

PORTS ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN AFRIQUE ATLANTIQUE



Collection « Afrique Atlantique » dirigée par
Yann ALIX et Benjamin STECK

La collection « Afrique Atlantique » a été créée en 2017 pour diffuser les travaux de recherche appliquée d'un collectif pluridisciplinaire majoritairement composé de jeunes universitaires francophones africains.

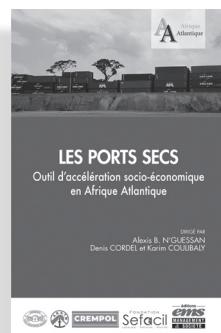
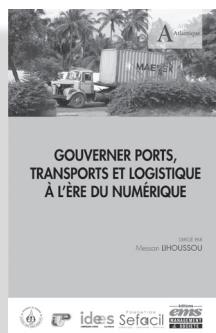
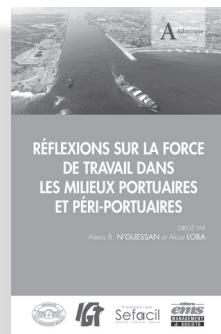
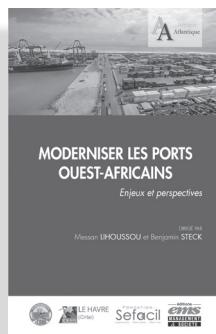
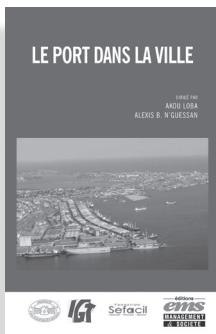
L'avenir du continent repose sur la modernisation de solutions maritimes, portuaires et logistiques qui fécondent les territoires et accompagnent une croissance inclusive. La collection « Afrique Atlantique » héberge des expertises académiques mais aussi des travaux opérationnels issus de l'expérience des praticiens de la logistique maritime et portuaire africaine.

L'histoire et la géographie, la sociologie et l'économie, le droit et les sciences de gestion : la complémentarité des analyses publiées permet d'accompagner une diffusion élargie du savoir et des savoir-faire. Universitaires, journalistes, décideurs publics et investisseurs privés constituent le lectorat d'une collection qui met en libre accès gratuit les productions *via* le site de l'éditeur partenaire EMS.



Afrique
Atlantique

Parus dans la collection « Afrique Atlantique »



*La fondation SEFACIL remercie AGL pour son aimable
autorisation de reproduction des photos utilisées
en couverture.*

PORTS ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN AFRIQUE ATLANTIQUE

Dirigé par

Yann ALIX et Alexis N'GUESSAN



136 boulevard du Maréchal Leclerc
14000 CAEN

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

Nous rappelons donc qu'il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement sur quelque support que ce soit le présent ouvrage sans autorisation de l'auteur, de 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).

© Éditions EMS, 2025

ISBN : 978-2-38630-337-1

Sommaire

Préface.....	9
<i>Colonel Major Karim COULIBALY</i>	

PREMIÈRE PARTIE

Concepts et développements autour de la transition énergétique dans les ports

Chapitre 1. Réflexions croisées sur le rôle stratégique des entreprises locales de distribution (ELD) dans la décarbonation des ports : le cas d'Abidjan et de San Pedro en Côte d'Ivoire	13
<i>Jean-Pierre LAMBLIN & Dr Atsé Alexis Bernard N'GUESSAN</i>	

Chapitre 2. Ports et transition énergétique en Afrique Atlantique : cas de la dématérialisation au sein des administrations publiques ivoiriennes... <td>33</td>	33
<i>Dr Paul MANLAN</i>	

Capsule professionnelle 1. Maritime Decarbonisation in West Africa: A Holistic Exploration for a Sustainable Transition	45
<i>Sofia FÜRSTENBERG STOTT & Conor FÜRSTENBERG STOTT</i>	

Capsule professionnelle 2. La transition énergétique dans les ports africains..	61
<i>Elisabeth GBAHOU</i>	

Capsule professionnelle 3. Digitalisation et transition énergétique au port d'Abidjan	73
<i>Florentine GUIHARD-KOIDIO</i>	

DEUXIÈME PARTIE

Retours d'expériences sur la transition énergétique dans les ports

Chapitre 3. Transition énergétique et solutions adaptées aux circonstances portuaires africaines, retour d'expérience de la zone portuaire de Sfax en Tunisie	83
<i>Dr Louis BOISGIBAULT</i>	
Capsule professionnelle 4. Les ports de l'AGPAOC face aux réalités du changement climatique : entre constatation, adaptation et anticipation	105
<i>Yann ALIX & Jean-Marie KOFFI</i>	
Capsule professionnelle 5. Amélioration de la gestion des pré- et post-acheminements au port de Conakry : une réponse écologique à un défi logistique par Conakry Terminal	121
<i>Yann ALIX (Avec la collaboration exceptionnelle d'Emmanuel MASSON)</i>	
Capsule professionnelle 6. La transition énergétique dans les activités de transport au Mali	133
<i>Khalidou KANE</i>	
Chapitre 4. Gouvernance écologique et transition énergétique au port de Lomé : un exemple à partir des camions de desserte terrestre	143
<i>Hervé MALAZOUE</i>	
Capsule professionnelle 7. Du vent et des frets : quand la décarbonation rime avec innovation pour les ports de l'Afrique Atlantique	169
<i>Yann ALIX (Avec la collaboration exceptionnelle de Florian LANNOU & Guillaume LE GRAND)</i>	
Chapitre 5. La décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis : état des lieux et perspectives	185
<i>Dr Michel NGUESSAN</i>	
Capsule professionnelle 8. Les technologies digitales au service des transitions : illustrations portuaires africaines	203
<i>Yann ALIX & Christophe JOUBERT</i>	
Postface. Ports, territoires et transition énergétique	217
<i>Dr Alain GOHOMENE</i>	
Présentation des auteurs	233
Comité scientifique et de lecture	239

Préface

Colonel Major Karim COULIBALY

Directeur Général

Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM)

La **transition énergétique** dans le domaine maritime et portuaire ne relève plus d'un choix, mais d'une exigence mondiale. Elle traduit la volonté collective des États, des entreprises et des institutions de concilier performance économique, compétitivité logistique et durabilité environnementale. Cette transformation, amorcée par les grands ports du monde et encouragée par l'Organisation Maritime Internationale (OMI), s'inscrit désormais au cœur des priorités des ports africains.

L'Afrique, continent des potentialités énergétiques et maritimes, se trouve à un tournant décisif. De Tanger Med à Abidjan, de Lomé à Durban, les initiatives de décarbonation, d'électrification des quais et d'intégration des énergies renouvelables témoignent de la montée en puissance d'une nouvelle vision portuaire. Ces efforts, quoique encore inégaux, traduisent une prise de conscience croissante : la compétitivité portuaire de demain sera verte, numérique et responsable.

L'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM), à travers son **Centre de Recherche Maritime, Portuaire et Logistique (CREMPOL)**, s'engage résolument dans cette dynamique. Convaincue que la connaissance précède l'action, l'ARSTM soutient la recherche et la formation sur les thématiques liées à la décarbonation, à l'innovation énergétique et à la digitalisation des ports. C'est dans cet esprit que ce livre a été conçu comme un outil de réflexion, de partage d'expériences et d'aide à la décision pour tous les acteurs de la communauté maritime africaine et internationale.

L'ouvrage explore les fondements, les enjeux et les perspectives de la transition énergétique appliquée aux espaces portuaires et

maritimes. Il salue les initiatives déjà entreprises, identifie les obstacles persistants et propose des orientations concrètes pour construire des ports durables, connectés et compétitifs.

Je forme le vœu que cette publication inspire de nouvelles coopérations, éclaire les politiques publiques et stimule la recherche scientifique au service d'une économie bleue plus respectueuse de notre environnement. La transition énergétique n'est pas seulement un défi technique : elle est une promesse d'avenir pour les générations futures et une opportunité stratégique pour le continent africain.

PREMIÈRE PARTIE

**Concepts et développements autour de
la transition énergétique dans les ports**

Chapitre 1.

Réflexions croisées sur le rôle stratégique des entreprises locales de distribution (ELD) dans la décarbonation des ports : le cas d'Abidjan et de San Pedro en Côte d'Ivoire

Jean-Pierre LAMBLIN

Founder, CO₂ Tracker

&

Dr Atsé Alexis Bernard N'GUESSAN

Enseignant-chercheur

Maître de Conférences, Université Félix Houphouët-Boigny

Chercheur, CREMPOL/ARSTM

Résumé

La transition énergétique est au cœur des enjeux mondiaux pour répondre à l'impératif de la réduction des gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique. Dans ce contexte, disposer de sources d'énergie verte est une préoccupation majeure pour les armateurs et les autorités portuaires, afin de participer pleinement aux efforts de décarbonisation.

La présente recherche propose, sur la base de l'expérience européenne, des solutions en vue de fournir de l'énergie verte, notamment l'électricité, aux navires en escale dans les ports. La méthodologie mise à contribution repose sur l'élaboration de diverses méthodes de calcul de coût, d'évaluation des émissions annuelles, de calcul des investissements en électrification des opérations portuaires.

Il en ressort que les émissions de gaz à effet de serre sont importantes dans les ports, d'où la nécessité d'adopter de nouvelles dispositions comme le branchement à quai des navires. C'est le lieu d'intervention des entreprises locales de fourniture d'électricité pour accompagner le secteur maritime et portuaire dans la décarbonisation. Ces modèles en expérimentation en Europe peuvent inspirer les ports africains, notamment ceux d'Abidjan et de San Pedro en Côte d'Ivoire, dans un accompagnement pour la décarbonisation des opérations à quai. Les ressources naturelles sont disponibles dans ce sens. Cette démarche est doublement bénéfique puisqu'elle est susceptible de fournir des ressources financières aux entités portuaires à partir des redevances pour les services rendus.

Mots-clés : transition énergétique, énergie verte, port, Abidjan, San Pedro, gaz à effet de serre.

Abstract

Energy transition is at the heart of the global challenge to reduce the greenhouse gases responsible for global warming. In this context, the availability of green energy sources is a major concern for shipowners and port authorities in order to participate fully in decarbonization efforts.

Based on European experience, this research proposes solutions for supplying green energy, in particular electricity, to ships calling at ports. The methodology used is based on the development of various methods for calculating costs, assessing annual emissions, and calculating investments in the electrification of port operations.

The results show that greenhouse gas emissions are significant in ports, hence the need to adopt new measures such as shore power for ships. This is where local electricity supply companies can step in to support the maritime and port sector in the decarbonization process. These models, currently being tested in Europe, could inspire African ports such as Abidjan and San Pedro in Côte d'Ivoire to support the decarbonization of quayside operations. Natural resources are available for this purpose. This approach is doubly beneficial, as it is likely to provide port entities with financial resources from fees for services rendered.

Keywords : energy transition, green energy, port, Abidjan, San Pedro, greenhouse gases.

Introduction

Les ports sont les portes d'entrée de la mondialisation au cœur de nombreux enjeux industriels, économiques et environnementaux. Ils sont des lieux stratégiques de transit et de transformation des énergies fossiles (Romuald Lacoste, 2015, p. 1). D'ici 2030, l'économie maritime mondiale pourrait représenter 3 000 milliards de dollars, contre 1 500 en 2015 (Riaud, 2021). L'intensification des flux commerciaux, ainsi que la maritimisation de l'économie, sont des opportunités clés de développement pour les ports.

La transition de l'économie maritime s'accompagne aussi de nouveaux défis sociaux et environnementaux face auxquels les ports doivent pouvoir proposer des réponses. En termes de défis environnementaux, on assiste, en Occident, au développement de solutions vertes dans le domaine des carburants servant à la propulsion. C'est par exemple le cas de l'hydrogène décarboné. Des voix s'élèvent de plus en plus dans les instances internationales pour préconiser le développement de sources d'énergie non polluante telles que l'énergie marémotrice, l'énergie éolienne, l'éolienne offshore, les panneaux photovoltaïques, les houlomoteurs¹, qui se déploient principalement en Europe.

Dans ce contexte, l'Afrique, dont la contribution aux émissions de dioxyde de carbone (CO_2) est de loin la plus faible, avec seulement 3 à 4 % des émissions mondiales, n'est pas insensible aux développements des énergies vertes. Selon l'Agenda 2063 de l'Union africaine, le système énergétique de l'Afrique doit être basé sur des sources d'énergie propres et renouvelables, soutenues par un secteur manufacturier fort et localisé. Ces aspirations sont pleinement ancrées dans la stratégie de l'Union africaine, qui vise à adopter des systèmes énergétiques plus propres, plus efficaces et plus adaptables, grâce au programme africain de transition énergétique (Union africaine, 2021). Cette volonté a été récemment confirmée par le sommet africain sur le climat et les projets de déploiement de solutions photovoltaïques que les Émirats arabes unis s'engagent à financer pour 4 milliards de dollars.

Apparue en Allemagne dans les années 1970, la notion de transition énergétique valorise l'idée selon laquelle il est possible de poursuivre un objectif de croissance économique tout en consommant moins d'énergie pétrolière et nucléaire (Krause, Bossel et Müller-Reismann, 1980, cité par Romuald Lacoste, 2015). Elle met

¹ HACE – Turbines houlomotrices décarbonées – l'énergie des vagues (hacewaveenergy.com).

également en avant le remplacement progressif et structurel d'un bouquet énergétique en usage par un autre.

Dans le contexte portuaire africain, le constat fait état de progrès embryonnaires, dont l'électrification des opérations de terminal du port d'Abidjan (comprenant la fourniture de tracteurs électriques de la société française Gaussin²). Les sources d'énergie fossile sont toujours en usage dans les opérations portuaires. Le pré- et le post-acheminement des marchandises transitant par les ports sont assurés par des camions et des trains toujours alimentés à l'énergie fossile. Cette situation participe aux émissions de gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone (CO₂). Mais, au-delà des émissions de CO₂, il faut considérer l'impact démontré des émissions de particules de NOx et de SO₂ sur la santé publique. C'est ce qui a motivé la réglementation européenne sur l'obligation de consommer du carburant à faible teneur en soufre (moins de 0,10 % de sulfure) tel que le MGO durant les escales des navires en Europe. On est donc confronté à une pratique des opérations portuaires (manutention, mobilité et navires) aux antipodes des objectifs de transition énergétique des ports verts.

Alors que, dans les ports occidentaux, la transition écologique, la multimodalité, les fuels alternatifs sont au cœur des stratégies de développement, il est impératif de challenger les ports africains sur le sujet et particulièrement ceux de la Côte d'Ivoire.

La Côte d'Ivoire dispose de deux ports, Abidjan et San Pedro, qui forment le poumon de l'économie ivoirienne. Dans ces ports arrivent et partent quotidiennement des navires qui fonctionnent au fuel. Bien que certaines dispositions soient prises dans le sens de réduire l'empreinte carbone dans le milieu portuaire ivoirien, la réalité est qu'il y a de nombreux défis à relever. D'ailleurs, les ports ivoiriens gagneraient à s'impliquer dans la réduction de l'empreinte carbone des navires en opération en leur sein. Ce qui est potentiellement rentable pour eux sur la base d'un modèle expérimental basé sur le calcul de l'empreinte carbone que nous allons expliciter plus bas.

La présente recherche met en évidence un modèle de fourniture d'énergie propre aux opérations portuaires permettant aux ports de générer des revenus supplémentaires. Sur la base d'un business modèle ECOSYSTEM ENR ELD PORT, il est démontré que la mise en place d'un système de fourniture d'électricité à quai aux navires par le port, *via* les entreprises locales de production d'énergie renouvelable, est susceptible d'impacter le chiffre d'affaires du port hôte. Ainsi, l'enjeu est double, tant au plan écologique qu'au plan

² Gaussin – *The next generation of zero-emission, smart and connected vehicles.*

financier. Par ailleurs, nous démontrerons dans cette étude que l'ensemble de l'écosystème ENR ELD développé autour des ports permettra de créer de la valeur pour l'ensemble des acteurs, ce qui sécurisera les investisseurs du secteur et limitera le recours aux financements publics, qu'ils soient nationaux ou internationaux.

1. Présentation des règlementations européennes sur la décarbonation des ports

1.1. Présentation de Measuring, Reporting, Vérification (MRV)

Suivant la réglementation européenne³, tout navire de tout type de plus de 5 000 tonnes de jauge escalant en Europe doit procéder à un certain nombre de déclarations d'émissions et de consommation, après avoir soumis ses documents et méthodologies de calcul auprès de vérificateurs agréés pour acceptation. Ces déclarations portent sur les liaisons intra – et extra-européennes et sur les émissions à quai et sont accessibles sur le site suivant THETIS-MRV⁴ sous forme de fichiers Excel annuels téléchargeables. C'est sur la base du fichier de 2021 regroupant 11 702 navires que nous avons établi notre méthodologie de calcul des émissions de CO₂ à la tonne manutentionnée.

1.2. Présentation de la réglementation low sulfur dans les ports

Le règlement européen 2016/802, article 7, de l'Union européenne stipule que tout navire escalant plus de 2 heures dans un port européen a pour obligation de consommer un carburant avec un taux de sulfure inférieur à 0,10 %, ce qui correspond au gasoil marin ou MGO en anglais. C'est sur la base de la consommation de ce carburant que nous établirons le calcul des émissions en nous appuyant sur les facteurs d'émissions du MGO définis par l'Agence européenne de l'environnement.

³ EU Regulation 2015/757.

⁴ THETIS-MRV (europa.eu).

2. Méthodologie de calcul des émissions

2.1. Facteur d'émission de l'Agence européenne de l'environnement

Les facteurs d'émission du MGO de l'agence européenne de l'environnement se présentent dans le tableau 1 ci-après, ainsi que formulé à partir du lien suivant 1.A.3.d Navigation (*shipping*) 2023 – European Environment Agency, page 17⁵.

Tableau 1 : Facteur d'émission en kg par tonne de MGO de l'Agence européenne de l'environnement

CO ₂	NOx	PM	SO ₂
3 170	72,20	1,07	1,82

Source : Agence européenne de l'environnement

On peut à partir des rapports MRV d'émissions de CO₂ à quai, calculer la quantité de MGO consommée et, à partir du résultat, recalculer les émissions de CO₂, de NOx, de particules et de SO₂.

2.2. Calcul des émissions à quai et autres opérations

Nous cherchons ici à mettre en place une méthodologie d'évaluation des émissions à partir des tonnages traités par les ports. Nous avons extrait des rapports MRV, les émissions des navires de croisières pour ne considérer que les émissions des navires de tous types, afin de pouvoir établir une quantité de MGO consommée par tonne traitée. Les rapports MRV ne concernant que les navires de plus de 5 000 tonnes, nous devons prendre en compte les émissions des autres navires en nous référant à l'étude de Transport et Environnement⁶, qui considère que si les rapports MRV prenaient en compte les émissions des navires de plus de 400 tonnes, le total des émissions de CO₂ à quai serait augmenté de 21 %. Nous pouvons à partir de la quantité de CO₂, calculer la consommation de MGO en divisant celle-ci par le facteur d'émission défini plus haut de 3,17.

⁵ 1.A.3.d Navigation (*shipping*) 2019 – European Environment Agency (europa.eu).

⁶ www.transportenvironment.org/

Tableau 2 : Calcul des émissions par tonne manutentionnée

TONNES DE CO2 (HORS CROISIERES) EN 2021 POUR NAVIRES DE + 5000 TONNES	TONNES DE CO2 (HORS CROISIERES) EN 2021 POUR NAVIRES DE + 400 TONNES	TONNES DE MGO CONSOMMÉES A QUAI	TONNES DE MARCHANDISES TRANSITANT PAR LES PORTS EUROPÉENS (REFERENCE EUROSTAT)	KGS DE MGO CONSOMMÉS PAR TONNE MANUTENTIONNÉE
7 099 400	8 590 274	2 709 866	3 300 000 000	0,82

Source : Jean Pierre Lamblin

Les émissions des navires à quai ne sont qu'une partie du problème et, en nous appuyant sur une étude du port de Valence menée en 2016 en collaboration avec l'université Polytechnica de Valence⁷, nous avons pu établir une méthodologie d'évaluation des émissions en provenance des autres segments opérationnels du port comme suit (Tableau 3).

