme les substrats d'une nouvelle manière de penser la génération de valeur, de services et d'emplois portuaires. En 2014 est lancée le RCI (Rotterdam Climate Initiative) qui corrèle avenir des trafics portuaires avec un soutien fort aux filières des bio-carburants dans un contexte de tensions croissantes sur les ressources naturelles (Figure 1).

Les volumes et les quantités de trafics n'apparaissent pas comme l'objectif de la démarche initiale qui semble plus se justifier par des argumentaires scientifique et éthique sur les valeurs qui seront mobilisées par la communauté portuaire élargie de la métropole portuaire de Rotterdam. Une fois encore, la démonstration scientifique du bienfondé du changement exige l'invention d'indicateurs sociaux, environnementaux et énergétiques. Le tout s'inscrit dans un développement inclusif vertueux *glocal* où la recherche et le développement, la société civile et les habitants de la ville de Rotterdam sont parties prenantes intégrées (Vries, 2013).

Figure 1 : Un modèle de développement basé sur une corrélation entre trafics portuaires et bio-économie



Evolution ou révolution des pays émergents : ne pas manquer l'opportunité historique de devenir les laboratoires de croissance du futur

Le cas des pays émergents doit faire l'objet d'une réflexion sur la question de l'évolution, voire de la révolution nécessaire de leur modèle de développement pour ne pas manquer le tournant historique ouvert par l'écologie industrielle et l'économie circulaire. L'analyse comparative des trajectoires socioécologiques de ports en France et en Chine (Mat *et al.,* 2015) met en évidence la capacité des principales places portuaires de pays émergents à connaître de manière accélérée les mêmes régimes et les mêmes transitions successives en termes de développement industriel, de planification urbaine et de mix énergétique qui ont fait l'histoire des places portuaires européennes sur près d'un siècle. Or dans quelle mesure de nouveaux modèles de développement industrialo-portuaire, basés sur une gestion optimisée des ressources, ne pourraient-ils pas naître de sociétés qui ne sont pas nécessairement passées par le schéma classique de la révolution industrielle et post-industrielle ?

En définitive, des boucles de circularités économiques et écologiques pourraient voir le jour dans des contextes portuaires peu comparables avec ceux connus dans l'Occident. Les places portuaires des pays émergents (en Afrique, Asie, Inde, Amérique du Sud) pourraient ainsi devenir les laboratoires pour de nouveaux modèles de développement affranchis d'un héritage industrialo-économique qui contraint une révolution totale des pratiques. Or, les développements projetés actuels, particulièrement en Inde, au Brésil ou sur le continent africain ne présentent aucun signe tangible d'un changement de paradigme. Les mêmes recettes de l'Occident sont dupliquées avec des projections infrastructurelles qui n'anticipent que très rarement les potentiels connus et avérés de l'écologie portuaire industrielle. Que l'on soit sur le complexe industrialo-portuaire de Kribi au Cameroun ou dans l'extension des installations énergétiques de la grande métropole indienne de Mumbai, aucune co-production fonctionnelle ou mutualisation énergétique n'anime la planification stratégique des futures opérations.

Pire encore, les nouveaux paradigmes industrialo-écologiques des « pays riches » n'ont que très peu d'échos dans les sphères politiques. Les montages économiques et financiers relèvent de logiques dites classiques, avec des calculs de tonnage, de rendement, de valeurs, d'emplois, etc. L'efficacité énergétique, les bilans environnementaux, l'optimisation des performances écologiques n'entrent pas dans les discours et les pratiques. Pourtant, à titre d'exemple, ces méga-installations portuaires vont invariablement entrer en concurrence pour la consommation d'électricité avec les populations riveraines. La gestion des déchets et des pollutions induites par les activités industrielles n'est pas inscrite dans le développement local. La transformation et la valorisation des matières

premières extraites des sols et sous-sols commencent seulement à générer des cycles vertueux d'optimisation. C'est le cas des produits pétroliers du Golfe de Guinée ou des bois tropicaux en République Gabonaise. Des synergies éco-industrielles tentent de voir le jour dans une intéressante collaboration entre toutes les parties prenantes publiques et privées. Cela reste trop peu systématisé et largement sous-estimé cependant.