Tableau 3 : Méthodologie d'évaluation des émissions en provenance des autres segments opérationnels du port

TYPE D'EQUIPEMENT	GRAMMES DE CO2 PAR TONNE MANUTENTIONNÉE	GRAMMES DE NOX PAR TONNE MANUTENTIONNÉE	GRAMMES DE PARTICULE PAR TONNE MANUTENTIONNÉE	GRAMMES DE SO2 PAR TONNE MANUTENTIONNÉE
REMORQUEURS, MATERIEL DE MANUTENTION, LOCOMOTIVES, POIDS LOURDS	858	9,03	0,25	0,0049
NAVIRES A QUAI	2 599	59,20	0,88	1,49
TOTAL	3 457	68,23	1,13	1,50

Source : Port de Valence/Agence européenne de l'environnement/Jean Pierre Lamblin

Nous pouvons donc, à partir de ces éléments, évaluer les émissions globales des ports africains et des deux ports ivoiriens suivant le tableau 4 ci-après.

Tableau 4 : Évaluation des émissions annuelles des ports africains et des ports ivoiriens

PORTS	TONNAGE ANNUEL	TONNES DE CO2	TONNES DE NOX	TONNES DE PARTICULES	TONNES DE SO2
CONTINENT AFRICAIN ABIDJAN SAN PEDRO	1 300 000 000 34 704 000 7 023 763	4 494 100 119 972 24 281	88 712 2 368 479	1 469 39 8	1 950 52 11

Source : JPL, NGUESSAN Alexis, suivant méthodologie d'évaluation des émissions du port de Valence et facteur d'émission de l'Agence européenne de l'environnement.

2.3. Méthodologie de calcul de l'énergie

Comme précédemment, nous continuons à exploiter l'étude du port de Valence qui a établi une étude sur la quantité d'énergie nécessaire aux différentes opérations. Nous avons retravaillé les données des navires à quai en tenant compte des rapports MRV qui nous ont semblé plus actuels et maintenu les données des autres segments. Ceci nous permet d'établir une quantité de KWh par tonne traitée (Tableau 5).

Tableau 5 : Estimation de la quantité de kWh par tonne traitée

TYPES D'EQUIPEMENT	KWh PAR TONNE MAINTENTIONNÉE
REMORQUEURS,MATERIELS DE MANUTENTION	1,97
POIDS LOURDS,LOCOMOTIVES	1,20
NAVIRES A QUAI	4,38
GLOBAL	7,55

Source : Memoria-Verificación-GEI-2016.pdf (valenciaport.com) page 25 + JPL

Ceci nous permet d'établir un besoin en énergie des ports africains et des 2 ports ivoiriens, comme indiqué dans le tableau 6 suivant.

Tableau 6 : Besoin journalier en énergie des ports africains et ivoiriens

PORTS CONTINENTAL	TONNAGE JOURNALIER	KWh PAR TONNE	KWh PAR JOUR	MWh PAR JOUR	MW
ABIDJAN	95 079	7,55	717 850	718	30
SAN PEDRO	19 243	7,55	145 286	145	6

Source : Méthodologie port de Valence et statistiques portuaires

2.4. Méthodologie de calcul des investissements en électrification des opérations portuaires

L'électrification des opérations portuaires a de multiples avantages, tant pour la santé des populations environnantes que pour le respect des engagements environnementaux du continent africain et de la baisse des émissions de CO₂ des opérateurs (les émissions de CO₂ à quai représentent 7 % des émissions globales de MRV). Il faut donc pouvoir évaluer les besoins en investissements en énergie des ports africains et des deux ports ivoiriens.

Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur une étude de l'association des ports britanniques sur les barrières au déploiement des branchements à quai au Royaume-Uni et ailleurs dans le monde dont on trouvera le détail dans le lien suivant BPA-Shore-Power-Paper-May-2020.pdf⁸. Une partie de ce document liste 28 projets dans le monde en reprenant les MW délivrés et le montant de l'investissement. Ce qui permet d'établir une moyenne d'investissement par MW déployé.

Mais pour électrifier les opérations à quai, l'investissement à terre ne suffit pas. Encore faut-il que les navires puissent se connecter, sans quoi l'investissement n'a pas de raison d'être. Inversement, les armateurs n'investiront pas si peu de ports offrent ces facilités. C'est pourquoi l'étude suggère que 66 % du coût pour le navire soit pris en charge par le port, ce qui accélérera le déploiement des solutions de branchement à quai. L'adaptation au branchement à quai d'un navire coûte autour de 1,5 million d'€, soit 983 935 500 francs CFA. Nous avons donc considéré le coût global pour les 11 702 navires ayant reporté leurs émissions en 2021 dans MRV, que nous avons divisé par le tonnage total transitant par les ports européens pour établir un coût à la tonne de l'adaptation des navires, présenté dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Coût global d'électrification des ports africains et ivoiriens

PORTS	TONNAGE ANNUEL	COUT D'ELECTRIFICATION DU PORT A LA TONNE	COUT D'EQUIPEMENT DES NAVIRES A LA TONNE	COUT GLOBAL A LA TONNE	COUT GLOBAL PAR PORT	CHIFFRE D'AFFAIRE GENERE POUR LES CHANTIERS NAVALS
CONTINENTAL ABIDJAN SAN PEDRO	1 300 000 000 34 704 000 7 023 763	1,10 € 1,10 € 1,10 €	3,51 € 3,51 € 3,51 €	4,61 € 4,61 € 4,61 €	5 998 120 314 € 160 122 129 € 32 407 212 €	6 914 818 182 € 184 593 731 € 37 360 034 €

Source : BPA-Shore-Power-Paper-May-2020.pdf ([britishports.org.uk](https://www.britishports.org.uk)), p. 50 à 57 + JPL

Nous avons un coût global à la tonne de 4,61 € la tonne, près de 6 milliards d'€ pour le continent africain, tout en générant un chiffre d'affaires additionnel de près de 7 milliards d'€ pour les chantiers navals.

2.5. Méthodologie de calcul des financements

Il s'agit pour le continent africain de financer 6 milliards d'euros, soit 3 935 742 000 000 Francs CFA pour l'électrification de ses

⁸ <https://www.britishports.org.uk/>

opérations portuaires, 120 millions d'euros (78 714 840 000 Francs CFA) pour le seul port d'Abidjan et près de 30 millions d'euros (19 678 710 000 Francs CFA) pour le port de San Pedro. Cela peut paraître colossal et hors d'atteinte si l'on considère que l'Europe y a consacré 300 millions d'euros pour 16 ports entre 2015 et 2022, dont 105 millions pour la France. C'est pourquoi, il est nécessaire de réfléchir à des solutions financées par le seul marché et l'industrie en limitant le recours aux fonds publics, qu'ils soient nationaux ou internationaux.

2.5.1. Différentiel de prix du KWH électrique et MGO

Jusqu'en 2021, le prix du kWh électrique issu du réseau et des énergies traditionnelles était assez nettement supérieur à l'équivalent provenant de la consommation du MGO. C'est ce qui apparaissait dans les échanges entre armateurs de croisières et les autorités portuaires sur la faisabilité des branchements à quai. C'est également ce qui apparaît dans l'étude des ports britanniques. Chacun a pu également constater l'envolée des prix de l'énergie électrique l'année dernière, partout dans le monde. Mais entre-temps, le coût à la tonne du MGO a lui aussi augmenté, quand, dans le même temps, les solutions ENR permettent d'avoir un coût de l'électricité inférieur au coût du réseau. Actuellement, le coût du KWH MGO s'établit à 0,15 €, quand en 2021, il était autour de 0,10 € ; le port a la possibilité d'avoir accès à une offre mixte ENR de 0,10 €, ce qui lui permet de dégager une marge de 5 centimes du KWh, soit 0,29 € la tonne.

2.5.2. Contribution des chargeurs

Tous les ports dans le monde mettent à contribution les chargeurs par une facturation à la tonne pour les faire participer aux investissements dans les infrastructures, qui apparaît généralement dans les liquidations douanières que tout transitaire refacture à l'identique à son client chargeur. Cette tarification répond à un niveau d'acceptabilité par le marché. Il s'agit d'envisager une nouvelle ligne tarifaire dite « contribution climat » en concertation ou non avec les associations locales de chargeurs qui, suivant le contexte économique local, pourrait s'établir à 1 € la tonne, soit environ 10 € par conteneur 20' ou 20 € par conteneur 40'.

2.5.3. Délais de remboursement des emprunts

Comme constaté, la couverture des investissements proposés ci-dessus implique uniquement le marché et ne fait appel à aucune

contribution publique, contrairement aux investissements européens, mais, comme on peut le constater dans le tableau 8 ci-dessous, cette proposition permet également d'accélérer les délais de remboursement et la charge de la dette pour les ports.

Tableau 8 : Temps d'amortissement des investissements

Scénarios	Contribution par tonne	Coût d'investissement total à la tonne	Nombre d'années de remboursement
Scénario 1 : marge générée sur différentiel de coût renouvelable et MGO	0,29 €	4,61 €	16
Scénario 2 : marge sur MGO + contribution chargeurs	1,29 €	4,61 €	4

Source : JP Lamblin

On a maintenant confirmation que les 6 milliards d'€ d'investissement pour le continent africain, les 120 millions d'€ pour le port d'Abidjan et près de 30 millions d'€ pour le port de San Pedro peuvent être amortis en 4 ans.

3. Présentation des PPA et ELD en Europe

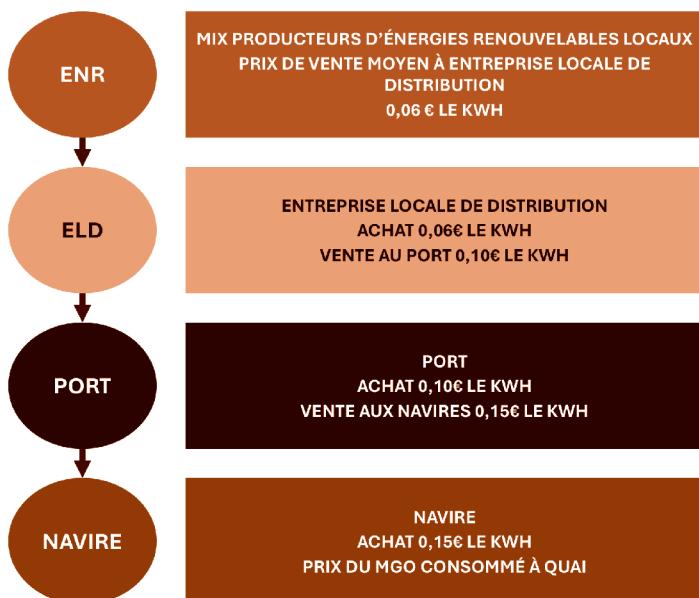
On dénombre 1 400 entreprises locales de distribution d'énergie en Europe, qui peuvent, suivant la réglementation européenne, passer des accords d'achat à long terme et à prix définis avec des producteurs locaux d'énergie renouvelables (ENR). Cependant, ce type de process est encore peu répandu, les producteurs d'ENR préférant répondre à des appels d'offres nationaux pour alimenter les réseaux nationaux de distribution de l'énergie et participer au mix du marché énergétique national ou continental dans le cas de l'Europe. Ces dernières années, différentes initiatives de sociétés d'énergie municipales sont apparues, notamment à Marseille, qui peuvent servir à notre démonstration de leur valeur stratégique pour les villes portuaires, les ports, les industriels et les PME locales.

3.1. ELD et communautés de producteurs d'énergies renouvelables

Nous avons identifié 3 sources de production d'énergies renouvelables autour des ports qui sont respectivement la houle, les panneaux photovoltaïques et les éoliennes en mer. Si chacun des utilisateurs locaux de ces énergies concluait des PPA individuellement, cela pourrait être très compliqué, laborieux pour chacun d'entre eux. Il est donc plus avisé de passer par une entreprise locale de distribution qui saura mutualiser les besoins et l'offre.

Il y a, par ailleurs, un gros risque que les gros usagers aillent se fournir auprès du moins disant, la houle par exemple (0,03 € le kWh) et que cette solution « cannibalise » les deux autres solutions. C'est pourquoi, dans le schéma du BM de cet écosystème sur la figure 1 ci-dessous, nous considérons un achat par l'ELD locale à 0,06 € le kWh auprès des producteurs, ce montant pouvant être adapté à l'environnement local.

Figure 1 : Business Model Ecosystème ENR ELD Port

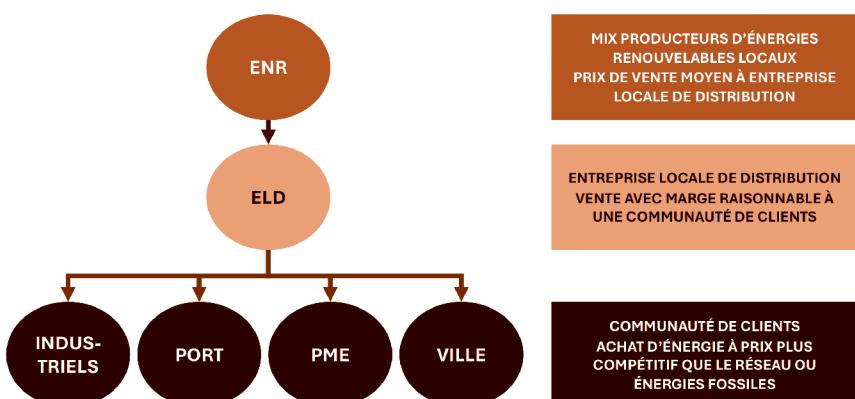


Source : JP Lamblin

3.2. ELD et besoins d'énergies locales

Les Entreprises Locales de Distribution (ELD) ont l'avantage, par rapport au réseau national, de pouvoir quantifier/mutualiser et anticiper les besoins locaux en énergie. La ville de Marseille et le port de Marseille en sont un bon exemple. À priori, le besoin en énergie du port de Marseille, divisé en deux bassins éloignés de 70 km, est de 73 MW. Mais les besoins à venir des data centers de la ville de Marseille vont ajouter 152 MW, ce qui, au total, représente un besoin nouveau et difficilement identifiable par le réseau ou le régulateur national de 225 MW. C'est l'équivalent du besoin en énergie d'une ville de près de 900 000 habitants. Et cela double le besoin en énergie de la ville de Marseille. De la même façon, la zone industrielle de Fos-sur-Mer, terminal à conteneurs du port de Marseille, voit arriver sur son territoire une giga usine de fabrication de panneaux photovoltaïques, 1 milliard d'€ d'investissements, 3 000 emplois directs avec un besoin de 240 MW, soit presque l'équivalent de 20 % des besoins en énergie des ports africains. On est devant des besoins nouveaux et rapides en énergie électrique que l'écosystème ENR, les ELD locales doivent couvrir très rapidement, et un BM des ELD qui s'étend au tissu économique et industriel local, comme représenté par la figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : Ecosystème étendu des ELD



Source : JP Lamblin

3.3. ELD locales pilotes de l'offre D'ENR et des besoins locaux

Il s'est agi de vérifier que les ELD locales étaient stratégiquement positionnées pour identifier les besoins actuels et à venir. Il sera question, dans ce qui va suivre, de voir comment, du fait de leur interaction avec les producteurs d'énergies renouvelables, elles vont avoir un rôle moteur dans la compétitivité économique de leur territoire.

3.3.1. Prix de l'énergie et impact économique

Le coût de l'énergie a subi, nul ne l'ignore, de très fortes hausses en 2022, y compris pour le coût de l'électricité qui subit la hausse du gaz sur les marchés où on applique une politique de mix énergétique incluant le gaz. À Fos-sur-Mer, le kWh de gaz a grimpé l'année dernière à 0,22 € le kWh contre 0,05 € actuellement. Cela a engendré la fermeture des hauts fourneaux d'Arcelor Mittal. La facture énergie de la ville de Marseille est passée de 20 millions d'€ à 45 millions d'€. L'augmentation correspond au coût de construction de trois écoles suivant le lien suivant. Crise énergétique : le maire de Marseille annonce des économies pour compenser le surcoût de 25 millions d'euros (francetvinfo.fr). Ces fluctuations du prix de l'énergie, quand elle dépend d'un mix énergétique national, ont des effets ravageurs tant économiques que pour les finances publiques locales ou nationales.

3.3.2. BM des producteurs d'énergies renouvelables et réseaux électriques nationaux

Cependant, l'offre d'ENR notamment de l'éolien marin, a récemment subi des revers. Les tensions sur les supply chains, la hausse des taux d'intérêt renchérissent le coût d'investissement et, dans le même temps, les autorités nationales gestionnaires des réseaux souhaitent obtenir les meilleurs prix d'achat possibles.

Il y a quelques mois, un appel d'offres du gouvernement britannique pour un parc éolien en mer de 5 GW n'a pas trouvé preneur compte tenu du prix de rachat du kWh jugé trop bas par les producteurs. Cela va directement impacter la facture énergétique de l'équivalent d'une population de 5 millions d'habitants qui continueront à se fournir en gaz avec un surcoût évalué à 1 milliard d'€.

On s'aperçoit que la croissance rapide et mal identifiée des besoins nouveaux risque à la fois d'accroître la pression sur les prix, notamment au travers du mix énergétique dépendant du gaz, des lenteurs

de mise en route de l'adaptation du réseau national à ces nouvelles donnes. Les lancements de projets ENR peuvent être plus ou moins longs, suivant les procédures administratives de chaque pays et les oppositions plus ou moins importantes qu'elles peuvent susciter. Ils sont, en tout état de cause, beaucoup plus rapides s'ils sont réalisés à un niveau local et susceptibles de créer de l'emploi et de faire baisser les factures énergétiques de la communauté. On estime en France qu'un MW de PV installé génère 35 emplois.

En France, suivant un article paru dans le journal *Les Échos*, il est envisagé de construire des lignes supplémentaires haute tension pour permettre de transporter l'électricité de la région productrice, la Normandie (énergie nucléaire), à la région Hauts-de-France qui va concentrer des besoins nouveaux dans l'industrie des batteries et des panneaux photovoltaïques. Ce qui est problématique, tant en termes d'efficacité (perte d'énergie) que financier et de réactivité (plusieurs années de réalisation). On peut, pour le continent africain, avoir la même réflexion sur les projets de méga-production d'électricité solaire développés ou en projet au Maroc, en Algérie et en Tunisie.

3.3.3. Proposition de BM pour les écosystèmes ENR des villes portuaires

Les business Model BM des écosystèmes des Energies Renouvelables ENR n'ont pas encore trouvé leur voie en Europe. Cela est principalement dû, à notre avis, sur l'individualisation de l'offre et de la demande. Ce qui ne permet pas la massification du déploiement des ENR avec un risque élevé pour les investisseurs, face à un marché très volatile. En fait, comme on l'a vu plus haut, il est très difficile de concevoir cette industrie comme un marché classique avec des acheteurs concentrant la demande (typiquement les réseaux nationaux d'électricité), cherchant à acheter à des prix « serrés » pour une revente avec la marge la plus importante possible à leur réseau d'utilisateurs multiples.

Du côté de l'offre, les ENR nécessitent des capitaux énormes (pour l'éolien terrestre et maritime, mais moindres pour les PV) et une attente de retour sur investissement rapide, surtout si on considère le lancement de parcs qui doivent répondre à une demande nationale. Il suffit d'une évolution du marché, des taux d'intérêt pour que l'ensemble de ces projets soient remis en cause et retardent d'autant la transition énergétique d'un ensemble d'écosystèmes, comme on a pu le voir en Europe.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que nous pensons que les ELD se doivent d'être les pilotes et les régulateurs de leur marché énergétique local. Il faut pouvoir concevoir une approche consolidée de l'offre d'ENR ou que le moins-disant tarifaire, en l'occurrence la houle (qui offre un tarif de 0,03 € le kWh), ne puisse pas « cannibaliser » l'offre des panneaux photovoltaïques à 0,04 € le kWh ou l'éolien marin qui, actuellement, a des difficultés à offrir 0,06 € le KWh. Côté acheteur, une approche individualisée renforcera ce risque, là où une marge raisonnable pourrait être envisagée, permettant de pénaliser l'offre. C'est pourquoi nous suggérons que les ELD négocient en toute transparence leurs achats indexés sur l'offre la plus élevée et leurs ventes à un prix unique à négocier avec l'écosystème local. Nous avons retenu l'hypothèse d'un achat modulable à 0,06 € le kWh et d'une vente modulable également à 0,10 € le kWh. C'est sur cette base que nous avons calculé la création de valeur de l'ensemble de l'écosystème ENR, ELD et ports.

3.3.4. Crédit de valeur pour les ELD dans un environnement en pleine évolution, le cas de Marseille et de Fos

L'étude que nous avons réalisée porte sur les ports africains et plus précisément, les ports d'Abidjan et de San Pedro. Mais en Afrique comme en Europe, l'électrification des opérations à partir d'énergies renouvelables concerne toutes les activités d'une ville portuaire, que ce soit l'industrie, les services privés et ceux de la municipalité, qui, tous, sont actuellement dépendants des énergies fossiles avec tous les risques inflationnistes qui en découlent. Dans ce cadre, il est intéressant d'illustrer cet impact avec deux exemples français : ceux de la ville de Marseille et de la zone industrielle du port de Marseille située à Fos-sur-Mer.

L'ELD de Marseille va générer 56 millions d'€ de chiffre d'affaires par la fourniture d'électricité au port. Mais la municipalité de Marseille a vu son budget exploser en 2023 en passant de 20 millions à 45 millions d'€ en un an. On peut donc en déduire que le BM de l'ELD peut participer au rétablissement d'un niveau de dépense plus proche de l'ancien budget, mais également que le poste de budget énergie devienne un centre de profit. Par ailleurs, les centres de données marseillais vont, dans les prochaines années, avoir un besoin de 152 MW, ce qui générera le double de revenu engendré par le port, soit 112 millions d'€ par an, et donc, globalement, un chiffre d'affaires qui s'établirait à 168 millions d'€ par an.

À Fos, l'entreprise Carbon, fabricant de panneaux photovoltaïques, qui investit 1 milliard d'€ et crée 3 000 emplois a un besoin de 240 MW. Cela va générer 210 millions d'€ de chiffre d'affaires annuel pour l'ELD locale (différente de celle de Marseille), et ce, sans considérer l'ensemble des besoins à venir des industriels de la zone de Fos-sur-Mer.

Les deux entités ELD sont donc susceptibles de générer ensemble un total d'environ 380 millions d'€ de chiffre d'affaires annuel, soit 6 fois le chiffre d'affaires généré par le port. Peut-être devrons-nous en tenir compte dans l'évaluation du potentiel des ELD des villes portuaires africaines ?

On peut aussi raisonner en comparatif de population urbaine les nouveaux besoins entre Marseille et Fos. C'est l'équivalent de la consommation d'une ville de 1,8 million d'habitants à satisfaire dans les prochaines années. Le réseau traditionnel peut-il l'absorber ?

Parallèlement, le gestionnaire de l'électricité en France RTE a reçu des demandes de raccordement au réseau électrique haute tension de la part des aciéries et cimenteries qui doublent les besoins en énergie électrique existante, tel qu'évoqué dans l'extrait suivant : « *La totalité des demandes de raccordement adressées à RTE par les grands industriels voisine les 18 gigawatts, alors que la puissance aujourd'hui appelée par l'industrie est de 15 gigawatts.* »⁹ Ce qui constituera très certainement une tension sur les prix du marché de l'électricité pour l'ensemble des autres industries, d'où la nécessité pour l'ensemble des écosystèmes environnants de concevoir une approche locale non dépendante du marché et réseau national et traditionnel.

4. Crédit de valeur pour les écosystèmes ENR ELD et ports

4.1. Fonds publics et mécanismes de marché

16 projets de branchements à quai ont mobilisé près de 300 millions d'€ de fonds publics en Europe entre 2015 et 2022, suivant l'étude de l'association des ports britanniques BPA¹⁰ (p. 50-57), dont 100 millions en France. Comme on l'a vu précédemment, ces fonds

⁹ Pour se décarboner, l'industrie lourde française se rue sur l'électricité (ouest-france.fr)

¹⁰ bpa_shore_power_paper_may_20201.pdf (britishports.org.uk)

publics apportent une réponse partielle à la pollution de l'air des ports, et les mécanismes de marché décrits plus haut permettent de « lever » 10 fois plus de moyens financiers que ceux qui ont été mobilisés à ce jour, avec des périodes de remboursement très courtes.

On peut donc mobiliser 6 milliards d'€ pour l'électrification des ports africains entièrement financée par des fonds privés, qui doivent être rapprochés des 24 milliards d'€ que le sommet africain sur le climat compte mobiliser pour l'électrification de l'ensemble du continent suivant l'extrait suivant : « *Certes, ce sommet de Nairobi a permis de mobiliser 23 milliards de dollars d'investissements supplémentaires, dont quatre milliards de la part des seuls États des Emirats arabes unis.* »¹¹

N'oublions pas également que ces financements génèrent 7 milliards d'€ de chiffre d'affaires supplémentaire pour les chantiers navals du continent, ce qu'aucun financement public européen ne réalisait.

4.2. Récapitulatif de la création de valeur pour les ports

Nous arrivons à la fin de cette étude qui aura démontré que les Entreprise Locales de Distribution (ELD) qui pourraient être des régies municipales comme à Marseille sont susceptibles de créer de la valeur pour un ensemble d'intervenants, comme présenté dans les tableaux 9 et 10 suivant les investissements et le chiffre d'affaires.

Tableau 9 : Crédit de valeur investissement

PORTS	TONNAGE ANNUEL	MW	PRODUCTEURS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES	BRANCHEMENTS A QUAI	ELECTRIFICATION TERMINAUX ET MOUVEMENTS	RETROFIT NAVIRES	TOTAL
CONTINENTAL	1 300 000 000	1 120	9 433 231 915 €	654 333 333 €	466 100 457 €	6 916 000 000 €	17 471 665 705 €
ABIDJAN	34 704 000	30	251 877 145 €	17 467 680 €	12 442 731 €	184 625 280 €	466 412 836 €
SAN PEDRO	7 023 763	6	50 977 564 €	3 535 294 €	2 518 292 €	37 366 419 €	94 397 569 €

Source : JP Lamblin

Tableau 10 : Crédit de valeur : chiffre d'affaires annuel

PORTS	TONNAGE ANNUEL	PRODUCTEURS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES	ENTREPRISES LOCALES DE DISTRIBUTION	PORTS	TOTAL CHIFFRE D'AFFAIRE ANNUEL	CHIFFRE D'AFFAIRE DES PORTS	% AUGMENTATION CA DU PORT
CONTINENTAL	1 300 000 000	588 900 000 €	981 500 000 €	1 472 250 000 €	3 042 650 000 €	7 000 000 000 €	21%
ABIDJAN	34 704 000	15 720 912 €	26 201 520 €	39 302 280 €	81 224 712 €	193 000 000 €	20%
SAN PEDRO	7 023 763	3 181 765 €	5 302 941 €	7 954 412 €	16 439 117 €	32 000 000 €	25%

Source : JP Lamblin et croisement des données BPA et Gaussia

¹¹ Sommet sur le climat : L'Afrique prête à passer « directement aux énergies renouvelables sans passer par la case des énergies fossiles », bonne solution pour les pays émergents selon François Gemenne (francetvinfo.fr)

On peut donc confirmer que les ports du continent africain peuvent générer autour de 21 % d'augmentation de leur chiffre d'affaires en participant à l'écosystème des énergies renouvelables constitué autour des Entreprises Locales de Distribution (ELD) des villes portuaires.

Conclusion

Au terme de cette réflexion, force est de constater que la décarbonisation est un impératif pour les ports, à quelque niveau qu'ils se situent. Les règles de calcul des émissions mettent en lumière les niveaux de pollution émanant des types de gaz considérés. Dans la contribution à la décarbonation, les entreprises locales de distribution d'énergie renouvelable sont appelées à proposer des solutions énergétiques somme toute nouvelles pour participer à cette transition. Avec le branchement à quai des navires, les ports sont doublement gagnants, en termes de préservation de l'environnement et de création de richesse à partir des taxes et autres redevances applicables aux divers clients. Cette propension à la création de valeur concerne aussi les villes portuaires qui participent à l'écosystème.

Références bibliographiques

- Hervé DEISS, 2022. Les ports face à la transition écologique. <https://www.meret-marine.com/fr/vie-portuaire/les-ports-face-a-la-transition-ecologique>
- Mathilde Riaud, 2021. L'économie maritime durable cherche encore son cap vers la croissance responsable. <https://www.lesechos.fr/thema/articles/economie-maritime-durable-lheure-des-actes-1329807>
- Romuald LACOSTE, 2015. Vers une redéfinition du rôle des ports de commerce dans les territoires par le prisme de la transition énergétique ? Région et Développement, n°41, p. 176-199.
- Union africaine, 2021. Note conceptuelle : opportunités et défis pour la transition énergétique en Afrique : que faudra-t-il à l'Afrique pour réaliser des zéro émissions nettes ? 7 p.

Chapitre 2.

Ports et transition énergétique en Afrique Atlantique : cas de la dématérialisation au sein des administrations publiques ivoiriennes

Dr Paul MANLAN

Directeur Général, Cabinet MICE – Abidjan- Côte d'Ivoire

Résumé

Au cours de la prochaine décennie, la transition énergétique transformera le paysage économique mondial en termes de régulations, d'investissements industriels et énergétiques et de solutions technologiques développées. Le continent africain est appelé à jouer un rôle important dans cette transition, tout en répondant à ses propres besoins de développement durable.

Dans cette contribution, nous examinons la place des ports dans la transition énergétique en Afrique Atlantique, en mettant l'accent sur la dématérialisation au sein des administrations publiques ivoiriennes et leurs liens avec la lutte contre le réchauffement climatique.

Notre étude qualitative a consisté en des entretiens semi-directifs auprès de 15 responsables de trois ministères (Commerce, Défense, Agriculture) et de l'autorité portuaire ; complété par des retours d'expérience du projet IPCOEA dans huit pays ouest-africains.

Comme résultats, il ressort que pour tirer pleinement profit de cette dynamique naissante, les pays africains devraient s'engager sur des chemins innovants et adaptés à leurs spécificités et à leurs contraintes. Ils devraient également identifier des leviers stratégiques pour stimuler l'avancement et l'accélération de leur transition énergétique, en maximisant les retombées économiques, sociales et environnementales. La transition énergétique en Afrique doit être juste et

adaptée aux contextes locaux. Elle exige des moyens financiers, du leadership, une coordination interinstitutionnelle et des infrastructures énergétiques fiables.

Mots-clés : transition énergétique, ports, Afrique Atlantique, Côte d'Ivoire, dématérialisation.

Abstract

Over the next decade, the energy transition will transform the global economic landscape in terms of regulations, industrial and energy investments, and technological solutions developed. The African continent is set to play an important role in this transition, while meeting its own sustainable development needs.

In this contribution, we examine the role of ports in the energy transition in Atlantic Africa, focusing on digitization within Ivorian public administrations and their links to the fight against global warming.

Our qualitative study consisted of semi-structured interviews with 15 officials from three ministries (Trade, Defense, Agriculture) and the port authority, supplemented by feedback from the IPCOEA project in eight West African countries.

The findings show that, in order to take full advantage of this emerging momentum, African countries should embark on innovative paths tailored to their specific characteristics and constraints. They should also identify strategic levers to stimulate the advancement and acceleration of their energy transition, maximizing economic, social, and environmental benefits. The energy transition in Africa must be fair and adapted to local contexts. It requires financial resources, leadership, inter-institutional coordination, and reliable energy infrastructure.

Keywords: energy transition, ports, Atlantic Africa, Côte d'Ivoire, dematerialization.

Introduction

Au cours de la prochaine décennie, la transition énergétique transformera le paysage économique mondial en termes de régulations, d'investissements industriels et énergétiques et de solutions technologiques développées. Le continent africain est appelé à jouer un rôle important dans cette transition, tout en répondant à ses propres besoins de développement durable. Pour tirer pleinement profit de cette dynamique naissante, les pays africains devraient s'engager sur des chemins innovants et adaptés à leurs spécificités et à leurs contraintes. Ils devraient également identifier des leviers stratégiques pour stimuler l'avancement et l'accélération de leur transition énergétique, en maximisant les retombées économiques, sociales et environnementales.

D'une façon générale, la transition énergétique est essentielle dans les stratégies de développement durable et de lutte contre le réchauffement climatique. Cet objet pose la problématique de l'audit de la dématérialisation des procédures au sein des administrations publiques ivoiriennes, à travers un listing des facteurs clés de succès et des freins y afférents.

Le recours à l'approche qualitative, à l'aide d'un guide d'entretien individuel réalisé auprès de quinze responsables dans trois départements ministériels que sont les ministères du Commerce, de la Défense et de l'Agriculture et l'autorité portuaire, a permis de mettre en évidence deux catégories de résultats. Premièrement, la dématérialisation est un processus qui dépend de plusieurs facteurs primordiaux, et notamment de l'adhésion du personnel, de la formation et de la dotation en infrastructures informatiques et énergétiques. Deuxièmement, quatre freins majeurs à la dématérialisation des procédures sont identifiés. Il s'agit de la résistance du personnel, de l'absence d'énergie, du manque d'outils informatiques et de l'absence d'infrastructures appropriées. Il est à relever aussi le problème de leadership dans la conduite du projet entre les institutions que sont les ports, les douanes et le ministère du Commerce. Les mêmes constats se sont dégagés dans le cadre du projet IPCOEA, qui nous a permis de parcourir huit pays d'Afrique de l'Ouest pour collecter des formations pratiques sur l'implémentation des guichets uniques et des ports *community systems*.

Au regard de ce qui précède, la présente recherche dégage des implications managériales et des perspectives pertinentes. Ce contexte invite à s'intéresser aux stratégies énergétiques portuaires et à la

façon dont elles tentent de s'ancrer dans une nouvelle dynamique environnementale, industrielle et territoriale.

Notre étude est structurée en deux parties. La première fait état du concept de transition énergétique, la seconde, d'une analyse et d'un diagnostic de l'état des lieux en matière de transition énergétique dans les pays africains.

Dans le contexte de la pratique de la transition énergétique dans les ports africains, un atelier de travail portant sur la création d'un forum africain des ports verts s'est tenu à Addis-Abeba, en Éthiopie, les 28 et 29 mars 2023. Le port autonome d'Abidjan y était représenté par M. ASSI Achy Magloire, directeur du contrôle de l'audit et de la qualité, et par Mme SILUÉ Aurore, directrice adjointe du contrôle interne et gestion de la performance.

Conjointement organisé par la Commission de l'Union africaine et la Coopération allemande (GIZ), ce cadre d'échanges qui a réuni plusieurs ports africains avait pour objectif de mobiliser l'ensemble des parties prenantes de l'industrie maritime et portuaire du continent afin de mettre en place un cadre collaboratif entre les acteurs portuaires africains.

Cette rencontre a donc été l'occasion pour les participants issus de plusieurs pays du continent, de plancher sur les projets de statut, mais aussi d'analyser et de passer en revue le plan d'actions établi à cet effet.

Cet atelier d'une haute importance pour la préservation de l'environnement et un développement économique durable a également vu la participation d'associations maritimes et portuaires sous-régionales, dont, entre autres, l'Association de gestion des ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AGPAOC), représentée par son secrétaire général, M. Jean-Marie KOFFI.

Transition écologique et énergétique des ports, ports durables ou du futur, éco-ports, telles sont les nombreuses démarches envisagées par les acteurs du domaine maritime et portuaire africain, afin de préserver l'environnement et le climat.

« Air, énergie, changement climatique, bruit, déchets, sédiments, eau » sont autant de priorités au cœur de tous les enjeux de la création de ce forum africain des ports verts, qui donne une lueur d'espoir pour les ports africains : *un port pense développement pour se positionner, mais un port vert, garanti sans aucun doute, un développement durable certain.*

1. Du concept de la transition énergétique

Le concept de transition énergétique est apparu en 1980. Le passage progressif des énergies carbonées, polluantes ou à risque aux énergies propres, renouvelables et sans danger (solaire, éolienne, géothermique, hydraulique et marémotrice) répond à une série d'enjeux complémentaires. Il s'agit de :

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- la sécurisation des systèmes énergétiques (à terme, abandon du nucléaire) ;
- la décentralisation et le réaménagement des infrastructures, avec une meilleure répartition d'emplois non délocalisables ;
- la diminution de la consommation (efficience énergétique) ;
- la réduction des inégalités de l'accès à l'énergie et le progrès de l'indépendance énergétique.

La transition énergétique désigne l'ensemble des transformations du système de production, de distribution et de consommation d'énergie effectuées sur un territoire dans le but de le rendre plus écologique. Concrètement, la transition énergétique vise à transformer un système énergétique pour diminuer son impact environnemental. Mais comment la comprendre ?

Volet essentiel du concept de transition écologique, la transition énergétique consiste en une série de changements majeurs dans les systèmes de production de l'énergie et sa consommation. La transition énergétique a trois volets principaux. Le premier volet concerne la transformation du système de production énergétique, qui consiste à passer d'un système énergétique essentiellement fondé sur des énergies fossiles et polluantes à un système fondé sur des énergies renouvelables et moins polluantes. Le second volet prend en compte l'efficacité énergétique, qui consiste à améliorer le rendement énergétique des systèmes énergétiques. Le troisième volet cible la sobriété énergétique, qui consiste à réduire les besoins en énergie grâce à des changements structurels et à une transformation des modes de consommation.

2. Analyse diagnostique de l'état des lieux

2.1. *Etat des lieux de la transition énergétique dans les pays africains*

La contribution des pays africains à la dégradation de l'environnement et à ses impacts sur le changement climatique est la plus faible par rapport à toutes les autres régions du monde. En effet, la contribution des pays africains aux émissions de dioxyde de carbone (CO_2) se situe entre 3 et 5 % des émissions mondiales. Malgré sa faible contribution aux émissions de CO_2 , l'Afrique est gravement menacée par les changements climatiques.

L'objectif est d'attirer l'attention et de bien comprendre les transformations du système énergétique nécessaires à court, moyen et long terme pour réaliser la transition énergétique, en identifiant des cadres destinés à soutenir l'élaboration de stratégies sectorielles et technologiques détaillées, pertinentes sur le plan politique et pilotées par les pays, conformément au programme de développement national et à l'objectif de l'Accord de Paris.

Il est question de disposer d'un panorama de regards croisés face aux enjeux énergétiques actuels et à venir. Il est question de faire mention des initiatives, d'apporter une réflexion profonde sur la transition énergétique, de relever les opportunités, mais aussi, les freins à son implémentation en Côte d'Ivoire et en Afrique. Il s'agit aussi de formuler des propositions dans une logique appliquée et opérationnelle pour les acteurs et usagers des ports africains, les autorités portuaires et les pouvoirs publics africains qui ont à encourager et même stimuler l'engagement des différents acteurs, tant privé que public, afin que la transition énergétique s'accélère et se matérialise par de véritables résultats opérationnels. Ils se doivent d'exhorter les autorités portuaires à inclure dans les veilles techniques, technologiques et stratégiques, la cartographie des technologies du futur afin de rendre toutes les activités connexes à l'import-export et à la logistique portuaire plus propres dans le respect des normes environnementales.

2.2. *Présentation des stratégies et politiques de mise en place*

La dématérialisation est une opération liée à une technologie consistant à remplacer un support matériel tangible par un procédé

électronique. Son enjeu devient de plus en plus une préoccupation majeure pour les responsables de l'administration publique par rapport à la qualité des services publics. Dans cette optique, l'objet de notre recherche est de cerner les différents facteurs clés de succès et les obstacles à la dématérialisation des procédures dans l'administration publique ivoirienne.