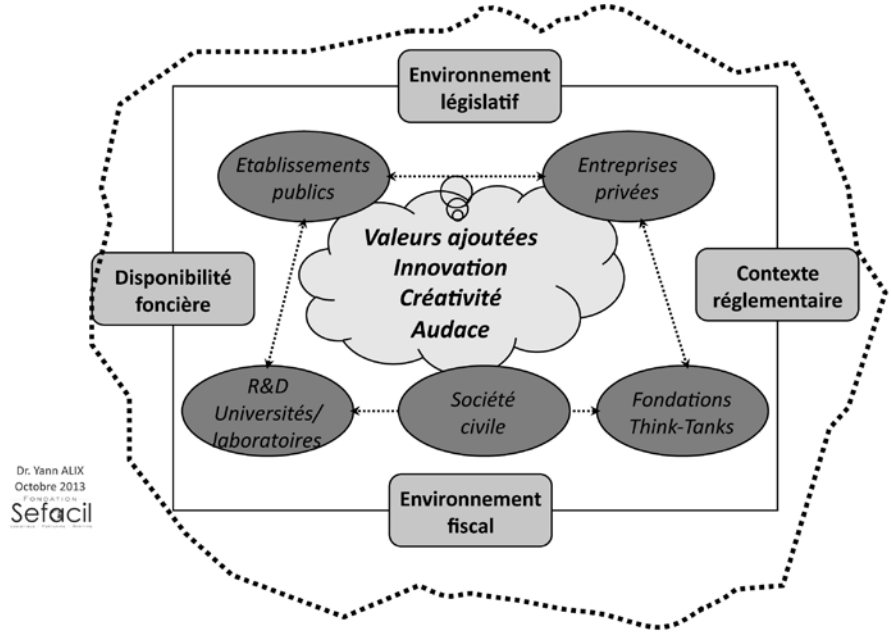
A la fin des années 2000, les autorités portuaires de Téma au Ghana, premier port du pays et porte d'entrée de la capitale Accra, ont mis en place une politique environnementale pour une meilleure intégration de la gestion des déchets urbains et portuaires (Galley, 2010). Cette initiative relevait à l'époque d'une urgence car les populations riveraines utilisaient les espaces portuaires comme des décharges à ciel ouvert. Les rejets issus des activités portuaires portaient aussi atteinte à la santé publique des populations pauvres vivant aux contacts immédiats des terminaux. La gestion des déchets constitue un exemple aussi actuel que sensible et porteur où les apports industriels et organisationnels de l'économie circulaire doivent être anticipés. Or, ce cas pratique Ghanéen met en évidence que nous restons encore dans des schémas réactifs pour pallier des carences plutôt que dans des postures anticipatives.

Les leçons de la Silicon Valley de Bengalore en Inde n'ont pas été entendues par la plupart des planificateurs portuaires des Nations émergentes. Pourtant, les écosystèmes portuaires sont au cœur des politiques de développement des Etats émergents. Malheureusement, rien ne tend à prouver que l'économie circulaire et l'écologie industrielle soient réellement considérées par les décideurs, les financeurs et les opérateurs.

Vers une nouvelle gouvernance multi-scalaire et multi-acteurs ?

De nouvelles approches macro-portuaires nécessitent d'associer la société civile, les universités et leurs laboratoires, les fondations et autres thinks-tank dans une démarche multi-acteurs et multi-scalaires (Figure 2).

Figure 2 : Schématisation d'un écosystème portuaire fécond



Source : Alix et Lacoste, 2013.

Les dynamiques d'écologie industrielle et d'économie circulaire n'échappent pas à ce constat. A l'échelle internationale, cette gouvernance multi-acteurs élargie prend de multiples formes (groupements d'intérêt économique, associations, clubs, etc.) et de multiples noms (Circularity Center, Eco-center, etc.). On peut néanmoins regretter que les citoyens soient intégrés dans une moindre mesure dans les projets d'écologie industrielle à l'échelle locale. Car l'avènement et le déploiement de nouveaux services énergético-portuaires passent nécessairement par l'explication et l'implication de ces *Acteurs-Consommateurs-Citoyens* (ACC) (Alix & Daudet, 2013). Les débats publics, dont certains intègrent des questions liées à l'économie circulaire et à l'écologie industrielle ont permis d'ores et déjà d'avancer dans la bonne direction. Les réseaux ludiques et ouverts comme les Port Center constituent une autre pierre à l'édifice progressif et progressiste d'une conscience citoyenne à l'égard d'un écosystème métropolito-portuaire producteur de bien-être et de bien-vivre. Car l'évolution nécessaire du modèle traditionnel du port et de son écosystème ne sera pas possible sans une volonté collective assumée, voire revendiquée par l'ensemble des parties prenantes, qu'elles soient publiques, privées ou individuelles.

Vers une stratégie nationale d'écologie industrielle et d'économie circulaire s'appuyant sur les territoires portuaires ?

Dans le cadre de ce chapitre conclusif et prospectif, nous proposons un exercice de projection vers un nouveau mode de gouvernance pour assoir les stratégies d'écologie industrielle et d'économie circulaire à une échelle nationale, un nouveau mode de gouvernance dans lequel les parties prenantes des territoires portuaires pourraient jouer un rôle central. Pour éviter un propos trop général et générique, nous inscrivons cet exercice de projection dans le contexte français en particulier.

En France, comme dans d'autres pays, le principal défi est celui de l'articulation entre des initiatives régaliennes (top-down) et spontanée (bottom-up) en vue de structurer une communauté d'acteurs portuaires de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle. Avec la Loi sur la transition énergétique, et en particulier le volet consacré à l'économie circulaire, l'Etat français souhaite s'investir davantage dans la promotion de ces initiatives en fixant des objectifs de long terme favorables aux investissements et en créant un environnement institutionnel fertile pour le développement des initiatives.