Depuis l'adoption de sa stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre, en avril 2018, l'Organisation maritime internationale vise la réduction des émissions de CO₂ par l'activité de transport d'au moins 40 % d'ici 2030 et de 70 % d'ici 2050. L'OMI a aussi identifié le secteur des transports comme deuxième source majeure d'émission de CO₂ avec 25 % du total mondial, après le secteur de l'énergie (41 %) et devant l'industrie et la construction (18 %).

Le 2 mars 2023, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a dévoilé les chiffres des émissions mondiales de gaz à effet de serre liées à l'énergie. Celles-ci ont augmenté de 321 millions de tonnes en 2022, soit une hausse de 0,9 % par rapport à 2021. La conversion énergétique des unités actuelles et la construction de navires moins énergivores s'imposent dès lors aux ports africains en général.

3. Développement du numérique et lutte contre le réchauffement climatique

3.1. *L'impact environnemental du numérique*

L'impact environnemental des TIC est bien documenté à un double titre : par l'utilisation importante de métaux employés pour l'électronique, dont l'extraction et la transformation sont coûteuses en énergie sans être toujours recyclables, mais également, par l'usage d'Internet et de l'augmentation exponentielle du trafic de données (+20 % par an).

La croissance de ces flux nécessite une puissance de calcul et d'énergie des centres de traitement de données équivalente à 1,5 % de la consommation mondiale d'électricité et à 2 % des émissions mondiales de CO₂, soit presque autant que le trafic aérien mondial ! Avec le développement de l'Internet et les besoins accrus de traitement et de stockage qui en découlent pour les entreprises et les collectivités territoriales, la demande énergétique continuera à croître fortement dans les années à venir.

Les plus gros opérateurs du numérique, dont l'empreinte environnementale est inversement proportionnelle à leur consentement à l'impôt, notion naissante ou inexistante en Afrique, ont d'ailleurs longtemps été épingleés par les organismes de veille environnementale pour leurs énergies « sales », avant d'engager un début de mue énergétique en s'appuyant sur la réutilisation de la chaleur et le recours aux énergies renouvelables. La question s'est principalement déplacée sur le terrain de la consommation énergivore en électricité, où la concentration de la majeure partie des plus gros data centers entraîne des problèmes de disponibilité électrique.

L'Afrique est en passe, dans différents domaines, de dématérialiser de plus en plus son environnement économique. Actuellement, les différents ports des pays côtiers ont des projets de dématérialisation en cours et en constante évolution. Les acteurs territoriaux sont de plus en plus demandeurs d'informations et de solutions pour sécuriser efficacement leurs propres données. Quant aux États, ils tentent de répondre aux objectifs d'efficacité de leur mix énergétique définis dans leur plan climat territorial.

À l'image de l'Europe, l'Afrique entame à son rythme, le passage à une révolution numérique en s'appuyant sur une convergence de l'Internet et des énergies renouvelables. Encore faudrait-il qu'elle maîtrise les effets du réchauffement climatique.

3.2. Présentation des propositions de solutions et moyens de contrôle ainsi que les actions correctives

Les services et usages se développent dans le secteur de l'environnement et de l'énergie pour lutter contre le réchauffement climatique : rénovation thermique des bâtiments, réseaux d'énergies renouvelables, mobilité durable, optimisation des déchets. Nous assistons actuellement à la multiplication de solutions et techniques présentées comme des avancées pour la réduction des émissions de CO₂, l'amélioration de la qualité de l'air ou la limitation des consommations d'énergie et d'eau.

Internet permet de s'affranchir des distances physiques en généralisant la dématérialisation des actes administratifs de la vie courante, en favorisant le commerce électronique ou en développant le télétravail et les réunions en visioconférence, l'implémentation des guichets uniques dans divers domaines dont on vante les avantages, dont trois sont mentionnés ci-après :

- la réduction du déplacement des opérateurs économiques ;

- le traitement rapide des demandes par les agents de l’État ;
- le gain en temps dans la procédure d’obtention de l’autorisation.

Sans minimiser les dérives existantes et les risques de désocialisation, on assiste notamment à une multiplication de projets privés et publics de télé centres en tous points du territoire. Les collectivités territoriales s’emparent également de plus en plus de la question des services de mobilité durable avec des politiques incitatives intégrant des portails et outils de mise à disposition d’informations et de mutualisation en temps réel pour favoriser l’inter modalité et l’usage des transports collectifs. De nombreux progrès restent néanmoins à faire pour généraliser la mise à disposition des données de mobilité pour encourager le report modal et une gestion plus rationnelle et écologique du transport des personnes et des marchandises.

3.3. Numérisation des données de l’énergie, progrès au service des usagers, efficacité énergétique et actions spécifiques en Côte d’Ivoire

Le rôle de la donnée numérique au cœur des stratégies de déploiement des compteurs et réseaux intelligents bouleverse la chaîne de valeur entre le monde des TIC et celui de la production / distribution de l’énergie. Depuis 2015, cet environnement est notamment marqué par deux faits significatifs : le déploiement généralisé de compteurs dits « communicants », appelés à remplacer les compteurs traditionnels d’électricité et l’accélération du processus d’industrialisation. Définis communément comme des réseaux intelligents, ils peuvent s’appliquer principalement au secteur de l’électricité, du gaz ou de l’eau en Côte d’Ivoire. C’est l’expression de la matérialisation des actions en Côte d’Ivoire.

La Côte d’Ivoire a rehaussé son ambition climatique. En la matière, le ministre Jean-Luc Assi a précisé que cela vient marquer la volonté de la Côte d’Ivoire de s’engager sur une trajectoire de développement bas carbone et résilient aux changements climatiques : « *Cet objectif correspond à un abattement chiffré d’environ 37 millions de tonnes équivalent CO₂, là où l’ambition de la Côte d’Ivoire dans son premier document CDN, en 2015, affichait un abattement de 9 millions de tonnes équivalent CO₂, soit une réduction de 28,25 % en 2030 par rapport à un scénario de référence.* »

Pour atteindre cet abattement d’environ 37 millions de tonnes équivalent CO₂, les acteurs et parties prenantes impliqués en Côte

d'Ivoire ont identifié cinq secteurs clés du développement économique. Ce sont l'agriculture, l'élevage, la forêt et l'utilisation des terres, les ressources en eau, la santé et les zones côtières. Si l'objectif est de rendre plus résilients ces secteurs clés de l'économie ivoirienne à travers des mesures d'adaptation et d'atténuation, Jean-Luc Assi a évoqué plusieurs actions sur lesquelles la Côte d'Ivoire va miser jusqu'en 2030. Ce sont entre autres « *l'augmentation du reboisement par la conversion d'un million d'hectares de terres en forêts à l'horizon 2030, l'accroissement des énergies renouvelables dans la production d'électricité pouvant atteindre 45 % du mix énergétique avec le retrait du charbon, le renforcement de l'efficacité énergétique au niveau des sous-secteurs bâtiments, commerces, transports et industries, la promotion de pratiques agricoles intelligentes face au climat, la mise en œuvre de décharges modernes et de centres de valorisation et d'enfouissement technique avec récupération de méthane* », selon le ministre.

Le gouvernement fait actuellement l'objet de plusieurs sollicitations de la part du secteur privé pour des investissements dans les marchés volontaires et non volontaires du carbone, tendant de plus en plus vers une économie circulaire qui consiste à produire des biens et des services de manière durable en limitant la consommation et le gaspillage des ressources et la production des déchets. Il s'agit de passer d'une société du « tout jetable » à un modèle économique circulaire.

Conclusion

Une transition énergétique juste pour un développement durable en Afrique ? Près de 18 % de la population mondiale vit en Afrique. Pourtant, ce continent représente moins de 6 % de la consommation énergétique globale et moins de 3 % des émissions de CO₂. Le taux d'électrification y est inférieur à 45 %, avec des variations significatives entre les pays africains ainsi qu'entre les zones rurales et urbaines. Ce taux subit également des fluctuations en raison de l'impact de la sécheresse sur la production de l'hydroélectricité.

Stimuler la croissance économique, améliorer les conditions de vie sociales et accroître la résilience face aux changements climatiques représentent des enjeux majeurs que les pays africains sont tenus de relever pour répondre aux impératifs de développement durable.

Vu que la consommation énergétique du continent est largement dominée par les énergies fossiles, la transition énergétique représente à la fois une nécessité et un défi supplémentaire que les pays africains doivent réussir. L'Afrique doit tendre vers une transition énergétique juste pour un développement durable.

Le constat est que l'appréciation de l'efficacité et de la pertinence des programmes et initiatives reste conditionnée par leur adaptation aux contextes spécifiques et par les moyens et les ressources alloués. Les défis observés lors de la réalisation de programmes présentant certaines similarités, comme ceux destinés à l'adaptation aux changements climatiques en Afrique, mettent en lumière les obstacles qui ont marqué leur exécution et le non-respect des promesses faites en termes de mobilisation de financement des pays développés et des BMD, en dépit de la reconnaissance du caractère urgent de leur mise en œuvre. L'Afrique devrait-elle elle-même financer cette transition pour atteindre cet objectif ?

Nous sommes à une ère marquée par les défis climatiques, alors que l'industrie du transport maritime est responsable de près de 3 % des émissions mondiales de GES, et que l'OMI renforce ses objectifs en matière de protection du climat à travers la décarbonation du trafic maritime en vue d'atteindre l'objectif « zéro émission nette » d'ici à 2050 à l'échelle globale. Comment les ports africains peuvent-ils se réinventer ? Nécessairement par la transition énergétique. Il importe d'inviter les ports et leurs partenaires commerciaux, à innover en matière de financement durable pour la mise en œuvre effective de cette transition énergétique, au bénéfice de la planète.

Plusieurs sessions stratégiques peuvent être envisagées. Il est question par exemple de mettre l'accent sur le développement du commerce mondial lié aux carburants zéro carbone ou à faible teneur en carbone, de prendre en compte la satisfaction des besoins des clients (armateurs, chargeurs...) dans la chaîne d'approvisionnement maritime, du leadership portuaire mais également des perspectives du marché du secteur de l'énergie, en vue de répondre au besoin impérieux de la transition énergétique dans le secteur maritime.

Il faut donc encourager tous les ports à s'impliquer de manière proactive dans la création de ports verts. Pour supporter la décarbonation et assurer une chaîne d'approvisionnement mondiale efficace, des compromis seront nécessaires, entre autres, la facilitation des échanges et un renforcement de la collaboration entre toutes les parties prenantes dont les ports et le secteur logistique.

Références bibliographiques

- AGPAOC, 2021. Le rôle des ports de l'AGPAOC face aux effets du changement climatique. La 42^e réunion annuelle des Directeurs Généraux de l'Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AGPAOC) se tenait à Luanda en Angola du 15 au 18 novembre 2021. <https://www.sefacil.com/le-role-des-ports-de-lagpaoc-face-aux-effets-du-changement-climatique/>
- CEC/CCA/CCE. Tribune publique du CCPM sur le rôle des ports dans la lutte contre les changements climatiques intitulée : Mettre le cap sur la décarbonisation de l'industrie. <http://www.cec.org/fr/activites/tribune-publique-du-ccpm-sur-le-role-des-ports-dans-la-lutte-contre-les-changements-climatiques-intitulee-mettre-le-cap-sur-la-decarbonisation-de-lindustrie/>
- Forster, P. M., Smith, C. J., Walsh, T., *et al.*, 2023. Indicators of Global Climate Change 2022: Annual update of largescale indicators of the state of the climate system and the human influence. *Earth System Science Data*.
- Hervé Deiss, 2024. Gabon : Owendo Mineral Port d'engage dans le solaire. <https://portsetcorridors.com/2024/gabon-owendo-mineral-port-sengage-dans-le-solaire/>
- IPCC, 2023. AR6 Synthesis Report. Headline statements. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., *et al.* (2008). High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature*, vol. 453
- Tribune publique du CCPM sur le rôle des ports dans la lutte contre les changements climatiques intitulée : Mettre le cap sur la décarbonation de l'industrie. Événement tenu en mode hybride hôtel Halifax Marriott Harbourfront. 1919, rue Upper Water Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada B3J 3J5.
- WMO, 2023. *State of the Global Climate*. World Meteorological Organization.

Capsule professionnelle 1.

Maritime Decarbonisation in West Africa: A Holistic Exploration for a Sustainable Transition

**Sofia FÜRSTENBERG STOTT
& Conor FÜRSTENBERG STOTT**

Partners at Fürstenberg Maritime Advisory

Introduction

During two days in June 2024, a series of interactive workshops were held at the ARSTM, hosted by CREMPOL, delivered by the Swedish maritime consultancy, Fürstenberg Maritime Advisory. Participants came from across the WAF coast, with representatives from several of the major ports in the region. Several of ARSTM's staff were also attending. In total, the workshop was joined by 40 people. Here follows a summary of the content of these workshops and a reflection of their outcome.

1. Planetary Boundaries

According to recent science, first announced by the Stockholm Resilience Centre in 2009, there are nine so-called “planetary boundaries” (PBs), within which there is an estimated “safe space” for planetary health. In 2023, all nine processes regulating the stability and resilience of the Earth system were quantified for the first time. Boundaries are interrelated processes within the complex

biophysical Earth system. Crossing the boundaries, passing beyond what is considered safe, increases the risk of generating large-scale abrupt or irreversible environmental changes, further threatening life on Earth.

The workshop participants were divided into groups, asked to focus on one PB each, and discuss how key ports in the country where they live impact this boundary, and further how these ports are already, or may in the future, be impacted by the transgressing of this boundary. The conversations were summarized in plenary.

The Planetary Boundaries are (*italic text is taken from planetary-healthcheck.com*):

1. Climate Change: The change in the ratio of incoming and outgoing energy of the Earth, caused by increased greenhouse gasses and aerosols. More trapped radiation causes an increase in global temperatures and alters climate patterns.

2. Novel Entities: The introduction of novel entities includes synthetic chemicals and substances (e.g. microplastics, endocrine disruptors, organic pollutants), anthropogenically mobilized radioactive materials (e.g. nuclear waste, nuclear weapons), and human interventions in evolutionary processes, such as genetically modified organisms (GMOs) and other direct modifications of evolution. Currently, the amount of synthetic substances released into the environment without adequate testing is above the safe level.

3. Stratospheric Ozone Depletion: The stratospheric ozone layer protects life on Earth from harmful ultraviolet radiation. The thinning of the ozone layer in the upper atmosphere, primarily due to human-made chemicals, allows more harmful UV radiation to reach Earth's surface. The current total amount of stratospheric ozone is within safe levels, and recovery is ongoing, with values still below mid-20th century levels.

4. Atmospheric Aerosol Loading: The rise in airborne particles from human activities or natural sources influences the climate by altering temperature and precipitation patterns. Currently the inter-hemispheric difference in atmospheric aerosol loading is within the Safe Operating Space.

5. Ocean Acidification: Ocean acidification is the phenomenon of increasing acidity (decreasing pH) in ocean water due to the absorption of atmospheric CO₂. This process harms calcifying organisms, impacting marine ecosystems, and reduces the ocean's efficiency in acting as a carbon sink. The indicator for Ocean Acidification,

the current aragonite saturation state, is within the Safe Operating Space but is close to crossing the safe boundary.

6. Biochemical Flows: The disruption of the natural nutrient cycles of key elements like nitrogen, and phosphorus through the environment and organisms, which are crucial for supporting life and maintaining ecosystems. Both the global phosphorus flow into the ocean and the industrial fixation of nitrogen (extracting nitrogen from the atmosphere), are disrupting the corresponding nutrient cycles beyond the safe level.

7. Freshwater Change: The alteration of freshwater cycles, including rivers and soil moisture, impacts natural functions such as carbon sequestration and biodiversity, and can lead to shifts in precipitation levels. Human-induced disturbances of both blue water (e.g. rivers and lakes) and green water (i.e. soil moisture) have exceeded the safe level.

8. Land System Change: The transformation of natural landscapes, such as through deforestation and urbanization, diminishes ecological functions like carbon sequestration, moisture recycling, and habitats for wildlife, all crucial for Earth system health. Globally, the remaining forest areas in all three biomes (tropical, boreal, and temperate) have fallen below the safe levels.

9. Biosphere Integrity: The decline in the diversity, extent, and health of living organisms and ecosystems, threatens the biosphere's ability to co-regulate the state of the planet by impacting the energy balance and chemical cycles on Earth. Both the loss of genetic diversity, and the decline in the functional integrity of the biosphere, have exceeded their safe levels.

2. Doughnut Economics

Doughnut Economics is a concept designed by Dr Kate Raworth, Economics professor and founder of DEAL (Doughnut Economics Action Center). The concept uses a doughnut shape to explain an economic system which strives to do more than satisfying market demands. The concept describes economic prosperity which serves also to ensure a proper social foundation while not exceeding the ecological ceiling.

Recognising that the outer boundary of the Doughnut equals the Planetary Boundaries, the workshop discussed how West African ports can support the inner boundary; the social foundation of the

Doughnut economic model. The participants discussed in groups how a West African port compares to the Doughnut model, considering:

- Environmental Sustainability & Regeneration;
- Social Equity & Community Well-Being;
- Economic Inclusivity & Distribution;
- Innovation & Technology;
- Policy & Governance.

The Doughnut Economic model recognises the following aspects constituting the social foundation for sustainable development: a) peace and justice, b) political voice, c) social equity, d) gender equality, e) housing, f) networks, g) energy, h) water, i) food, j) health, k) education, l) income & work.

3. Wicked Problems

A “wicked problem” is terminology used for problems that seem impossible to solve. It is difficult to identify their aims, and they have no definite formulation. A wicked problem is also of such a kind that there are no solutions available to test, and solutions are never “true” or “false,” just “good” or “bad.”

There are theories about “World Wicked Problems,” which take the concept of impossible problems addressing planetary challenges. From the perspective of a sustainable maritime energy transition in the region, the workshop participants were exploring how such wicked problems are hampering development and how such problems can be integrated as risk factors when port infrastructure strategies are being developed.

There are many problems which can be denoted as “wicked.” For this exercise, however, the workshop focused on seven world problems:

- **The Death of Nature:** The interlinked global crisis of environmental impacts and weather-related events—heat waves, forest fires, flooding, hurricanes, ecosystem degradation and collapse, pollution, and species extinction.
- **Inequality:** The various forms of inequality—economic, social, and workplace inequality—are a way to measure social and gender inequality. The growing gap between the 1% and the rest of the population creates an unequal and unjust society.

- **Hate & Conflict:** The growing intolerance and hate fueled by racism, sexism, and extremism. Includes identity-based or ideological groups which create social unrest and commit acts of terror. Conflict includes militarism, the culture of war, armies, arms profits, policies, plans, propaganda, prejudices, and rationalizations that lead to lethal group conflict.
- **Power & Corruption:** The abuse of power—individual and systemic. Dishonest conduct by those in power or those seeking to influence them. Includes fraud and bribery. Corruption creates a system that governs not for the many, but for the few.
- **Work & Tech:** The future of work, data, and surveillance. The growing digital divide, digital monopolies, and exploitation. Includes the use of media to create false narratives for politics and profit. Robots and automation and the policies to govern the “intelligent” economy.
- **Health & Livelihood:** The worldwide challenge of public well-being—economic and physical health. Includes the economy, employment, education, and the new skills and capabilities required to “make a living”.

4. Population & Migration

The domestic and global population growth leads to increased conflicts over water, energy, food, open space, transportation, and schooling. Carrying capacity, the number of people, other living organisms, or crops that a region can support without environmental degradation, becomes a key metric for local and national well-being. Also includes the growing number of refugees and asylum seekers.

5. Better Business

Using theories developed by Swedish author Elisabet Lagerstedt, the participants were introduced to a Venn diagram for strategic business development, which introduced a “better business sweet spot” to exist in the boundary between a) meeting of human needs, b) solving wicked problems, c) application of useful tech, and d) implementation of impact business models.

Thereafter, they were given a self-assessment survey to map their general level of maturity when it comes to strategically operating a sustainable business. The survey, which was industry agnostic, surrounded five levels of “sustainability excellence,” considering how a company or organization integrates a holistic approach to sustainability at different impact levels.