Sur la base de grands objectifs à horizon 2020-2025, il vise à encourager la diminution de la quantité de déchets produits, la valorisation des déchets du BTP, des déchets non dangereux, ainsi que de la biomasse. L'Institut de l'Economie Circulaire défend, quant à lui, un projet de loi « transition ressource » pour préparer nos économies à la raréfaction des matières premières et fournir le cadre national nécessaire. La préoccupation, légitime, de l'Europe pour une relance économique peut s'articuler avec une logique d'économie circulaire, qui ferait apparaitre de nouveaux créneaux de compétitivité. Plusieurs instances institutionnelles françaises et européennes participent à la mise en œuvre de projets locaux d'écologie industrielle et d'économie circulaire en France. C'est le cas de l'Agence Nationale de la Recherche qui cofinance des projets sur ces sujets, du comité d'animation territoire durable et écologie industrielle (CATEI), sous l'égide du Commissariat général du développement durable (CGDD), qui a publié en 2014 un guide sur l'intégration de l'écologie industrielle et territoriale dans les Agendas 21, ou bien encore du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable qui a dressé en 2014 un état des lieux et quelques perspectives sur l'économie circulaire en France et bien sûr de l'ADEME qui lance régulièrement depuis quelques années des appels à manifestation d'intérêt pour stimuler les recherches et développements sur l'écologie industrielle et l'économie circulaire. Les FUI (Fonds Uniques Interministériels) et les projets Interreg sont aussi d'importants leviers pour faire avancer théoriquement, méthodologiquement et opérationnellement ces sujets.

Les nombreuses initiatives exposées dans cet ouvrage ont montré, quel que soit le contexte culturel, des configurations très différentes en termes de portages et d'animation. Qu'elles soient menées par les industriels, les collectivités locales, les autorités portuaires, les laboratoires de recherche ou par un groupement de ces différents acteurs (comme dans le cas de la dynamique très partenariale sur Dunkerque ou Strasbourg) participent aujourd'hui à la dynamique française en la matière. Pour autant, il apparaîtrait complémentaire que ces différentes initiatives au sein des territoires rencontrent à l'échelle nationale une véritable politique en matière d'économie circulaire (tel que c'est le cas depuis 2008 en Chine ou depuis 1999 au Royaume-Uni ou 1996 en Allemagne), déclinée à l'échelle législative et réglementaire, fiscale et économique, susceptible de valoriser, accompagner et pérenniser ces démarches spontanées. De telles initiatives gouvernementales et législatives gagneraient sûrement beaucoup d'une plus grande transversalité entre les différents ministères. Car l'économie circulaire, si elle a pour objectif une optimisation de la gestion des ressources, est bien à l'interface entre les stratégies d'adaptation des filières industrielles et les stratégies d'évolution des territoires.

Dans ce contexte, les territoires portuaires ont là encore leur carte à jouer, en tant que sites stratégiques pour la mise en œuvre d'une politique nationale en matière d'économie circulaire. Sur les 14 métropoles créées par la loi de modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles, on retrouve les principales places portuaires françaises : Marseille, Le Havre, Nantes, Bordeaux, Strasbourg, Lyon, etc. Ces pôles territoriaux, stratégiques de par leur connexion au monde (le port de Marseille, par exemple, est connecté à près de 150 ports dans le Monde), le sont également de par leur diversité au niveau du tissu économique. Parmi les 14 filières stratégiques identifiées par le gouvernement, l'alimentaire, la chimie, l'éco-industrie, le naval ainsi que l'industrie extractive et de première transformation font partie du tissu économique traditionnel au sein des territoires portuaires français.

Ainsi, à l'instar de ce qu'il est constaté chez nos collègues européens (Pays-Bas, Royaume-Uni) ou asiatiques (Chine, Corée du Sud, Japon), et afin de consolider les fondements de la dynamique portuaire d'économie circulaire et d'écologie industrielle et de garantir sa pérennité, il apparaît aujourd'hui nécessaire de poser les premiers jalons d'une politique globale d'expérimentation et de mise en réseau. Cette politique devrait être soutenue et pilotée à une échelle nationale et s'appuyer sur les spécificités de gouvernance et de mise en œuvre locales (Mat et Cerceau, 2015).

Une telle politique pourrait distinguer :

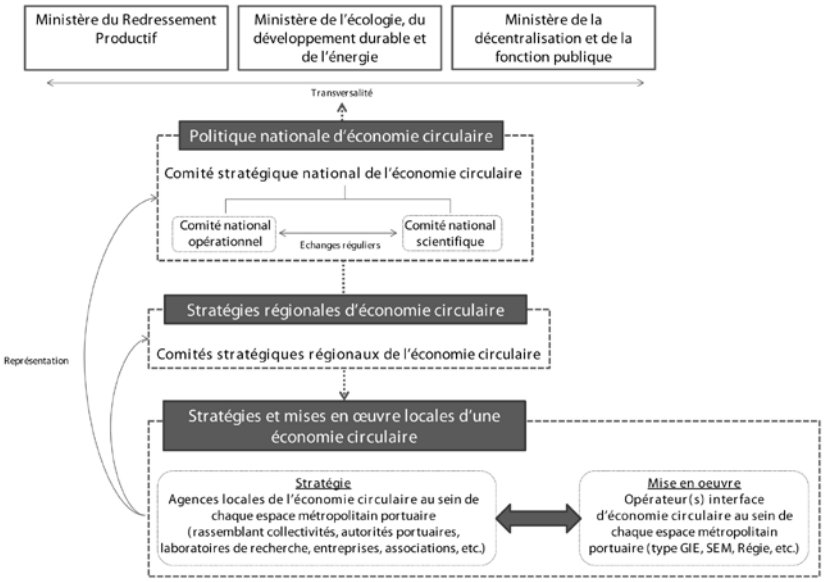
- un plan d'accompagnement et de développement spécifique aux territoires maritimes et fluviaux de première envergure, et ;
- un plan d'incitation et de mise en œuvre sur les plus petits territoires portuaires.