The assessment aimed to identify the following:

Level 1. Laying A Solid Foundation

- a) Stakeholder needs, concerns, and priorities in relation to the business are understood.
- b) Key sustainability challenges along the value chain are identified.
- c) An annual materiality assessment is undertaken.
- d) Aspirations are aligned with science-based targets and SDGs.
- e) An effective governance structure is deployed.
- f) There is a systematic approach to sustainability goals.
- g) The communication of work on sustainability is transparent.
- h) Regenerative practices along the value chain are explored.

Level 2. Explore and Innovate

- a) There is an outside-in perspective anchored in trends and customer insight.
- b) Business opportunities connected to the SDGs and WWPs are identified.
- c) The lifecycle impact of current products and services is understood.
- d) The range of products and services is sustainable and circular.
- e) The core of business is transformed while exploring sustainable future bets in parallel.
- f) New technologies and business models to approach WWPs and new potential are explored.
- g) There is fast learning through collaboration, testing and experimentation.

Level 3. Integrate to the Core

- a) There is a long-term and stakeholder-oriented perspective.
- b) The organization is guided by a meaningful higher purpose.
- c) There is an aspirational vision for 2030+.
- d) Core business and brands are strategically repositioned to do good.
- e) Sustainability is fully integrated into the organization's strategy, offering, business model, operating model, and culture.
- f) Sustainability companies and brands are acquired to speed up the transformation.
- g) Employees are excited about the meaningful co-creation of a sustainable future.

Level 4. Upgrade your Ecosystem

- a) The company encourages the whole industry and ecosystem to step up to the global challenges.
- b) The company shares good practices with peers across the industry and ecosystem.
- c) The company backs change across the business ecosystem through financial means and support.
- d) The company cooperates with key stakeholder groups to raise the ethical practices of the business ecosystem, e.g., through self-regulation.
- e) The company works together with national authorities to help raise the minimum level of practices across our business ecosystem, e.g., through regulation.
- f) The company is considered a sustainability thought leader in the industry.

Level 5. Collaborate to Change the World

- a) A systems perspective is applied to better understand the complex adaptive systems that the company aims to change.
- b) The company collaborates with iNGOs, NGOs, foundations, and academia—and across disciplines and industries—to address systemically complex challenges.
- c) A foundation with a focus on having a positive societal and/or environmental impact is established.

- d) The company engages in corporate activism to support grass-root movements.
- e) The company takes part in co-creation to help nudge consumer behaviors into more sustainable ones.
- f) The company engages in building coalitions and collaborations promoting change on a global stage.

6. West African Port Value Chain Scenarios

The geographical scope of WAF ports stretches from Mauritania and down to Luanda, Angola, which comprises around 20 key ports, Abidjan being one of them. The following scenario was considered: “Revenue has halved because the highest volume and most lucrative cargo type has collapsed (e.g., container volumes have halved in 18 months). What was the cause?”

The participants were asked to consider 1) macro-economic, 2) sustainability-related, and 3) other causes. Such an exercise was created to identify secondary or tertiary circumstances along the port value chains, which may have an impact on maritime decarbonization strategies for the region. Conversations such as these can identify and help mitigate new risks and help lift barriers for port infrastructure investment decisions.

7. Roadmap for Sustainable Shipping

The Sustainable Shipping Initiative, a London-based membership organization, has developed an industry roadmap for sustainable development. Based on the UN SDGs, the roadmap advises objectives and targets for the industry at large towards sustainable shipping in 2050. The roadmap, which is under constant development and review, can serve as a guiding tool for any responsible maritime actor.

The SSI roadmap, focused on 6 sustainability topics, contains the following objectives:

- a) Contribute to responsible ocean governance and the healthy use of marine resources.
- b) Be a trusted and responsible partner in the communities where we live, work, and operate.

- c) Provide safe, healthy, and secure work environments so that people can enjoy rewarding careers and achieve their full potential.
- d) Drive performance improvements and enable better, sustainable decision-making through transparency and accountability.
- e) Develop financial solutions that reward sustainable performance and enable large-scale uptake of innovation, technology, design, and operational efficiencies.
- f) Change to a diverse range of zero-carbon energy sources, using resources more efficiently and responsibly for zero-emission shipping, and avoiding negative environmental and biodiversity impact.

The participants were asked to consider a WAF port perspective, answering to select questions. These conversations helped contextualize what sustainable shipping is and how it connects with a wide set of social, economic, and environmental aspects.

The roadmap contains many more aspects than what is displayed here below.

8. Ocean Governance

- a) What is the engagement of West African nations in sustainable ocean policy and blue economy principles?
- b) What is the level of collaboration to share best practices for marine spatial planning, taking into consideration various interests such as e.g., fishing, offshore oil & gas, wind, tourism, migratory birds, sea mammals, ocean bed breeding grounds, military interests, etc.?

Energy:

- a) To what extent are West African ports mobilizing for the maritime energy shift and planning for the provision of low-carbon fuels?
- b) How are West African ports engaging to reduce waiting time at anchor and the “Sail Fast and Wait” regime?
- c) To what extent is there cross-sectoral collaboration to de-risk new investment in the production and distribution of alternative fuels in the region?

People:

- a) How are West African ports engaging to incorporate best practices, codes of conduct, and contractual measures to address labour rights and human rights and related risks?
- b) What are the frameworks currently in use to monitor and report accidents and fatalities in ports, shipyards, and onboard ships?
- c) What is the access to union representation for workers in the ports?

Community:

- a) To what extent is currently the planning, design, and development of new port facilities done in consultation with local communities?
- b) To what extent is there engagement from West African ports to develop solutions along shipping trade routes that limit negative impact to communities, natural habitats, and wildlife?
- c) To what extent are West African ports collaborating through sustainable port programs for improved air and water quality in the port?
- d) To what extent are West African ports collaborating to explore circular economy ecosystems?

Transparency:

- a) How are West African port authorities setting requirements for visiting ships and their owners' sustainability performance?
- b) To what extent is there traceability to the rate of reuse and recycling at West African ship-breaking facilities?
- c) To what extent are technological innovations used to optimize port supply chain sustainability?
- d) To what extent is the sustainability performance of West African ports measured against standards and publicly disclosed?

Finance:

- a) To what extent are financial stakeholders in the West African realm incentivizing transparency and public reporting on environmental, social, and governance (ESG) performance?

- b) To what extent is natural capital disclosure, reporting, and accounting, which accounts for the monetary value of environmental resources, adopted in West African port investments?
- c) To what extent is there research and analysis done to demonstrate the monetary value of goods and services generated by the marine ecosystems of West Africa?

The Port Value Chain

The port can be considered as being the nexus of global trade, between global supply and global demand. Five key drivers can be suggested to influence the port:

1. Customer expectations (demand-driven, flexibility, reliability, complexity, and diversity of services).
2. Globalization (global production networks, focus on added value).
3. Technological innovation (customization and standardization, digitalization and AI, additive manufacturing).
4. Regulation and competition (comparative advantages, consolidation and collaboration, security and resilience).
5. Sustainability (modal shift and synchromodality, green supply chain management, circularity, blue economy).

Within the port, there are various stakeholders that operate in their own highly interconnected environment. These can be compartmentalized into three distinct different groups:

1. Commercial (traffic and investments).
2. Institutional (policy and regulations).
3. Community (public relations).

The sustainability value chain of the port can be considered to constitute, on one hand, the impact related to maritime shipping and, on the other hand, the impact from the port operations themselves. Between the two, there are commonly shared issues as well. Sustainability initiatives can thus surround improved performance of the vessels and their surrounding support systems, as well as improvement of the port infrastructure and hinterland development. Knowledge sharing between the two compartments is essential. Circular business models and financing options may also play a part.

Simplified, there are three maritime value chains operating in the port environment:

1. The marine fuel value chain (production, distribution, and storage of fuel).
2. The maritime operational value chain (port visits, fueling, and sea voyage).
3. The shipbuilding value chain (design, build, deliver, upgrade, reuse/recycle).

The maritime energy transition will bring large changes to all these value chains, and it is important to identify how and how these changes will be interlinked. With the potential onset of alternative fuels in the region, it could be relevant to consider, e.g.,

- a) Synergies available in production for potential use as bunkers, export, and/or national use.
- b) Inter-relation between e.g., hydrogen, ammonia, and methanol depending on local and export advantages.
- c) Potential for production pathways through both renewables and carbon capture pathways, potentially leveraging existing O & G reserves as well as renewables potential.
- d) Multiple applications for other transport modes, port equipment, and cross-sectoral energy demands.
- e) Possibility to absorb variance in renewables.
- f) Possibility to provide shore power to vessels 24/7.

On the demand side, it will be relevant to consider issues such as:

- a) Fuel suitability for different vessel segments.
- b) Trade route suitability for different fuels.
- c) Price variability for different geographic regions.
- d) How the establishment of maritime green corridors will impact the incumbent fuel type landscape.
- e) Influence from regional carbon pricing.
- f) Certification and recognition of carbon intensity between regions and sectors.
- g) Generation of low-carbon credentials on certain trades and selling of credentials.

9. Green Finance

In 2022, the Maersk McKinney-Møller Centre for Zero Carbon Shipping published the first industry blueprint for establishing maritime green corridors. This document defines a green corridor as “a shipping route on which there are commercially operating ships using exclusively alternative fuels.”

By proving the corridor’s feasibility, the blueprint assesses areas covering a) the fuel production, b) the port logistics and bunkering, c) the vessels, d) the cargo, e) the end consumers, and f) the regulators and financiers.

Alternative fuels are defined in the blueprint as “fuels derived from other sources than petroleum; some are derived from renewable sources. Often, they have a lower environmental impact than fossil-based hydrocarbons”. The import sources of alternative fuels in a port comprise a) wind power production capacity, b) solar power production capacity, and c) alternative fuel production capacity. Of all green corridor partnerships announced until today, there is a mix of government-led partnerships, industry-led, port-led, and public-private partnership-led collaborations.

Simplified, the financial viability of a maritime green corridor can be assessed through:

- a) Land access (Access to desired land plots in the most cost-effective manner over the project’s lifetime).
- b) Grants (Direct cover of CAPEX and OPEX expenses).
- c) Subsidies (Procure goods and services at lower than market prices).
- d) Taxes (Optimized tax structure to facilitate investment and distribution).
- e) Loans (Receiving loans at better than market rate).
- f) Monetary controls (free currency convertibility and capital repatriation of profits among different geographies/companies).
- g) Transactions (Reducing the cost of exporting alternative fuels and promoting green certification).
- h) Permits, rights, and approvals (fast-track approval processes).

Discussing these issues in the regional context of West Africa can help identify key questions that need answers for the timely participation in the development of maritime green corridors for the region.

The workshop participants were thus invited to discuss the following questions:

Baseline:

- How could West African port clusters help answer questions related to decarbonization potential and timeline for a specific green corridor on the African continent? What conversations need to happen, and how does information need to be shared?
- How could West African port clusters assist in identifying market and commercial enablers, as well as trade flow synergies?

Alternative Fuels Supply Chain:

- How could WAF port clusters support with information about existing and planned production volumes of alternative fuels and engage in exploration of future capacity development dedicated for shipping fuel?
- How could WAF port clusters assist with estimating future fuel demand?
- How could WAF port clusters assist with establishing an overview of required fuel production investment and financing?

Port, Storage & Bunkering Infrastructure:

- How could WAF port clusters assist with insights related to planned and existing supply of alternative fuels (port, bunkering, and storage) infrastructure, and any retrofitting of these?
- How could WAF port clusters assist with developing insights related to bunkering capacity requirements?

Cargo Demand Analysis:

- How could WAF port clusters assist with cargo demand analysis? Are there synergies to be explored with commodity transport sectors?
- How could WAF port clusters help identify mechanisms to support demand for decarbonized trade?

Discussing these questions in a plenary setting allowed us to identify key topics for further investigation and progress the exploration of opportunities or barriers to progress the mobilization for green corridors in a West African context.

Conclusion

Through this immersive workshop, where the participants were allowed to share their own expertise and contribute to the exploration of topics, the relevance of the sessions received firm validation. The emerging maritime energy transition is ripe with challenges, bumbs and bottlenecks but also holds plenty of opportunity. There are many synergies to be explored, but only when a holistic perspective is provided can mutual value be ensured. The energy transition must be done sustainably, as otherwise it may cause problems elsewhere, to the detriment of planetary health or social welfare. Taking an outset in sustainability science and global goals and bringing it down to a regional context is therefore the approach that must be followed.

Capsule professionnelle 2.

La transition énergétique dans les ports africains

Elisabeth GBAHOU

Chercheure associée CREMPOL/ARSTM

Introduction

À compter du début de la décennie 1970-1980, la prise en compte des questions environnementales et de leur impact pour les sociétés en général s'est accrue. Elle a été au cœur des préoccupations des Nations unies. La première réunion internationale dédiée à cet effet a eu lieu en 1972 à Stockholm. Il s'agissait de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, appelée Conférence de Stockholm ou Premier Sommet de la Terre. Cette conférence a mis en lumière des enjeux environnementaux. Elle a vu la création du Programme des Nations Unies pour l'environnement et l'adoption d'un plan de lutte contre la pollution. Elle a également mis en place une conférence internationale devant se tenir tous les dix ans pour faire le point sur l'état de la Terre.

La troisième rencontre internationale de ce type était le Sommet de la Terre qui s'est déroulé à Rio de Janeiro en 1992. Cette Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement a jeté les fondements de la création de la COP. La COP est une association de tous les pays ayant ratifié la Conférence-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC). Elle fait office d'organe de décision pour déterminer les mesures à prendre et suivre les efforts faits au niveau international pour la préservation de l'environnement.

La première COP a eu lieu en 1995 et une nouvelle édition est depuis organisée chaque année.

Depuis 2015, les Nations Unies ont engagé l'ensemble de la communauté internationale dans une démarche prenant en compte le développement durable. C'était au terme de la COP 21 qui a donné lieu à l'Accord de Paris sur le climat. Il s'agit du premier accord considéré comme universel traitant du changement climatique. Il propose des mesures pour ralentir ce phénomène. Les objectifs prioritaires de cet accord sont :

- la limitation à 2°C du réchauffement planétaire par rapport à 1850 ;
- l'intensification des efforts des États pour espérer limiter l'augmentation généralisée des températures à 1,5°C par :
 - la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre,
 - l'investissement dans des énergies propres, notamment les énergies de substitution et les énergies renouvelables.

L'Union africaine avait déjà inscrit, dans son agenda 2063 créé en mai 2013, cette préoccupation environnementale. Elle est déclinée dans son plan directeur en 7 axes et 20 objectifs. Le premier, ainsi libellé « Une Afrique prospère, fondée sur la croissance inclusive et le développement durable », se traduit en 2 objectifs fondamentaux :

- l'objectif 6 : Économie bleue / océanique pour une croissance économique accélérée ;
- l'objectif 7 : Économies et communautés durables sur le plan environnemental et résilientes au climat.

Il revient donc aux Etats Africains d'élaborer des stratégies visant à mener des actions concrètes pour assurer notamment la santé et le bien-être des populations, la production d'énergie propre, la conservation des océans et la lutte contre les changements climatiques.

À une époque où 90 % des échanges commerciaux internationaux s'effectuent par la voie maritime, les ports s'avèrent des cibles particulièrement sensibles pour la mise en œuvre des objectifs du développement durable.

Qu'ils soient de pêche, de commerce ou de plaisance, les ports sont au cœur d'une réflexion visant à concilier les divers enjeux sociaux, sécuritaires, politiques, économiques et environnementaux en présence.

Dans cette optique, les réglementations nationales et internationales ont connu des évolutions qui imposent aux grands ports de

veiller à l'intégration des enjeux du développement durable dans l'exercice de leurs missions.

1. Contexte de la transition énergétique

Bien que la problématique du développement durable soit au cœur des débats depuis la conférence de Stockholm, deux évènements majeurs ont inauguré une nouvelle période d'engagement sur le climat. Il s'agit des Objectifs de Développement Durable (ODD) adoptés par les Nations unies en 2015 et la COP 21. Ces évènements font face aux nombreux enjeux de tous ordres (stratégiques, économiques, sociaux, environnementaux, politiques, etc.). Cet engagement est un appel lancé aux gouvernants du monde entier à agir de façon synergique afin de protéger la planète Terre et l'humanité tout entière et, au-delà, à préserver les générations à venir.

Les répercussions du changement climatique touchent tous les pays du monde. Selon le rapport du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) de 2022, les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter et ont plus que doublé depuis 1990. Le réchauffement mondial provoque des modifications durables de notre système climatique, qui font peser une menace aux conséquences irréversibles. D'après l'Organisation météorologique mondiale, les dommages annuels moyens causés par les séismes, tsunamis, tempêtes tropicales et inondations se chiffrent en centaines de milliards de dollars. De même, l'impact humain des catastrophes géophysiques, qui sont à 91 % liées au climat, a, entre 1998 et 2017, tué 1,3 million de personnes et fait 4,4 milliards de blessés.

L'effet de serre découle de l'augmentation, dans l'atmosphère, des concentrations de gaz à effet de serre (GES) produits par la combustion des énergies fossiles que sont principalement le pétrole, le gaz et le charbon. Ces combustibles fossiles constituent plus de 75 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et environ 90 % de toutes les émissions de dioxyde de carbone. Les activités majoritairement concernées par la production de GES sont :

- l'industrie ;
- le transport (routier, aérien, fluvial et marin) ;
- la production d'électricité, de produits pétroliers et gaziers ;
- le chauffage et la climatisation des bâtiments, le fonctionnement des équipements et d'appareils électroménagers ;

– la production de biens et la prestation de services.

Selon l'étude de 2023 de la CNUCED ou UNCTAD (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement), le transport maritime représente en volume 80 % des marchandises transportées et 70 % en valeur de marchandises. D'autre part, ce transport émet environ 3 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, les émissions ayant augmenté de 20 % en l'espace d'une décennie.

2. Le transport maritime et les ports dans le contexte de la transition énergétique

L'Organisation maritime internationale (OMI) souligne l'urgence de réduire les émissions de gaz à effet de serre du transport maritime qui représentent 2,5 % du total mondial. Ce chiffre risque de doubler, voire tripler d'ici 2050 si les ports ne migrent pas vers un fonctionnement plus intelligent.

Le dictionnaire français Larousse définit le port comme étant : « *un abri naturel ou artificiel pour des bâtiments de navigation, muni des installations nécessaires à l'embarquement ou au débarquement du fret ou des passagers* ».

André VIGARIE, considéré comme l'un des plus grands géographes aménagistes portuaires, fondateur de la géographie maritime et portuaire, dans son approche multimodale définit le port comme : « *une aire de contact entre deux domaines de circulation, la circulation maritime et terrestre. Son rôle est d'assurer la continuité entre deux schémas de transport, à la traversée de deux espaces aux caractéristiques différentes...* ». Cette définition a servi dans la mise en œuvre de la convention de 1978-1980 des Nations unies sur le transport multimodal des marchandises.

Le transport multimodal international, selon ladite convention, désigne un mode de transport de marchandises utilisant au moins deux modes de transport différents (routier, maritime, fluviale, ferroviaire, aérien), en vertu d'un contrat de transport multimodal, à partir d'un lieu situé dans un pays où les marchandises sont prises en charge par l'entrepreneur de transport multimodal jusqu'au lieu désigné pour la livraison dans un pays différent. C'est un transport qui utilise plus d'un moyen de transport, qu'il soit terrestre, maritime, aérien ou autre, du début à la fin.

Ces définitions du port et du transport multimodal plantent le cadre d'exécution des activités portuaires et leur complexité. Les ports, en général, et les ports africains, en particulier, se caractérisent par l'implantation d'activités industrielles diverses et variées et par l'interconnectivité avec la ville.

En plus, de par leurs missions de régulateur, les ports réalisent, directement ou indirectement, toutes les opérations d'exploitation rattachées aux activités portuaires, à savoir le remorquage, l'accostage, la manutention et le carénage. Ils coordonnent et régulent les activités de tous les services publics et privés implantés sur le domaine et/ou intervenant dans l'exploitation portuaire. D'autre part, ils sont chargés de la gestion du domaine, de la sécurisation des personnes et des biens ; et ils planifient le développement, la réalisation, l'entretien, l'extension et l'amélioration des infrastructures et superstructures portuaires. Cela fait des zones portuaires des zones de fortes activités économiques et de flux intenses, nécessitant une consommation et une pollution conséquentes en termes d'émissions atmosphériques.

De fait, les ports, de par leur localisation et la diversité des activités économiques résultant de leurs différentes fonctions et leurs caractéristiques socioéconomiques, sont impliqués dans les problématiques de dégradation, de gestion et de préservation de l'environnement tant au niveau local, national et international. Ces problèmes environnementaux sont de trois ordres :

- structurel par l'existence même du port et de sa connexion avec la ville;
- opérationnel par l'exploitation du port et des industries implantées sur le domaine et les environs;
- accidentel, en raison des événements accidentels tels que l'échouage d'un navire, une explosion, un incendie ou un défaut de fonctionnement des équipements et infrastructures.

Les problèmes d'environnement étant transversaux, et leurs impacts pouvant être locaux, régionaux ou internationaux, il est impératif que les ports africains adoptent de nouvelles stratégies. Celles-ci doivent prendre en compte la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'investissement dans des énergies propres. L'objectif est de mieux gérer les problèmes environnementaux auxquels ils font face et de contribuer aux engagements des États africains. Il s'agit de s'impliquer dans la limitation du réchauffement climatique aux horizons 2030 et 2050, conformément aux accords internationaux.

Face à la mondialisation et la concurrence qui s'imposent aux ports, l'adoption de la transition énergétique reste une réponse appropriée afin de faire face aux enjeux et défis auxquels ils sont confrontés, à savoir :

- la limitation des impacts des activités industrielles et de stockage de produits pétroliers et gaziers, de même que ceux induits par le développement portuaire ;
- la sécurisation des approvisionnements en énergie et le suivi de l'évolution des technologies ;
- l'anticipation des impacts des changements climatiques notamment sur la biodiversité, les risques associés aux espèces invasives, l'érosion côtière et la submersion liées à la montée des eaux.

Ces enjeux liés à la préservation de l'environnement constitueront pour les ports qui s'en préoccupent des atouts différentiateurs susceptibles de leur assurer un gage d'une plus grande compétitivité.

3. État des lieux de la transition énergétique dans les ports africains

3.1. Les ports africains dans l'évolution portuaire à l'échelle mondiale

Le secteur portuaire africain a connu une évolution en plusieurs phases jusqu'à aujourd'hui, allant des ports isolés du XX^e siècle aux smart ports interconnectés d'aujourd'hui. Cinq générations de ports sont mises en évidence comme suit :

- 1^{re} génération (avant les années 1960) : ce sont les ports isolés se caractérisant par une interface entre le transport terrestre et maritime, l'exécution d'opérations mécaniques et des activités commerciales limitées et quasi inexistantes. Aucune coopération avec la municipalité environnante et aucun lien avec les activités de transport et de commerce ;
- 2^e génération (1960-1970) : ce sont les ports étendus caractérisés par un centre de transport, des services industriels et commerciaux, des activités commerciales et des relations plus étroites entre les ports et les municipalités ;

- 3^e génération (années 1980) : ce sont les ports à conteneur caractérisés par la conteneurisation mondiale et l’intermodalité, la création de noeuds dynamiques dans le réseau international de production et de distribution, les centres de transport intégrés, les plateformes logistiques et les services d’échange de données informatisées ;
- 4^e génération (dans les années 1990) : c’est la génération des ports intégrés caractérisés par les alliances mondiales d’armateurs de porte-conteneurs, les bureaux administratifs centralisés face au marché international et le développement des technologies de l’information et de la communication ;
- 5^e génération (depuis les années 2010) : génération des smart ports caractérisés par une main-d’œuvre qualifiée, des infrastructures intelligentes et automatisées, le développement et le partage des connaissances, l’optimisation des opérations, une résilience accrue et la prise en compte du développement durable pour des activités pérennes, fiables, sûres et sécurisées.

Cependant, de nombreux ports africains sont encore ancrés au cœur des villes et font face à des défis environnementaux liés à cette proximité.

3.2. Les villes portuaires, un baromètre de la transition énergétique

La relation ville-port, du fait de la croissance urbaine et démographique galopante sur le continent, revêt notamment une dimension environnementale liée au trafic routier intense et aux émissions polluantes des activités portuaires. Les trafics routiers sont l’un des facteurs majeurs des pollutions atmosphériques dans les villes africaines. Cette pollution atmosphérique impacte considérablement la qualité de l’air par l’augmentation des gaz à effet de serre. Le manque de concertation entre municipalités et autorités portuaires ainsi que l’inapplication des réglementations environnementales existantes aggravent cette situation.

De plus, de nombreux ports africains utilisent encore majoritairement des énergies fossiles polluantes. Par exemple, un navire de commerce ou de croisière à quai doit faire tourner ses moteurs pour produire l’électricité nécessaire à son fonctionnement, générant des émissions de gaz à effet de serre équivalant à 10 000 à 30 000 véhicules.

Pourtant, le trafic maritime en Afrique ne cesse d'augmenter sous l'impulsion des échanges avec l'Asie notamment. D'après l'UNC-TAD, il pourrait être multiplié par 4 d'ici 2050. Cette croissance pose un défi majeur pour limiter l'impact environnemental du transport maritime et atteindre les objectifs climatiques mondiaux.

Certains ports africains ont commencé à mettre en œuvre des stratégies de transition énergétique. C'est le cas du port de Dakar qui s'est doté en 2018 d'une centrale solaire photovoltaïque de 1 MW. D'autres projets sont également prévus au port de Lomé au Togo. Cependant, de tels exemples concrets demeurent encore trop rares sur le continent. Accélérer la transition énergétique des ports africains est indispensable pour relever les défis environnementaux et de développement durable auxquels ils sont confrontés.

4. Challenge de la transition énergétique dans les ports africains et solutions proposées

4.1. Le challenge de la transition énergétique dans les ports africains

Les ports africains font face à de nombreux défis dans leur transition vers un fonctionnement plus durable et moins émetteur de gaz à effet de serre. Trois grands axes de défis peuvent être identifiés : ceux liés à la décarbonation des activités portuaires, ceux liés au développement des énergies renouvelables, et ceux liés à l'engagement politique nécessaire pour accompagner cette transition.

En premier lieu, la décarbonation des activités portuaires pose des difficultés techniques et économiques importantes. L'une des principales barrières est le manque d'infrastructures adaptées dans une majorité de ports du continent pour permettre le ravitaillement des navires en carburants alternatifs. En effet, les navires de nouvelle génération comme les porte-conteneurs géants fonctionnent de plus en plus au Gaz Naturel Liquéfié (GNL) ou à l'ammoniac, et non plus aux fioul lourds traditionnels très polluants. Or, l'approvisionnement en GNL ou ammoniac nécessite des installations portuaires spécifiques de stockage et de distribution qui font encore défaut dans beaucoup de ports africains. Ils ne disposent donc pas, pour le moment, des capacités techniques et logistiques requises pour accueillir ces navires moins émetteurs de CO₂.

Cela nécessite des investissements de modernisation importants de la part des gestionnaires de ports, qui sont souvent freinés par le manque de moyens financiers et d'accompagnement technologique. Des partenariats public-privé entre autorités portuaires et acteurs énergétiques pourraient permettre d'accélérer le rythme de déploiement de ces infrastructures GNL/ammoniac dont l'absence pénalise la transition énergétique des activités maritimes et portuaires africaines.

Par ailleurs, au-delà de la disponibilité des carburants de substitution, leur coût constitue un autre défi majeur. En effet, le GNL et l'ammoniac sont actuellement deux à cinq fois plus chers à l'achat que les fiouls lourds traditionnels. Cette différence de prix freine largement leur adoption à grande échelle par les compagnies maritimes, dans un secteur où la pression sur les coûts est très forte.

Des mesures incitatives de la part des gouvernements semblent indispensables pour accélérer leur utilisation par les flottes desservant l'Afrique. Des subventions publiques sur le GNL/ammoniac ou des exemptions de taxes sont envisageables pendant une période de transition, le temps que les coûts de ces carburants plus propres convergent avec ceux des énergies fossiles grâce aux gains de maturité industrielle.

Un deuxième axe de défis majeurs concerne le développement encore trop limité des énergies renouvelables en Afrique, qui pourraient constituer des alternatives propres et locales aux importations massives d'hydrocarbures. En dépit d'un fort potentiel pour le solaire et l'éolien dans de nombreux pays du continent, les investissements dans ces filières demeurent faibles de la part aussi bien des pouvoirs publics que des acteurs privés.

Pourtant, l'énergie solaire en particulier pourrait non seulement alimenter les réseaux électriques nationaux en pleine explosion démographique, mais également les activités portuaires elles-mêmes. L'électrification des quais ou l'installation de panneaux photovoltaïques sur les terminaux permettrait de réduire l'empreinte carbone de la manutention ou de l'éclairage. Ce type d'initiatives se heurte, cependant, au manque de programmes publics ambitieux avec des objectifs chiffrés de développement du solaire ou de l'éolien, qui donneraient plus de visibilité aux investisseurs du secteur.

Troisièmement, la transition énergétique des ports africains se confronte à des défis d'engagement politique insuffisant au plus haut niveau décisionnel. Bien que de nombreux pays du continent aient ratifié l'Accord de Paris sur le climat et se soient engagés à

contribuer à l'effort global de décarbonation, peu ont traduit ces objectifs climat en plans d'action concrets pour leur secteur portuaire.

Il manque fréquemment une impulsion politique forte, qui passerait à la fois par des stratégies nationales en faveur de ports verts dotées de financements significatifs, et par une coordination intergouvernementale aux niveaux régional et continental. Le secteur portuaire souffre encore d'une approche trop fragmentée des différents décideurs publics, qui nuit à la cohérence globale des initiatives en matière de transition énergétique.

4.2. Solutions proposées à la transition énergétique dans les ports africains

Face aux défis multiples mentionnés ci-dessus, plusieurs pistes de solutions peuvent être explorées pour accélérer la mue des ports africains vers un fonctionnement durable. Il est question, entre autres :

- des plans nationaux de décarbonation des activités maritimes et portuaires, impulsés par les gouvernements, fixant des objectifs clairs à 5-10 ans pour la réduction des émissions et le développement de carburants alternatifs ;
- des partenariats public-privé entre autorités portuaires et acteurs énergétiques pour co-investir massivement dans les infrastructures de distribution de GNL/ammoniac ou dans la production d'énergies renouvelables ;
- des zones franches vertes, similaires aux zones économiques spéciales, proposant des avantages fiscaux et réglementaires pour attirer les investisseurs dans les technologies vertes appliquées au maritime et au portuaire ;
- des fonds publics dédiés au subventionnement temporaire des surcoûts du GNL et de l'ammoniac pour les armateurs, le temps que ces filières atteignent une maturité économique ;
- des législations nationales ambitieuses imposant des parts minimales d'énergies renouvelables dans le mix énergétique des activités portuaires et maritimes, assorties d'incitations financières ;
- une coordination interpays sous l'égide de la Commission de l'Union africaine, visant à mutualiser certains investissements coûteux dans les infrastructures vertes portuaires et à aligner les stratégies nationales.

La transition vers des ports africains neutres en carbone et pleinement durables nécessitera des efforts conjoints des pouvoirs publics nationaux et du secteur privé, soutenus par les bailleurs de fonds internationaux. Seule une approche collective et volontariste permettra de relever les défis techniques, économiques et politiques sur la route d'une logistique maritime décarbonée pour le continent.

Conclusion

Les ports constituent des maillons essentiels de développement économique et social sur lesquels s'imbriquent des intérêts économiques, environnementaux, culturels et sociaux de nos pays. Les ports africains, à l'instar des ports du monde entier, de par leur localisation et la diversité des activités économiques qui s'y déroulent, sont au cœur des problématiques de préservation de l'environnement de façon générale, et plus spécifiquement, des questions liées au réchauffement climatique. Ces questions transversales imposent des stratégies nouvelles afin d'atténuer les impacts de leurs activités sur l'environnement.

Afin de maintenir l'activité portuaire en harmonie avec l'environnement et les différents facteurs tout en améliorant les performances économiques, de nombreuses perspectives sont à envisager, en premier lieu, par les gouvernants des États africains et par les autorités portuaires.

L'existence de cadres réglementaire et institutionnel est un atout majeur pour les ports africains. En effet, de nombreux cadres de coopération nationaux, régionaux et internationaux existent et sont activement fonctionnels, à l'instar de l'Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AGPAOC) à travers le comité technique Sécurité maritime, protection de l'environnement et exploitation.

Néanmoins, une implication politique plus forte des États d'Afrique s'avère indispensable. Ils doivent porter cette ambition d'une logistique portuaire verte dans leurs stratégies à long terme et leurs programmes d'investissements publics. Le développement de partenariats public-privé ciblant les technologies propres émergentes permettrait également d'enrichir les initiatives.

Enfin, aux échelons régional et panafricain, la mutualisation des financements et le partage des bonnes pratiques entre pays faciliteraient l'accélération de cette transition environnementale. L'appui

continu des bailleurs internationaux reste crucial pour hisser les ports du continent vers un avenir neutre en carbone.

Références bibliographiques

- Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, 2022. *Étude sur les transports maritimes 2022*. Genève, Suisse : CNUCED.
- Nations Unies, 2016. *Convention-cadre sur les changements climatiques : rapport de la Conférence des parties sur sa vingt et unième session, tenue à Paris du 30 novembre au 13 décembre 2015*. Bonn, Allemagne : Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.
- Nations Unies, 1980. *Convention des Nations Unies sur le transport multimodal international de marchandises*. New York, États-Unis. https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XI-E-1&chapter=11&clang=_fr
- Union africaine, 2023. *Premier rapport continental sur l'état de la mise en œuvre de l'agenda 2063*. Addis-Abeba, Éthiopie, 107 p.

Capsule professionnelle 3.

Digitalisation et transition énergétique au port d'Abidjan

Florentine GUIHARD-KOIDIO

Chercheure Associée CREMPOL/ARSTM

Introduction

Le contexte de cette contribution est celui de la transformation numérique des entreprises et des organisations, y compris dans le secteur maritime et portuaire, ainsi que de la transition énergétique nécessaire face aux défis environnementaux actuels. La course à la digitalisation peut comporter des impacts négatifs significatifs en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de consommation énergétique, posant un dilemme pour les acteurs du secteur.

L'objectif de cette contribution est d'analyser comment la digitalisation peut constituer à la fois une opportunité et un défi pour la transition énergétique des ports africains. La réflexion porte sur les avantages de la digitalisation en termes de réduction des émissions de CO₂ grâce à l'optimisation des processus, mais pointe également les limites et les externalités négatives potentielles des technologies numériques en matière environnementale.

Cette analyse s'articule autour de trois points : tout d'abord, un rappel du contexte de transition énergétique et de l'impact du numérique ; ensuite, une analyse des opportunités et défis spécifiques pour les ports africains ; et enfin, des pistes de solutions technologiques et de gouvernance pour favoriser une transition énergétique digitale

durable. L'objectif est d'apporter des éclairages et recommandations pour concilier ambitions de performance et de compétitivité, d'une part, et nécessaire transition écologique de l'autre, dans le secteur portuaire africain.

1. Rappel du contexte de transition énergétique et de l'impact du numérique

1.1. De la numérisation à la transformation digitale

La numérisation consiste à transférer une information d'un format physique à un format numérique. Lorsque ce processus est mis à profit pour améliorer le fonctionnement de l'entreprise, il prend le nom de digitalisation. Les résultats obtenus sont désignés par l'expression « transformation digitale ».

1.2. Transition énergétique

La transition énergétique désigne l'ensemble des transformations du système de production, de distribution et de consommation d'énergie effectuées sur un territoire dans le but de le rendre plus écologique. Concrètement, la transition énergétique vise à transformer un système énergétique pour diminuer son impact environnemental.

1.3. Transformation digitale et transition énergétique

Dans un contexte de concurrence, les entreprises en général, et, celles du secteur maritime et portuaire en particulier, ont recours à l'utilisation des outils informatiques pour garder leurs parts de marché.

Le port d'Abidjan, à l'instar des autres ports africains, s'est engagé depuis plusieurs années dans un processus de digitalisation de ses activités, afin d'améliorer sa performance et compétitivité dans un contexte concurrentiel entre places portuaires.

Cependant, cette course à la transformation numérique peut avoir des impacts négatifs sur l'environnement.

1.4. Impact du numérique sur l'environnement

D'après une étude du Sénat français de juin 2020, le numérique serait responsable de 2 % à 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, et cette part ne cesse d'augmenter. Cette pollution numérique tient compte de différents facteurs sur l'ensemble du cycle de vie des équipements et services numériques : consommation énergétique, fabrication, transports, fin de vie...

À titre d'exemple, selon cette même étude, la fabrication d'un ordinateur portable de 2 kg générerait environ 100 kg de CO₂ sur l'ensemble de son cycle de vie. La vidéo en streaming serait également très émettrice de gaz à effet de serre.

2. Digitalisation et transition énergétique : défis des ports africains

2.1. Ports et digitalisation au prisme de la transition énergétique

Notre planète connaît des changements climatiques importants et de plus en plus rapides, sous l'effet des gaz à effet de serre émis par les activités humaines.

Les effets du changement climatique (montée des eaux et événements météorologiques extrêmes, etc.) se font sentir sur tous les continents et devraient voir leur intensité augmenter. Toutes les activités de développement sont impactées. Selon le 5^e rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) qui évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat, ses causes, ses impacts, les scientifiques sont sûrs à 95 % que l'homme est la « cause principale » du réchauffement climatique depuis les années 1950.

Les ports, zones d'échanges et de concentration d'activités industrielles, sont directement concernés par le réchauffement climatique à plusieurs niveaux :

- émission de quantité importante de gaz à effet de serre (GES) ;
- forte empreinte carbone des navires : l'empreinte carbone de ces zones provient essentiellement des navires qui représentent 60 % des émissions de GES des ports dans le monde.

Le secteur maritime est le deuxième plus gros émetteur mondial de CO₂ après le secteur de l'énergie, avec près de 25 % du total. Une stratégie de réduction adoptée par l'OMI en 2018 vise à diminuer les émissions de CO₂ du transport maritime de 40 % en 2030 et de 70 % en 2050.

Le dilemme entre la transformation digitale pour une amélioration de leur performance et la transition énergétique se pose comme un défi pour les ports du XXI^e siècle, dans un souci de durabilité. Dans ce contexte, il incombe donc à tous les ports, et spécifiquement au port d'Abidjan, d'élaborer et de mettre en œuvre des politiques proactives d'atténuation et d'adaptation. Le port d'Abidjan est donc face à ce double défi : poursuivre sa transformation numérique pour gagner en performance, tout en participant à l'effort global de décarbonation conformément aux objectifs internationaux.

2.2. La digitalisation pour une meilleure maîtrise de la transition énergétique dans les ports

Depuis les années 1980, les ports africains se sont lancés dans des projets de digitalisation avec :

- la mise en place de guichets uniques ;
- l'hyperutilisation d'Internet dans leur gestion avec des équipements connectés ;
- des outils collaboratifs et de travail à distance, etc.

Si ces initiatives n'ont pas toujours abouti dans certains de certains ports africains, la crise sanitaire de Covid-19 a accéléré ce processus dans la plupart d'entre eux. Ces dernières années, d'importants investissements ont été réalisés pour la dématérialisation de la chaîne logistique dans nos pays.

Au-delà de la performance et de la compétitivité de nos ports, la digitalisation peut aider à atténuer les effets du changement climatique et accompagner ainsi une transition numérique. La digitalisation réduit le temps de séjour portuaire ainsi que l'émission de CO₂ due aux opérations de l'escale navire.

De nombreux ports, à l'exemple du port de TANGER MED au Maroc, ont mis en place un système d'optimisation du temps d'escale dans le port. Ce système, appelé « escales JUST-IN-TIME (JIT) », permet l'interconnexion de tous les équipements portuaires, afin de collecter en temps réel des informations pour la prise de décisions.