Elle devrait nécessairement s'appuyer sur une plus grande stabilité fiscale et réglementaire : il est en effet nécessaire d'avoir une réglementation stable permettant de développer un projet sans risques de recours juridiques lorsque le dossier est accepté par les services de l'Etat et les démarches respectées par le porteur du projet. En outre, la stabilité fiscale est la condition pour que des activités subventionnées puissent se développer de manière pérenne. Une telle politique nationale pourrait s'appuyer sur une gouvernance à deux échelles :

- une gouvernance nationale animée par des comités nationaux opérationnel et scientifique, d'une part, et ;
- un réseau « d'agences locales de l'économie circulaire », ancrées par exemple au sein de chaque espace métropolitain portuaire (Figure 3), d'autre part, à l'instar des *Eco-Center* et *Circularity Center* développés en Corée du Sud et aux Pays-Bas.

Ces Agences locales, à vocation opérationnelle et stratégique, auraient intérêt à s'articuler en cohérence avec les éléments définis à l'échelon intermédiaire régional qui pour sa part, serait davantage dans une logique fédérative, collaborative (facilitation des échanges d'expériences entre territoires d'expérimentation au sein de la Région, qu'ils soient portuaires ou autres, observatoire des flux, etc.) et facilitatrice (mobilisation de fonds européens, etc.) au regard des compétences dévolues aux Régions suite à la loi du 13 août 2004.

Figure 3 : Proposition d'un schéma de gouvernance pour la mise en place organisationnelle de politiques nationale et régionales d'économie circulaire prenant appui sur les territoires portuaires (Mat et Cerceau, 2015)



Les territoires portuaires peuvent se retrouver les vecteurs naturels d'une nouvelle coopération internationale

Si l'on résume les dynamiques spatiales et organisationnelles d'écologie industrielle menées dans les territoires portuaires à l'échelle internationale, on retrouve principalement trois types d'approches (Mat et Cerceau, 2015) : l'éco-site, l'éco-territoire et l'éco-réseau. Si les deux premières sont largement rencontrées à travers les exemples décrits dans cet ouvrage, la logique d'intégration des espaces portuaires (éco-réseau), plus rare, offre néanmoins des perspectives tout aussi riches. Cette approche dépasse le seul rapport de compétition entre places portuaires pour ouvrir des pistes de coopération et de complémentarité entre espaces régionaux et nations, 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 découpage géographique et administratif ainsi que la gouvernance des régions et 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 nationale, européenne (exemple de la zone ARA Amsterdam-Rotterdam-Anvers) mais également concrètement à l'échelle de la zone Caraïbes (Guadeloupe, Martinique, plateaux des Guyanes, etc.) ou Euro-sud méditerranéenne, au regard des atouts et 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 pour cela les espaces portuaires. Cette coopération pourrait largement constituer un relais de croissance pour les parties prenantes impliquées et un vrai vecteur d'adaptation au regard des enjeux forts s'imposant à ces régions (explosions démographiques, criticité des ressources en eau, pollutions aquatiques et terrestres, etc.).

Les territoires portuaires, si complexes et spécifiques, disposent donc de formidables atouts pour engager et expérimenter de nouvelles formes d'organisation, de nouvelles solutions techniques et de nouveaux modèles économiques pour tendre vers une société plus sobre en ressources. C'était l'objectif de cet ouvrage de mettre en lumière, sur un format relativement court et non exhaustif, ces acteurs et ces territoires industriels et portuaires qui innovent au quotidien, partout dans le Monde, pour s'adapter et répondre concrètement aux grands enjeux posés par ce début de XXIe siècle.

Bibliographie

Alix, Y., Daudet, B., (2014a), West Africa Port-City: Not waiting until 2050 to turn governance into practice. in Bina, O., Balula, L., and Ricci, A., (Eds.)(2014) Urban Futures – Squaring Circles: Europe, China and the World in 2050. Conference Proceedings. Institute of Social Sciences – University of Lisbon; Institute of Studies for the Integration of Systems – Rome; The Chinese University of Hong Kong.

Alix, Y., Daudet, B., (2014b), CLP, EME, ACC : Pour une reconsidération de la gouvernance ville-port. In *Port-City Governance* (sous la direction de Y. Alix & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 93-105.

Alix, Y., Ikambouayat Deka, R., (2014), Réflexions sur le futur des relations ville-port en Afrique de l'Ouest et du Centre. *In Port-City Governance* (sous la direction de Y. Alix & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 167-180.

Alix, Y. Willemsen, T., (2013), Métropolisation portuaire : systèmes sans frontières. La nécessité de penser et agir Out of the box. In : Grand Paris : Ses systèmes métropolitains sous la direction d'Antoine Grumbach. Travaux de l'Atelier International du Grand Paris.

Club of Rome – Climate Initiative, (2013), Updating the future. The next steps in becoming the sustainable global port, using scenarios from Limits to Growth. A Report for the Port of Rotterdam Authority. 96p.

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., (2013), De l'héritage des relations ville-port… aux enjeux de gouverner des espaces métropolitains et des corridors logistico-portuaires pour le « bien-vivre » d'acteurs-citoyens. Revue PortusPlus N°3. RETE Asociación para la colaboración entre Puertos et Ciudades. 18p.

Feng, Y.Y. *et al*., (2013). System dynamics modeling for urban energy consumption and CO_2 emissions: A case study of Beijing, China. Ecol. Model. 252, 44-52.