L'échange de données *via* une standardisation et une communication navire-terre entre l'ensemble des parties prenantes est obligatoire pour réussir des escales JIT. Les arrivées JIT contribuent à réduire le temps au mouillage, la congestion dans la zone portuaire, les émissions GES des navires...

Le résultat de l'utilisation du « Escales JUST-IN-TIME », sur un trajet transatlantique au port de TANGER MED, a été une réduction de 75 tonnes d'émissions CO₂ par escale (rapport d'activité du port 2022 de TANGER MED).

La digitalisation aide à réduire le déplacement des personnes ainsi que la consommation de fuel et l'émission de CO₂. Les outils de travail collaboratif, permettant de travailler ensemble sans être présent, ont été une réponse à la distanciation pendant la crise de Covid-19 dans les administrations portuaires africaines.

En ce qui concerne le port d'Abidjan, c'est au cours des années 1990 que l'informatisation des processus portuaires a été lancée avec la mise en place d'une communauté portuaire regroupant tous les acteurs de la plateforme portuaire d'Abidjan. Cette solution qui consiste en l'échange de données informatisées entre les acteurs a été remplacée par APS'NET (Abidjan Ports Technologie) qui est un système d'échange instantané, plus inclusif, regroupant tous les acteurs portuaires, y compris la Douane, autour d'une base de données uniques. Ce système permet une meilleure programmation de l'escale navire en vue d'une optimisation du temps des opérations à quai.

Au cours de cette période, nous avons assisté, relativement au Port Autonome d'Abidjan, à une hyper informatisation des processus qui a nécessité la mise en place de data centers avec de puissants serveurs pouvant soutenir les systèmes mis en place mais malheureusement très énergétivores. Les sociétés évoluant dans le domaine ont aussi dimensionné leur système informatique qui multiplie ainsi l'effet néfaste de l'utilisation de ces systèmes sur l'environnement portuaire.

2.2.1. L'impact carbone des équipements numériques

L'augmentation du trafic conteneur au port d'Abidjan s'accompagne d'une digitalisation accrue des opérations. Or, comme signalé plus haut, le cycle de vie de ces équipements informatiques et numériques engendre l'émission d'une forte quantité de gaz à effet de serre. Le port doit donc s'assurer que les gains d'efficacité permis par le numérique ne soient pas contrebalancés par l'explosion de

l'empreinte carbone des terminaux informatiques et autres outils déployés sur la plateforme.

Au niveau de la Côte d'Ivoire, la mise en place du GUCE (Guichet Unique pour le Commerce Extérieur) avec des fonctionnalités de PCS (Port Community System) permet la mutualisation des systèmes des différents acteurs portuaires. Cela réduit significativement le nombre d'équipements informatiques et, par ricochet, la quantité de CO₂.

2.2.2. La consommation énergétique des data centers

Les data centers sont des lieux stratégiques pour le traitement et le stockage de données. Avec l'hyper digitalisation, nous avons de grandes masses de données (BIG DATA) de divers formats (alpha-numériques, images, voix...) à collecter, analyser, stocker en toute sécurité. Cela nécessite de grands moyens technologiques, énergétivores et polluants.

Pour l'installation de ses data centers, le port d'Abidjan choisit des équipements à faible consommation énergétique et respectueux de l'environnement. Cette disposition, contenue dans les cahiers de charges des dossiers d'appel d'offres en équipements informatiques est suivie par les services de gestion environnementale de la société.

2.3. Les technologies digitales pour réduire notre impact sur l'environnement ?

Dans le cadre de la lutte contre les émissions de CO₂, de nombreuses entreprises mettent en avant des technologies digitales destinées à protéger la planète. Mais en réalité, ces outils augmentent leur propre empreinte carbone.

En effet, le virtuel est aujourd'hui à l'origine d'une pollution numérique puisqu'il repose sur la fabrication d'appareils numériques et sur l'utilisation d'infrastructures en ligne. Ce qui a un impact significatif sur l'environnement. Existe-t-il aujourd'hui des moyens de réduire notre empreinte carbone de manière responsable et écologique ? Existe-t-il des technologies digitales, de compensation carbone et de lutte contre le changement climatique ?

3. Solutions technologiques pour la transition énergétique du port d'Abidjan

Plusieurs solutions technologiques peuvent être envisagées pour permettre au port d'Abidjan de réaliser sa transition vers un modèle décarboné, tout en poursuivant sa transformation numérique. Il s'agit notamment des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique, des transports décarbonés et de la mutualisation des moyens.

3.1. Les énergies renouvelables

Le port d'Abidjan utilise déjà l'énergie solaire pour alimenter ses équipements de balisage. Cette solution doit s'étendre à d'autres installations portuaires pour avoir des résultats plus tangibles. Ceci permet de couvrir une bonne partie des besoins énergétiques du port de façon propre.

3.2. L'efficacité énergétique

Le port d'Abidjan doit commanditer des audits pour la consommation énergétique et les émissions de CO₂ des opérations. Ces audits périodiques doivent être accompagnés de systèmes de mesure de l'empreinte carbone de chaque opération. Des actions correctives, suite à ces audits, doivent être mises en œuvre pour la maîtrise de la consommation énergétique de la digitalisation des processus. Ces actions doivent permettre l'identification des équipements énergivores et polluants afin de mettre en œuvre des solutions de réduction significative de la consommation d'énergie et de l'émission de CO₂.

3.3. Les transports décarbonés

Les équipements du deuxième terminal à conteneurs sont électriques, ce qui permet la réduction de leur empreinte carbone. Le port d'Abidjan doit encourager tous ses autres partenaires (compagnies maritimes, manutentionnaires...) à convertir leurs engins et équipements de manutention afin d'utiliser des énergies propres. Par ailleurs, le port doit faire des investissements conséquents permettant la disponibilité et l'utilisation du gaz naturel et autres sources d'énergie propres à tous ses quais. Il doit également encourager l'utilisation de véhicules autonomes fonctionnant à l'hydrogène vert par des investissements conséquents.

3.4. La mutualisation des moyens

Le port d’Abidjan doit étudier la possibilité d’utilisation d’équipements communs avec d’autres entités. Cette solution demande la mise en place d’un système de sécurité pointu pour chaque entité utilisatrice des équipements mis en commun.

Conclusion

La digitalisation est une réalité au port d’Abidjan. Bien que le processus soit en cours pour une digitalisation totale, des efforts remarquables sont réalisés par l’Autorité portuaire, ainsi que les acteurs de la plateforme portuaire. Les impératifs de la transition énergétique, avec ce que cela implique comme mutations dans les actions menées, occasionne un recours à diverses solutions plus économiques et moins énergivores.

La mise en œuvre de ces solutions demande un travail collaboratif entre tous les acteurs économiques présents sur le port, ainsi qu’un soutien fort des pouvoirs publics, au travers de subventions ou d’un cadre réglementaire incitatif. Il en va de l’atteinte des objectifs climatiques globaux du secteur maritime et portuaire.

DEUXIÈME PARTIE

Retours d'expériences sur la transition énergétique dans les ports

Chapitre 3.

Transition énergétique et solutions adaptées aux circonstances portuaires africaines, retour d'expérience de la zone portuaire de Sfax en Tunisie

Dr Louis BOISGIBAULT

*MBA, Docteur en géographie et aménagement, Sorbonne Université
Expert Technique International d'Expertise France*

Résumé

Interface importante entre la Tunisie du Sud et la Méditerranée, la zone portuaire de Sfax se compose d'un port de pêche historique et d'un port de commerce artificiel. La création du port de commerce remonte au gouvernement du protectorat français, à la fin du XIX^e siècle, et a permis à la ville de Sfax, deuxième agglomération urbaine tunisienne, de renforcer son rôle économique régional. Avec un volume de trafic de 4 648 740 tonnes principalement en entrée en 2022, c'est le troisième port commercial tunisien en tonnage. Il ne s'impose pas dans les classements comme un port majeur d'Afrique, contrairement à Tanger Med au Maroc dont l'essor a été spectaculaire ces 15 dernières années. Le port de commerce de Sfax est polyvalent, car il traite du vrac liquide, solide et de marchandises conteneurisées. Pour le trafic de passagers, Sfax est l'embarcadère pour les ferrys vers les îles Kerkennah. Les autorités sont aussi confrontées à une migration illégale croissante vers l'Europe, génératrice de désordres et de tragédies. Longtemps, les impératifs économiques du commerce international et de la pêche ont occulté les pollutions adjacentes et la mauvaise empreinte carbone de cette zone qui jouxte le centre-ville. La zone portuaire est menacée par des risques, en particulier la mauvaise gestion des déchets, les pollutions, les émissions toxiques, la

montée des eaux, les tempêtes, le manque d'eau potable, le réchauffement climatique avec sa chaleur excessive. Dans un scénario sombre, cette métropole de près de 300 000 habitants pourrait être désertée à l'horizon 2100, la vie humaine y devenant trop difficile. Des experts appellent à une dépollution du port, à une décarbonisation de ses activités et à une meilleure adaptation à ce réchauffement, tout en limitant l'artificialisation du littoral. Mais ces grands projets de modernisation durable très étudiés peinent à se concrétiser en raison de l'instabilité politique, des difficultés économiques depuis la révolution de 2011 et du manque de financements. Ils doivent accélérer aujourd'hui, en suivant des objectifs conformes aux meilleurs standards internationaux pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Mots-clés : Sfax, Tunisie, transition énergétique, port, conteneur, vrac, trafic maritime, pollution, CO₂, énergie.

Abstract

An important interface between southern Tunisia and the Mediterranean, the port area of Sfax consists of a historic fishing port and an artificial commercial port. The creation of the commercial port dates back to the government of the French protectorate, at the end of the 19th century, and allowed the city of Sfax, the second largest Tunisian urban agglomeration, to strengthen its regional economic role. With a traffic volume of 4 648 740 tonnes mainly inbound in 2022, it is the 3rd Tunisian port in tonnage. It does not stand out in the rankings as a major port in Africa, unlike Tanger Med in Morocco, whose growth has been spectacular over the last 15 years. The Sfax commercial port is versatile, as it deals with liquid and solid bulk and containerized goods. For passenger traffic, Sfax is the pier for ferries to the Kerkennah Islands. The authorities are faced with increasing illegal migration to Europe, generating disorder and tragedy. For a long time, the economic imperatives of international trade and fishing overshadowed the adjacent pollution and the poor carbon footprint of this area, which adjoins the city center. The port area is threatened by risks, in particular poor waste management, pollution, toxic emissions, rising water levels, storms, lack of drinking water, and global warming with its excessive heat. In a gloomy scenario, this metropolis of nearly 300,000 inhabitants could be deserted by 2100, human life becoming too difficult there. Experts are calling for decontamination of the port, decarbonization of its activities, and better adaptation to this warming while limiting the artificialization of the coastline. But these major, highly studied sustainable modernization projects are struggling to materialize due to political instability, economic difficulties since the 2011 revolution, and lack of funding. They must accelerate today by following objectives consistent with the best international standards to achieve carbon neutrality in 2050.

Keywords: Sfax, Tunisia, energy transition, port, container, bulk, maritime traffic, pollution, CO₂, energy.

Introduction

L'espace côtier de Sfax, dans le golfe de Gabès, est naturellement abrité par les îles Kerkennah, à une centaine de miles nautiques de l'île de Lampedusa en Italie, et par de hauts fonds vaseux qui ont pour effet de briser les turbulences de la Méditerranée. La ville portuaire de Sfax compte près de 300 000 habitants dans le gouvernorat éponyme d'un million d'habitants. Le port de pêche antique, le plus grand du pays, est proche de l'embouchure de l'oued Rmal, au sud du port de commerce qui a été créé artificiellement en forme de L, en prolongement du centre-ville. De part et d'autre de cette zone portuaire s'étendent des zones industrielles avec des infrastructures de manutention et de transport dédiées au phosphate et aux produits chimiques dérivés, au sel marin, à l'huile d'olive, aux céréales, aux marchandises conteneurisées, aux ferrys de passagers.

Méthodologie

Pour tenter de répondre à la question de la transition énergétique et des solutions adaptées à la zone portuaire de Sfax, nous nous sommes appuyés sur la méthodologie suivante : revue de la littérature (voir la bibliographie en annexe), collecte de données auprès de sources documentaires (rapports de l'Office de la marine marchande et des ports – OMMP tunisien), lecture de la presse locale, rencontre avec des responsables, observations directes, prises de photos du port lors de travaux de terrain qui se sont déroulés de janvier 2022 à octobre 2023 et qui ont été facilités par notre affectation universitaire à Sfax.

Les données ont été mises en perspective avec les communications nationales de la Tunisie à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques et avec ses engagements en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Elles ont d'abord été présentées le 24 mai 2023 au séminaire de réflexion du Centre de recherche maritime, portuaire et logistique (CREMPOL) qui s'est tenu à l'Académie Régionale des Sciences et Technique de la Mer (ARSTM) à Yopougon Niangon, en Côte d'Ivoire. Elles se sont enrichies par les réflexions et commentaires à l'issue de cet événement pour formaliser 8 objectifs. Ces 8 objectifs ont été rapprochés des 8 piliers du label Green Terminal et ont fait l'objet d'une présentation actualisée le 14 mars 2024 au séminaire de suivi à Abidjan, toujours orchestré par la fondation SEFACIL.

La première partie de cette communication porte sur la description illustrée de la zone portuaire, de son trafic, de ses pollutions et émissions. La seconde partie porte sur les solutions locales et les 8 objectifs à mettre en œuvre en matière de transition énergétique, dépollution, gestion des déchets et de l'eau, digitalisation, équipement, synergies locales, formation, chacun en adéquation avec un pilier du label international « Green Terminal ».

1. Caractéristiques de la zone portuaire de Sfax

1.1. Géographie du port polyvalent de Sfax

L'Empire romain s'est implanté dans la région de Sfax après la chute de Carthage en l'an 146 avant Jésus-Christ, comme en témoigne le site archéologique à Thyna, et a profité des richesses halieutiques importantes de cette baie protégée. La médina de Sfax a été construite au IX^e siècle de notre ère, en bordure de mer, après l'arrivée des arabo-musulmans. Le port a facilité les échanges de marchandises, les explorations maritimes tunisiennes et l'arrivée d'étrangers tels que les Normands au XII^e siècle, les Ottomans au XVI^e siècle et les Français en 1881, après une forte résistance de la population locale. Le gouvernement du protectorat français a étudié le projet d'un port de commerce à Sfax dès 1884 et l'a exécuté de 1886 à 1890. Un mur de quai de 200 mètres de long a d'abord été construit, ainsi que les bassins, le chenal d'accès, un feu de port, une grue fixe. Le dragage a permis d'accueillir des navires avec un plus grand tirant d'eau, déjà pour l'exportation des phosphates. L'inauguration s'est faite en 1891¹.

Au cours du XX^e siècle, le trafic du port de commerce de Sfax a progressivement augmenté en s'appuyant sur trois bassins, respectivement de 42 hectares, de 15,5 hectares et de 4,5 hectares, un cercle d'évitage de 300 mètres de diamètre, des ouvrages d'accostage avec 15 postes à quai et des ouvrages de protection que l'on peut toujours voir aujourd'hui. Parmi les quais dédiés au commerce, citons le quai phosphatier et de produits chimiques, le quai de conteneurs de céréales et une ancienne zone pétrolière de 14 hectares. L'embarcadère voyageurs pour les ferrys vers les îles Kerkennah est à l'extrémité du port de commerce. Le chenal de ce port est d'une longueur de

¹ Source : Les Travaux publics du Protectorat français en Tunisie publié par la Direction générale des Travaux publics à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900.

6,15 kilomètres, orienté Sud-Est/Nord-Ouest, dragué à – 11 mètres. La largeur du chenal est de 60 m sur les 3 premiers kilomètres du côté port et s'ouvre régulièrement pour atteindre 150 m du côté large. Le chenal est balisé par 6 paires de bouées et un feu d'axe. Nous employons le terme de zone portuaire plutôt que de port de Sfax, car il s'agit ici d'une juxtaposition de deux ports (commerce, pêche) et d'un bassin de plaisance, avec des zones périphériques étendues.

Au sud-ouest, le long de la route de Gabès, les salines s'étendent pendant une dizaine de kilomètres, bien au-delà de la ceinture Bourguiba qui est un boulevard périphérique au kilomètre 4 du centre-ville. Le littoral n'est pas accessible pour les voitures et les piétons et on ne peut pas voir le bord de mer. Les zones industrielles, notamment le site de la Société industrielle d'acide phosphorique et d'engrais (SIAPE), continuent jusqu'au site archéologique romain de Thyna, au niveau d'un autre boulevard périphérique au kilomètre 11 du centre-ville et au niveau de la centrale électrique. À trente kilomètres au sud, Chaffar est la première plage publique la plus propice aux baignades, et cet éloignement explique les raisons pour lesquelles les touristes sont peu présents à Sfax.

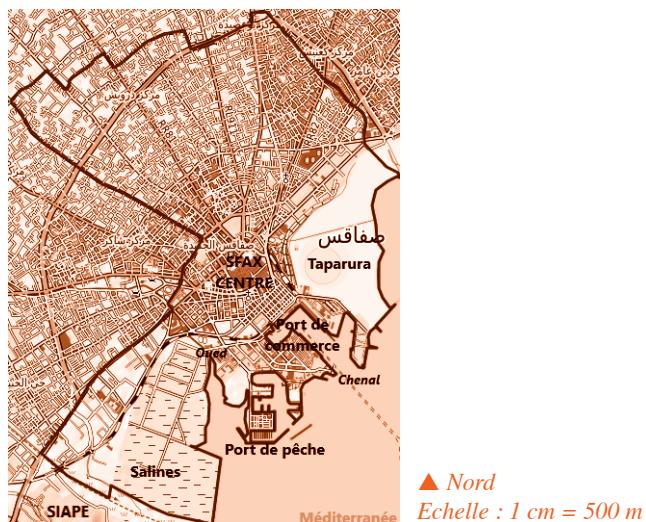
Au nord-est, à la sortie du chenal portuaire, la plage du Casino est difficilement accessible à pied du centre-ville et correspond plutôt à une promenade piétonne au bord de l'eau, avec une plage de sable qui n'est pas vraiment baignable. Elle jouxte Taparura, nom antique de Sfax, une montagne ronde de remblais et des terrains vagues, théâtre d'un projet de réhabilitation pour créer un quartier urbain à usages mixtes de 420 hectares, afin de réconcilier Sfax avec son littoral. Ensuite, le quartier Poudrière et la rue Sidi Mansour accueillent des dépôts industriels comme ceux de la société Air Liquide, implantée depuis plus de 100 ans en Tunisie.

Le spationaute français Thomas Pesquet a pris une photo très réussie de Sfax de la Station spatiale internationale (ISS) et l'a partagée sur Twitter le 14 octobre 2021². Il a fait le commentaire suivant : « La géométrie de la ville est vraiment surprenante à observer, elle s'est développée de façon concentrique, autour du port. Au sud, la couleur rose que vous commencez sans doute à reconnaître montre la présence de marais salants. » Ce commentaire si juste montre qu'un spationaute est un géographe qui s'ignore. Il n'a pas besoin de la représentation cartographique d'une ville et il comprend, en quelques secondes, ce qu'une étude de terrain explique en plusieurs semaines.

² Cf. photo sur ce lien : <https://kapitalis.com/tunisie/2021/10/14/apres-tunis-thomas-pesquet-publie-une-photo-de-sfax-vue-depuis-lespace/>

La forme caractéristique du port de commerce en L, la taille du chenal, l'organisation de la zone portuaire et sa proximité avec le centre-ville peuvent s'apprécier par la représentation cartographique (Figure 1) et sur la photo 1.

Figure 1 : Plan du centre-ville de Sfax avec sa zone portuaire



Source : carte personnalisée à partir d'un fonds de carte Google Map.