Galley, N., 2010, Implementing Port Environmental Policy. The Case of Ghana. *Port Management Association of West & Central Africa. Round Table Conference of the 33rd Council.* December, May, 12th. Banjul, The Gambia.

Grimm, N.B. *et al*., (2008). Global change and the ecology of cities. Sci. 319, 756-760.

Jong, C., (2014). Port of Amsterdam: an energy port in transition to a metropolitan port ecosystem. Oral presentation during the 14th World Conference Cities and Ports, Durban.

Lacoste, R., Alix, Y., (2013), Changement climatique, transition énergétique et économie circulaire : un nouveau cadre pour la logistique des marchandises en vrac. In Logistique et transport des vracs. Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 503-520.

Mat, N., (2015). Dynamiques de transition dans les territoires portuaires : apport de l'écologie industrielle et territoriale aux processus d'adaptation vers une société bas-carbone. Thèse de doctorat, Ecole des Mines d'Alès.

Mat, N., Cerceau, J., Shi, L., Park, H-S., Junqua, G., Lopez-Ferber, M., (2015). Socio-ecological transitions toward low-carbon port cities: trends, changes and adaptation processes in Asia and Europe. Journal of Cleaner Production.

Mat, N. et Cerceau, J., (2015). Economie circulaire et écosystèmes portuaires. Note stratégique et prospective réalisée pour le compte de la Fondation Sefacil.

Merk, O., (2014), The effectiveness of port-city governance. In In *Port-City Governance* (sous la direction de Y. Alix & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 279-291.

Merk, O., Dang, T., (2013), The Effectiveness of Port-City Policies: A Comparative Approach, OECD, Regional Development Working Papers, 2013/25, OECD Publishing. Paris.

OCDE, (2013), The Competitiveness of Global Port-Cities. Synthesis Report edited by Olaf Merk. Les éditions de l'OCDE. Paris.

Rotterdam Climate Initiative, (2014), Rotterdam Bioport. 12p.

Seto, K. C, Güneralp, B., Hutyra, L. R., (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109, 16083-16088.

Vallega, A., (2001). Urban waterfront facing integrated coastal management. Ocean Coast. Manag. 44, 379-410.

Vries, I.M.J., (2013), From Shipyard to Brainyard. The redevelopment of RDM as an example of a contemporary port-city relationship. In *Port-City Governance* (sous la direction de Y. Alix & Alli). Collection Les Océanides de la Fondation SEFACIL. Editions EMS Caen. 107-126.

Willemsen, T., Alix, Y., De Monie, G., (2012), *Port du Havre 2.0. Etude pour améliorer la position concurrentielle du Port du Havre intégrée dans l'Axe Seine*. Agence d'Urbanisme de la Région Havraise (AURH) & Grand Port Maritime du Havre. 82p.

Table des matières

Préface Suren Erkman 7
Chapitre éditorial Yann Alix 9
Biographie 9
Les Océanides 10
Partenariats scientifiques et financiers exceptionnels pour *Économie circulaire et écosystèmes portuaires* 12
Structure de l'ouvrage 12

PARTIE 1 Apports académiques

Chapitre 1 27
Écologie industrielle et économie circulaire : définitions et principes
Nicolas Buclet
Biographie 28
Introduction 28
L'économie circulaire, de quoi parle-t-on ? 29
L'économie circulaire telle que portée par les institutions françaises et européennes 29
Une vision systémique de l'économie circulaire 32
Économie circulaire et écologie industrielle : quelles différences ? 33
L'émergence de l'économie industrielle 33
L'évolution dans la pratique du concept d'écologie industrielle 35
Une bifurcation entre le monde académique et le monde institutionnel 36
L'importance de la méthode d'analyse du métabolisme 36
Vers une écologie territoriale ? 37
Ce qui distingue l'écologie territoriale 37
Des différences entre les différentes notions qui font débat au niveau scientifique et opérationnel 39
Conclusion 40

Capsule professionnelle 1 43
La Toile Industrielle de l'Estuaire de la Seine : une vision systémique au service du territoire, des ports et des entreprises
Juliette Duszynski, Mathilde Mus & Julien Florant
Biographies 44
Introduction 45
Qu'est-ce qu'une toile industrielle ? 46
Du modèle dunkerquois à la toile industrielle 2.0 de l'Estuaire de la Seine 46
Pourquoi et pour qui construire la toile : les finalités et les cibles de l'outil 48
Les dessous de la toile industrielle de l'Estuaire de la Seine : proposer un outil dynamique au service des territoires 50
Conclusion 54

Chapitre 2 57
L'écologie industrielle et son pilotage dans la construction d'une politique publique d'aménagement du territoire en France
Laurent Georgeault
Biographie 57
Introduction 58
D'un domaine scientifique à un modèle de développement 59
Zones d'activité et changements d'échelles 60
Adaptations : méthode, gouvernance et dialogue inter-régions 62
Un pilotage par le potentiel 64
Le pilotage par le risque 67
Conclusion 69

Chapitre 3 73
Histoires maritimes et portuaires : leçons pour l'avenir de l'économie circulaire
Yann Alix & César Ducruet
Biographies 73
Introduction 74
Des Thalassocraties méditearannéennes aux hubs conteneurisés de la Mer de Chine 75
Les territoires portuaires : laboratoires d'innovations écosystémiques ... 77
Leçons spatio-temporelles par l'évolution moderne du système maritime mondial 78
Hiérarchies des métropoles portuaires et causalités maritimes 82
Petit essai de prospective ou comment la connaissance du passé maritime nourrit les réflexions de l'avenir portuaire 86

Chapitre 4 91
Symbioses Port-Ville pour un meilleur ancrage local des activités industrialo-portuaires : l'exemple de Safi au Maroc
Myriam Donsimoni
Biographie 91
Introduction 92
La symbiose ville/port : comment faire converger deux logiques 92
Processus de convergence 93
La confrontation de différentes dynamiques : nécessité d'une mise en proximité 94
De la proximité à l'ancrage 96
Safi, le port, la ville : une convergence en construction 97
Toute une dynamique autour du projet de port industriel 98
Proximité et symbiose 101
Conclusion 102

Chapitre 5 105
Le rôle des ports dans la mise en place de démarches d'écologie industrielle et le développement de l'économie circulaire
Juliette Cerceau & Nicolas Mat
Biographies 106
Introduction 107
Spécificités des espaces portuaires au regard des enjeux d'économie circulaire et d'écologie industrielle 108
L'espace portuaire, à l'interface entre « système-territoire » localisé et « système monde » globalisé 108
Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle à l'échelle internationale 110
Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle en Amérique du Nord, en Asie, en Afrique et en Europe 110
Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle en France 112
Des initiatives déclinées de l'échelle locale à l'échelle globalisée 113
Eco-site, éco-territoire et éco-réseau à l'échelle internationale 115
Eco-site, éco-territoire et éco-réseau en France 116
Le rôle des ports dans les dynamiques d'économie circulaire 118
Atouts et faiblesses des territoires portuaires au regard des enjeux de l'économie circulaire 119
Les ports, leviers pour la mise en œuvre de l'économie circulaire . 120
Reconsidérer la fonction du port dans la circulation des ressources 121
Rôle du port dans la transition énergétique des territoires 121
Rôle du port dans la performance économique et environnementale des territoires 123
Conclusion 124

PARTIE 2 L'écosystème portuaire, espace pilote pour la mise en œuvre de l'économie circulaire

Capsule professionnelle 2 127

Le rôle des ports dans la transition écologique des territoires : innovations technique et organisationnelle sur la plateforme industrielle PIICTO à Fos-sur-Mer

Sylvain Pichlon, Frédéric Dagnet, Guillaume Junqua & Nicolas Mat

Biographies 129
Introduction 131
Un port acteur et positionné au centre des enjeux de transition énergétique 131
Structuration et évolution de la ZIP de Fos-sur-Mer 131
La plateforme PIICTO ou comment accompagner et concrétiser la mutation du modèle industriel de Fos-sur-Mer et ré-inventer la ZIP 137
Des éléments déclencheurs 137
Une gouvernance territoriale élargie en cours de structuration 140
Des axes de travail clairement identifiés 140
La nécessité d'un travail collaboratif et d'une vision partagée du territoire 142
Conclusion 145

Capsule professionnelle 3 147

Dynamique d'écologie industrielle sur la place industrialo-portuaire dunkerquoise

Karim Taleb, Jean-François Vereecke & Jérôme Bidaut

Biographies 148
Préambule 149
Association Ecopal (Économie & écologie partenaires dans l'action sociale) 149
Introduction 150
Un contexte industrialo-portuaire historique propice au développement d'une culture de l'environnement industriel 150
Emergence d'une gouvernance et d'outils sur l'environnement industriel .. 152
Étape supplémentaire d'intégration de l'écologie industrielle dans les stratégies de développement économique 154
Les perspectives : développement d'outils et élargissement du périmètre 157
Conclusion 158

Capsule professionnelle 4 161

Vers une filière innovante et intégrée de démantèlement des navires : enjeux, innovations et applications

Olivier Pillard

Biographie 161

Introduction 162
Économie circulaire et démantèlement des navires 163
Structuration d'une filière française de démantèlement : premières expériences 165
Attractivité = sécurité + productivité 168
Conclusion 169

PARTIE 3 L'écosystème portuaire, moteur d'une dynamique locale d'économie circulaire

Capsule professionnelle 5 171
Le port de Strasbourg : animateur de son écosystème portuaire
Emilie Gravier & Bénédicte Sénèque
Biographies 172
Introduction 173
L'émergence d'une communauté portuaire 175
Port industriel 175
Port urbain / Port citoyen 175
De la communauté à un écosystème portuaire : circulation des hommes, circulation des matières et des énergies 177
Circulation des hommes, le projet PEPS 178
Circulation des flux de matières et d'énergie, la démarche d'écologie industrielle et territoriale 178
Conclusion 184

Capsule professionnelle 6 185
Ecologie Industrielle et Territoriale sur Rhône-Médian : construction d'un projet de territoire autour d'INSPIRA, espace industriel responsable et multimodal
Alice Herbelin, Dimitri Coulon, Vincent Daön & Elisabeth Mouchot
Biographies 186
Introduction 188
INSPIRA et son territoire : de quel (éco)système parle-t-on ? 190
Rhône-Médian ou l'opportunité de construire un écosystème territorial ? 193
Rhône-Médian : un Grand Projet qui participe à la construction d'un écosystème performant en cohérence avec son histoire 193
Une construction territoriale en marche 195
Démarches structurantes d'écologie industrielle et territoriale 196
Analyse de l'organisation de la démarche d'EIT sur Rhône-Médian : animation, instruments et outils pour la (re)structuration collective du territoire 198
Le Grand Projet Rhône-Alpes : organisateur de l'action collective 198
Une lecture par les instruments 199

Une reconfiguration de la gouvernance territoriale 200
L'outil du métabolisme territorial 201
Un processus de développement territorial et de construction de l'intérêt collectif 203
Conclusion 204

Capsule professionnelle 7 207
Vers la « métropole circulaire insulaire » ? Trajectoire socioécologique de La Réunion
Philippe Serizier
Biographie 207
La Réunion 208
Le Port de La Réunion 209
Aux origines : côte accore et agriculture coloniale 209
Port Réunion à la Pointe des Galets, « aleph » du développement réunionnais 210
L'espace, la vraie « matière » d'une écologie industrielle réunionnaise 213
Un écosystème social et urbain portuaire qui se banalise 217
Quelle stratégie d'écologie industrielle et territoriale pour La Réunion ? 218

Chapitre 6 223
Bio-resource production on the basis of Industrial Ecology in four European harbours, harbour cities and their region
Leo W. Baas & Murat Mirata
Biographies 224
Abstract 225
Introduction 225
Theory and Methodology 227
Research field 229
Reference states in port sites 230
Informational conditions - Knowledge level about industrial symbiosis 231
Policies 231
Fundings and financial risk assessment 232
Organisational factors - level of trust and history of cooperation 232
Technical aspects of resource flows and characteristics of the industrial system 233
Involvment of stakeholders 235
Activities performed within the project 236
Network formation 236
Data collection 237
Findings halfway the EPIC 2020 project 239
Navipe – Astakos 239
Malmö 239
Mantova 240

Wismar 241
Conclusion 241

Chapitre 7 243
Stage models of industrial symbiosis: A congruence analysis of Sustainable Connections in the port of Moerdijk
Wouter Spekkink & Frank Boons
Biographies 243
Introduction 244
Methods 245
Stage models of industrial symbiosis 246
The port and industry area of Moerdijk 253
Case summary of Sustainable Connections 255
Analysis 257
Discussion and Conclusions 264

Capsule professionnelle 8 267
Amsterdam: Energy port in Transition
Carla Jong & Wouter Jacobs
Biographies 267
Introduction 269
The Port Vision 2030 271
International hub: where Fossil meets Bio 272
Industrial Hotspot : where Waste meets Energy 273
Metropolitan centre : where Global meets Local 274
Conclusion : Global Chains and Local Gains ! 275

Chapitre 8 279
Shanghai et son port : une co-évolution énergétique et urbaine
Vincent Aurez, Gabrielle Desarnaud & Jean-Claude Levy
Biographies 280
Introduction 281
L'émergence d'une cité portuaire fortifiée pour favoriser le commerce et la sécurité (1554-1843) 283
La ville-port de Shanghai 283
Commerce avec l'arrière-pays chinois tout entier 284
La ville double à l'époque coloniale (1843-1943), ville portuaire internationale et cité chinoise : le début de la déconnexion port-ville 284
Industrialisation poussée par les puissances étrangères dès 1875 284
Début de la déconnexion port-ville 285
La ville déconsidérée, politique communiste des « régions urbaines » (1949-1989) 286
Mise sous parenthèse de l'activité portuaire internationale 286
Désengagement de la ville et effacement du continuum urbain-rural : transferts des régions urbaines vers les régions rurales 286

Entre déconnexion et intégration :
le port en tant qu'interface (1990-2005) 287
Réformes de libéralisation de Shanghai et émergence d'un complexe industrialo-portuaire : la ville embarquée sur l'autre rive 287
Le complexe portuaire : interface entre la Chine et le monde 289
La ville re-déployée avec son port : l'économie circulaire comme stratégie territoriale (depuis 2005) 290
Entre déconnexion poussée et intégration : l'énergie comme source de coévolution 290
Un nouveau modèle intégrationniste 291
Conclusion 293

Capsule professionnelle 9 297
Dynamics of circular economy in China : illustration on the industrial port area of Ningbo
Lei Shi, Ying Dong & Zhongfang Wu
Biographies 297
Introduction 299
Circular economy development and material flow profiles at Beilun 299
Evolution of key industrial sectors 302
The evolution of petrochemical industrial ecosystem 302
The evolution of pulp-paper-packages industrial ecosystem 302
The evolution of iron-steel-metal products industrial ecosystem 303
The evolution of automotive and parts industries 303
Evolution of infrastructure 303
The evolution of energy infrastructure 303
The evolution of water infrastructure 304
The evolution of industrial gases infrastructure 304
The regional circular economy system 305
Conclusion 306

PARTIE 4 L'écosystème portuaire, nœud stratégique pour la mise en œuvre de l'économie circulaire au sein d'un réseau portuaire

Capsule professionnelle 10 307
ECOCEM, une double stratégie d'approvisionnement local et mondialisé
Murielle Janin
Biographie 308
Introduction 309
Procédé de valorisation des laitiers de hauts fourneaux 311
La production du laitier granulé, co-produit de la sidérurgie 311

Production de laitier moulu, valorisation d'un produit industriel secondaire 312
Economie circulaire localisée, économie circulaire globalisée : deux modes d'approvisionnement 313
ECOCEM France, un lien fort avec un approvisionnement local 313
Flux entrants : approvisionnement local 315
Flux sortant : débouchés nationaux 316
Analyse environnementale 317
ECOCEM Irlande et Hollande, un approvisionnement sur le marché mondiale des matières premières 318
Approvisionnement international 318
Débouchés locaux 318
Analyse environnementale 318
Conclusion – Mise en perspectives des deux modes d'approvisionnement 319

Capsule professionnelle 11 321
L'écologie industrielle sur le territoire de HAROPA : une stratégie de redynamisation du tissu industriel de l'Axe Seine
Annabelle Alquier, Emilie Mallet & Jean-Paul Raffini
Biographies 322
HAROPA – Présentation 323
Enjeux de la démarche d'écologie industrielle pour HAROPA 323
Attentes de l'étude d'écologie industrielle lancée par HAROPA 325
Phase 1 : étude de faisabilité d'écologie industrielle à l'échelle de l'Axe Seine 325
Phase 2 : stratégie de mise en œuvre d'écologie industrielle à l'échelle de l'Axe Seine 326
Perspectives 326

Chapitre 9 329
Essai prospectif sur l'apport des systèmes d'information communautaires dans le déploiement des potentiels de l'économie circulaire au sein des écosystèmes portuaires subsahariens
Yann Alix
Biographie 329
Préambule 330
En guise d'introduction : prolégomènes sur l'économie circulaire dans quelques places portuaires ouest-africaines 331
Accords sur la facilitation du commerce et dématérialisation des procédures au sein des écosystèmes portuaires subsahariens 334
Le guichet unique comme moteur de la performance de l'écosystème productif dans la compétition portuaire subsaharienne 336
L'échange des informations et des idées comme base du chantier de l'économie circulaire subsaharienne dans les écosystèmes portuaires de demain 339

Discussion prospective 343
En guise de conclusion 345

Capsule professionnelle 12 349
Transition énergétique et territorialisation des fonctions portuaires agrologistiques. Le cas du port fluvial de Straubing-Sand en Bavière
Antoine Beyer
Biographie 349
Introduction 350
Le potentiel d'un port neuf centré sur un riche arrière-pays agricole 351
Une stratégie de cluster bioénergétique de longue haleine 352
Le rôle du port dans les montages locaux et le développement territorial 353
Un départ hésitant 355
Conclusion : Straubing, un « bioport » en construction 357

PARTIE 5 Essais prospectifs

Chapitre 10 359
Quelle échelle pertinente pour une meilleure gestion des ressources en Méditerranée ?
Kelly Robin & Mélodie Merenda
Biographies 360
Introduction : la Méditerranée, espace pertinent pour penser la transition écologique ? 361
Des complémentarités à exploiter pour favoriser la convergence méditerranéenne 362
Les espaces portuaires : microcosmes des dynamiques d'intégration en Méditerranée ? 364
Conclusion : vers une gouvernance multi-échelle ? 365

Capsule professionnelle 13 371
Mise en réseau des acteurs portuaires et économie circulaire : témoignages d'un réseau régional et d'un réseau international
Bruno Delsalle & Vincent Wallaert
Biographies 371
Introduction 373
L'économie circulaire, ou l'émergence d'un nouveau défi pour les territoires portuaires 374
Le regard d'un réseau mondial, l'AIVP 374
Le regard d'un réseau régional, l'AVITEM 375
Quelles évolutions attendues et quelles réponses apportées par les réseaux ? 378
Les leviers et les pistes d'actions d'un réseau régional, l'AVITEM 378

Les leviers et les pistes d'actions d'un réseau mondial, l'AIVP 379
Perspectives 380

Capsule professionnelle 14 381
Des plateformes offshore multi usages comme moyen de développer l'économie circulaire en mer
Thomas Lockhart & Rémy-Louis Budoc
Biographies 382
Le Port Offshore Multi Usage (POMU) relais de croissance durable en mer 383
Les mers et océans : une offre considérable en matière d'innovation et de croissance 383
L'implantation de procédés industriels en mer et la demande de l'économie circulaire maritime 384
Approche générique, modulaire et évolutive des marchés de l'économie maritime offshore 385
Pour des aménagements adaptés au large des côtes : l'éco-conception 386
L'interdépendance entre les activités sur la plateforme et l'hinterland portuaire 387
Application du concept au projet de port offshore de la Guyane 388
Une offre offshore adaptée à l'évolution économique et sociale du territoire 388
Une réponse innovante au besoin de désenclavement maritime 390

Chapitre conclusif 393
Questionner l'économie circulaire et l'écologie industrielle dans la stratégie portuaire
Nicolas Mat, Juliette Cerceau & Yann Alix
Biographies 394
Des questionnements communs 395
Évolution ou révolution ? 398
Trajectoires socioécologiques des territoires portuaires : vers une société à bas carbone 398
Une évolution nécessaire du modèle traditionnel des ports pour accompagner ce mouvement des territoires vers une meilleure gestion des ressources 401
Evolution ou révolution des pays émergents : ne pas manquer l'opportunité historique de devenir les laboratoires de croissance du futur 404
Vers une nouvelle gouvernance multi-scalaire et multi-acteurs ? ... 405
Vers une stratégie nationale d'écologie industrielle et d'économie circulaire s'appuyant sur les territoires portuaires ? 407
Les territoires portuaires peuvent se retrouver les vecteurs naturels d'une nouvelle coopération internationale 410