Photo 1 : Port de commerce de Sfax. Vue panoramique du « grand-hôtel Les Oliviers », montrant le déchargement d'une cargaison d'un navire de commerce



Source : Louis Boisgibault, octobre 2023

1.2. Le trafic au port commercial de Sfax

Le volume total du trafic au port commercial de Sfax en 2022 se décompose en 3 243 364 tonnes³ en entrée et 1 405 376 tonnes en sortie, soit un tonnage total de 4 648 740, en baisse de 3 % par rapport à 2021. Les autres ports de commerce tunisiens sont, en partant du nord au sud, Bizerte (2^e avec 5 536 680 tonnes en entrée + sortie en 2022), la Goulette, Radès (1^{er} avec 6 294 100 tonnes en entrée + sortie en 2022), Sousse, Skhira, Gabès et Zarzis. Sfax est donc à la troisième place nationale et représente 16 % du tonnage tunisien en 2022 (17 % en 2021). Le tonnage national de 28 697 197 n'a pas vraiment augmenté depuis 10 ans.

Tableau 1 : Répartition du volume de trafic au port commercial de Sfax

Entrée et sortie (en tonnes)	SFAX 2021	SFAX 2022	% 2022/2021
Vrac Liquides Hydrocarbures (Entrée uniquement)	24 005	18 646	-22%
Autres vrac Liquides (Huile d'olives en sortie)	79 359	131 877	66%
TOTAL VRAC LIQUIDES	103 364	150 523	46%
Vrac Solides Alimentaires (blé en entrée, sel marin en sortie)	1 935 372	1 698 756	-12%
Vrac Solides Industriels (soufre en entrée, phosphates et engrais en sortie)	1 256 220	1 269 363	1%
TOTAL VRAC SOLIDES	3 191 592	2 968 119	-7%
Tonnage conteneurisé (84 210 conteneurs EVP 743 navires à l'entrée)	1 045 235	1 041 325 (89 948 conteneurs EVP 718 navires à l'entrée)	0%
Marchandises non utilisées	434 848	488 773	12%
TOTAL MARCHANDISES GÉNÉRALES	1 480 083	1 530 098	3%
TOTAL VOLUME DU TRA- FIC (3 284 699 en entrée)	4 775 039	4 648 740 (3 243 364 en entrée)	- 3%

Source : OMMP Tunisie

³ Source : rapports annuels 2021 et 2022 de l'Office de la Marine Marchande et des Ports (OMMP) de Tunisie.

Le port commercial de Sfax travaille avec « les grands » armateurs et agents maritimes tels Maersk, CMA-CGM, Med Express Line et Comatram, Sahel Line, MTL et NAF Ship, Medkonlines et Tuniship sur des lignes régulières du trafic de conteneurs. Les destinations principales sont la Libye, l'Algérie, le Maroc, la Turquie, Malte, l'Espagne et l'Italie, c'est-à-dire en Méditerranée. Une nouvelle ligne maritime régulière vers le Maroc, l'Espagne et la Libye est annoncée pour mars 2024.

Vrac liquides, pétrole et huile d'olive

Le gouvernorat de Sfax a six champs de pétrole, dont la production est faible et en baisse depuis les années 1980 : les deux champs marins d'Ashtart et de Cercina et les quatre champs continentaux de Gremda, de Guebiba, d'El Hajeb, de Rhemoura. Le pétrole brut s'exportait de Sfax, mais le transit s'est progressivement orienté vers le port pétrolier de Skhira, laissant à Sfax une activité marginale d'importations de produits raffinés. Skhira, qui est au sud du gouvernorat de Sfax, a des infrastructures de raffinage, de stockage et des oléoducs de chargement et de déchargement. Ce port s'est imposé dans l'exportation de pétrole brut tunisien et algérien (depuis 2022 pour ce dernier), dans l'importation et l'exportation de produits raffinés et dans l'exportation d'acide phosphorique.

L'exportation d'huile d'olive constitue une recette importante pour la balance commerciale tunisienne. Les plantations d'oliviers sont très étendues autour de Sfax. La transformation des olives en huile produit les margines, ou eaux de végétation, qui sont des effluents issus de l'extraction. Elles sont constituées par les eaux de lavage et celles liées au processus de traitement et peuvent représenter jusqu'à 120 litres par quintal d'olives traitées.

Vrac Solides, sel marin, phosphates et produits dérivés

Les salines ont une superficie de 1 700 hectares avec 15 km de longueur sur la côte de la Méditerranée, au sud-ouest, en longeant la route de Gabès. Elles sont inscrites à la convention de Ramsar comme zones humides d'importance internationale depuis novembre 2007 à la demande des autorités tunisiennes. Elles produisent 315 000 tonnes de sel marin par an par un mécanisme de pompage gravitaire. L'eau de mer circule dans des marais salants qui permettent l'évaporation par l'action naturelle du soleil et du vent. La saumure restante est dirigée vers des surfaces spécifiques appelées cristallisoirs où le sel marin va se déposer naturellement pour être récolté une fois par an, lavé, stocké dans des montagnes blanches avant d'être acheminé.

Ces salines constituent un site d'accueil pour une centaine d'espèces ornithologiques qui peuvent atteindre 45 000 oiseaux en hiver. Les exportations de sels marins de Sfax ont été de 398 672 tonnes en 2022, en baisse de 25 % par rapport à 2021.

La Société industrielle d'acide phosphorique et d'engrais (SIAPE), filiale du Groupe chimique tunisien (GCT), installée depuis 1952 le long des salines, avait spécialisé son site dans la fabrication de triple phosphate supérieure (TSP) qui transformait le phosphate venu du bassin minier en engrais et en acide phosphorique (10 % de la production nationale). Malgré la fermeture de la SIAPE et sa montagne de déchets, le port commercial de Sfax continue à exporter en 2022, par phosphatiers qui ont un quai dédié, 28 493 tonnes de phosphate naturel de calcium (-26 % par rapport à 2021) et 176 772 tonnes d'engrais phosphatés (+59 % par rapport à 2021). Le port commercial a aussi importé 375 946 tonnes de soufre en 2022.

Trafic de passagers

Il était limité aux ferries allant aux îles Kerkennah, à une heure et demie de Sfax (8 départs et 8 retours par jour). La flotte compte 6 ferries qui peuvent transporter chacun environ 800 passagers et 150 véhicules. En octobre 2023, un premier navire de croisière a accosté au port de commerce de Sfax avec 277 visiteurs à bord et 532 membres d'équipage.

Photo 2 : Un ferry au départ du port commercial de Sfax



Source : Louis Boisgibault, mai 2022

Concernant le trafic clandestin de passagers, Sfax est devenue un « hub » important de migration illégale vers l’île de Lampédusa qui est à 180 kilomètres. Les embarcations de fortune partent des rivages au nord de Sfax (El Amra), presque à la même latitude que l’île italienne. Ce flux a pris de l’importance depuis la ratification par l’Italie des accords Schengen qui ont imposé un visa d’entrée pour les Tunisiens et permis la libre circulation des personnes dans l’Union européenne, il y a une trentaine d’années. Les médias sont beaucoup plus intéressés par comprendre ce phénomène migratoire au port de Sfax que par le présent travail sur la transition énergétique. J’ai été convoqué, à titre d’exemple, par une chaîne d’information continue en septembre 2023 pour expliquer la vague de 124 000 arrivées illégales à Lampedusa en 9 mois⁴ (soit deux fois plus qu’en 2022), venant principalement de Sfax. Les migrants économiques d’aujourd’hui seront les réfugiés climatiques de demain si rien n’est fait.

1.3. Pollutions et émissions dans la zone portuaire de Sfax :

Les pollutions et émissions de gaz à effet de serre dans la zone portuaire de Sfax sont anciennes et de multiples origines :

Hydrocarbures

Parmi les 4 champs pétroliers continentaux du gouvernorat, celui de Gremda est situé sur la route de Menzel Chaker, à 5 kilomètres au nord-ouest de Sfax. Sa production de 1 200 barils par jour est acheminée vers un centre de traitement par deux conduites de 6 kilomètres. La production des autres champs continentaux est acheminée par des camions-citernes. Cette activité historique, même en baisse, est maintenant organisée avec le port de Skhira, décrit précédemment. Elle a laissé des gisements de boues de pétrole dans la métropole et dans la zone portuaire, près des habitations.

Huiles d’olive

La margine est un déchet liquide issu de l’extraction d’huile, composée de l’eau des olives ajoutée à l’eau utilisée pour nettoyer les olives avant leur pression. La margine est une matière polluante en raison de sa grande acidité et de ses polyphénols. Elle renferme des matières organiques et minérales qui ont une forte demande chimique d’oxygène et émettent une odeur nauséabonde. Elle est stockée dans

⁴ Émission BFM TV, Paris le 15 septembre 2023. Story 2 – Lampédusa, la France doit prendre sa part ? Avec Julie Hammett et Louis Boisgibault sur : <https://youtu.be/wk-do3nQ0so?feature=shared>

des décharges pas toujours autorisées. La collecte, la transformation de l'olive ainsi que les manutentions et transports associés consomment de l'énergie et émettent du dioxyde de carbone (CO_2).

Sels

La saumure, qui est produite par le cycle de fabrication du sel, peut être rejetée en mer sans dilution ou traitement, ce qui entraîne des pollutions. La collecte, la transformation du sel marin ainsi que les manutentions et transports associés consomment de l'énergie et émettent du dioxyde de carbone.

Phosphates et produits dérivés

Une société industrielle suédoise a déversé 450 000 tonnes de phosphogypses annuellement pendant trente ans sur les côtes nord de la zone portuaire. Ce sont des déchets de transformation du phosphate, riches en acide fluorhydrique toxique et légèrement radioactifs. La SIAPE, qui a transformé le phosphate à Sfax pendant près de 70 ans, a produit des engrais et de l'acide phosphorique qui gèneraient 600 000 tonnes par an de phosphogypses, sur la côte sud. Ces sites dégageaient une forte odeur, polluaient l'air par les fumées toxiques, l'eau douce de la nappe phréatique par les infiltrations, l'eau de mer par les rejets toxiques.

Ces deux sites ont été fermés en 1988 et 2019. Des luttes ont opposé les industriels à l'Association de protection de la nature et de l'environnement de Sfax (APNES). Le ministère de tutelle a tranché pour les fermetures devant le désastre environnemental qui rendait la vie dangereuse et qui avait coupé Sfax de ses plages devenues polluées. Si la fermeture des sites a amélioré la situation, le mode d'élimination des déchets toxiques pose toujours un réel problème environnemental. D'abord rejetés en mer, les déchets ont été stockés par voie humide.

Cette technique a conduit à la formation de deux terrils de déchets, celui sur le site de la SIAPE qui atteint aujourd'hui une hauteur d'environ 50 mètres (Photo 3) qui s'étale sur une superficie de 48 hectares, et celui arrondi de Taparura. Ces collines de remblais massives recouvertes de sable, toujours visibles de loin, ont un système de drainage pour les eaux de ruissellement, mais pas de couche étanche de protection des sols et des eaux souterraines. Plusieurs notes d'impact et projets de réhabilitation ont été étudiés, financés par des organismes comme la Banque européenne d'investissement, faisant de la ville un laboratoire d'études très prisé des chercheurs

universitaires⁵, mais sans concrétisations. La collecte, la transformation du phosphate ainsi que les manutentions et transports associés consomment de l'énergie et émettent du dioxyde de carbone.

Photo 3 : Centre-ville avec bassin de plaisance adjacent, séparé du port de commerce. Les salines et la montagne de déchets de la SIAPE, au sud-ouest de Sfax, en arrière-plan



Source : Louis Boisgibault, avril 2023

Intermodalité et pollutions

Les manutentions et transports associés aux conteneurs de marchandises, consomment de l'énergie et émettent aussi du dioxyde de carbone. L'infrastructure portuaire permet de faire transiter les marchandises à l'entrée et à la sortie par le rail et la route. Une voie ferrée relie le port de commerce à la gare maritime de Sfax. Les trains sont vétustes, à la fois pour les passagers et le fret, et mettent 4 heures pour rejoindre la capitale, Tunis, qui est à 270 kilomètres. Il y a souvent des retards, des incidents et des déraillements. Les infrastructures routières sont meilleures, avec une autoroute de plus de mille kilomètres qui suit la côte méditerranéenne et des routes adjacentes goudronnées avec maintenant des lampadaires solaires à

⁵ Voir bibliographie en annexe.

certains carrefours. L’intermodalité consiste à choisir le plus souvent la route à la sortie du port, pour les passagers et le fret.

Si les ferrys vers Kerkennah ont une empreinte carbone réelle mais connue, l’accueil croissant de navires de croisière doit faire l’objet d’études d’impacts préalables pour déterminer s’il s’agit de simples escales de touristes étrangers ou si une intermodalité avec l’aéroport de Sfax est envisagée pour les passagers. Après plusieurs années d’arrêt, les navires de croisière ont repris leurs activités en 2022, puisque 41 navires de croisière ont été enregistrés en Tunisie avec 55 598 touristes à bord (406 navires de croisière et 895 403 passagers en 2010).

2. Solutions pour la transition énergétique, les émissions et les dépollutions

2.1. Contexte pour la transition énergétique, la dépollution et les déchets

Le taux d’électrification de la Tunisie est très satisfaisant, l’un des plus élevés d’Afrique, avec 99 % d'accès à l'électricité, mais cette électricité reste très carbonée, produite à 95 % en brûlant du gaz naturel (CH₄). Le secteur de l'énergie est le plus grand contributeur aux émissions brutes de gaz à effet de serre directs, avec 27 millions de tonnes équivalent de CO₂, soit environ 58 % des émissions nationales brutes de l'année 2012⁶. En 2012, plus des neuf dixièmes des émissions imputables à l'énergie sont dues à la combustion, très largement devant l'agriculture, la forêt et les autres Affectations des Terres (AFAT), les procédés industriels et les déchets. Le secteur des déchets étant le plus faible contributeur aux émissions nationales brutes (6,5 %) en 2012.

Dix ans après, la situation n'a pas fondamentalement changé. Les externalités négatives des déchets se sont accrues, notamment à Sfax. La Tunisie post-révolution arabe a été occupée à faire face à une succession d'événements difficiles tels les attentats terroristes du Bardo, de Sousse et de Tunis en 2015, la Covid-19, la guerre en Ukraine et une instabilité politique qui n'ont pas été propices aux

⁶ Troisième Communication Nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

projets d'investissements⁷. Ce manque d'investissements pour la transition énergétique et la dépollution concerne le pays entier et la zone portuaire de Sfax en particulier. Le 9 juin 2023, l'agence de notation Fitch a baissé de nouveau d'un cran la note de la Tunisie, de CCC+ à CCC-, à cause des délais dans les négociations pour obtenir un nouveau prêt du Fonds Monétaire International (FMI). Cette note de 4/20 rapproche le pays du défaut de paiement. Cette crise de liquidités est un élément de contexte qui explique le manque d'investissements dans ce pays très centralisé.

Le sud de la Tunisie dispose de larges étendues désertiques qui permettraient de développer des projets d'envergure dans les énergies solaire et éolienne à l'instar du Maroc⁸. L'énergie hydroélectrique souffre du réchauffement climatique, avec des oueds qui n'ont plus d'eau. Des objectifs avaient été fixés pour 2020, mais n'ont pas été atteints.

L'efficacité énergétique des bâtiments, de l'industrie et des transports progresse peu, avec des réglementations qui n'ont pas évolué depuis 2010, cela malgré les efforts de l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie (ANME) qui a une délégation à Sfax que nous avons pu visiter. L'espace urbain et portuaire (Photo 4) montre des constructions avec toits-terrasses en blanc pour atténuer le rayonnement solaire par l'effet albédo, des climatiseurs, des chauffe-eaux solaires (développés grâce au programme PROSOL de 2007 à 2011)⁹, des antennes satellitaires, quelques palmiers.

⁷ Louis Boisgibault, interview donnée à Arabnews, le 20 mai 2022. Tunisie : Les enjeux de la transition énergétique. Voir : <https://arab.news/6saxd>

⁸ Louis Boisgibault, Fahad Al Kabbani, Transition énergétique dans les métropoles, la ruralité et le désert, ISTE 2019

⁹ Louis Boisgibault, L'énergie solaire après Fukushima, la nouvelle donne, page 36-37, Médiciline, 2011.

Photo 4 : Vue de la rue perpendiculaire à la route de M'harza (km 1,5) allant vers les marais salants et la Méditerranée



Source : Louis Boisgibault, Juin 2022

Les solutions sont difficiles à mettre en œuvre pour faire face à ce réchauffement climatique inexorable qui fait monter la température à plus de 50°C en été et rend la vie humaine difficile. Le secteur électrique doit se décarboner en diminuant sa dépendance exclusive au gaz naturel par le développement des énergies renouvelables, la modernisation des réseaux de distribution, de transport et des interconnexions internationales. La Société Tunisienne d'Électricité et de Gaz (STEG) gère une puissance installée de 5 944 MW, une production électrique en hausse à 20 085 GWh en 2021¹⁰. La centrale thermique de Sousse, avec un cycle combiné à gaz, est l'unité de production la plus importante.

Parallèlement, les mesures d'efficacité énergétique portées par l'ANME doivent s'intensifier, avec la mise en place d'un programme spécifique pour les zones portuaires. Pour juger du niveau des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre dans la zone portuaire de Sfax, il faut commencer par réaliser un audit énergétique et un bilan carbone de la zone portuaire, avec un comptage précis dans la durée des consommations et des émissions. Il s'agit de comprendre les gisements d'économies et les anomalies. Ensuite, pour effectuer le meilleur diagnostic et mettre en place un plan d'actions chiffré, avec des priorités et des indicateurs

10 Site web de la Société Tunisienne d'Électricité et de Gaz (steg.com.tn).

de performance. La coopération avec les autres ports de commerce est indispensable pour connaître les bonnes pratiques.

La dépollution et les déchets

La gestion des déchets est devenue une des préoccupations importantes de la politique environnementale tunisienne depuis une trentaine d'années¹¹. En effet, en 1993, la création du PRONAGDES (Programme National de Gestion des Déchets Solides) a doté le pays de l'infrastructure nécessaire au traitement des déchets domestiques, industriels, toxiques et dangereux. Il a également proposé des solutions pour la réduction des déchets et de leur nocivité. Le PRONAGDES prévoyait des projets ambitieux d'aménagement et de mise aux normes de décharges contrôlées dans les chefs-lieux des gouvernorats. En 1997, la première filière de récupération des déchets plastiques, Eco-Lef, a été lancée pour récupérer et valoriser les emballages en plastique.

Comment expliquer, dans ce contexte, le drame environnemental que Sfax connaît depuis 2021 avec cette crise persistante des ordures ménagères et plastiques qui ne sont plus ramassées et qui se sont entassées dans la ville, sans que l'on trouve de solutions en termes de collecte, de décharges et de valorisation ? Le comité consultatif pour la gestion de cette crise, lancé en juillet 2022, peine à juguler le problème, témoignant que la vision stratégique a disparu et que les investissements n'ont pas été faits. Des opérations anarchiques de brûlage d'ordures ménagères par les citoyens se sont multipliées en dépit des avertissements lancés par les autorités, en raison des dangers sanitaires causés par les émissions de dioxine. Un important incendie s'est déclaré dans la décharge de la route du port de Sfax, en novembre 2022, qui était pourtant fermée pour non-conformité.

D'un point de vue institutionnel, malgré l'implication de nombreux intervenants dans le domaine des déchets (organismes publics, sociétés privées, ONG...), l'Agence Nationale de la Protection de l'Environnement (ANPE) était l'acteur principal de la gestion des déchets ménagers, non dangereux et non industriels. Elle était responsable de la gestion du PRONAGDES, du programme ECO-LEF et de la coordination entre les municipalités et les opérateurs privés. Les municipalités ont le pouvoir de décision de la gestion des déchets ménagers au niveau local, selon la loi organique des communes 95-68, et peuvent externaliser le ramassage, le tri, le traitement, l'enlèvement, l'enfouissement des ordures dans des décharges

11 CWBI, 1999 ; Banque mondiale, 2004 ; Haouaoui, Loukil, 2009 ; Sweep-Net, 2010.

contrôlées. Force est de constater que la municipalité de Sfax a été défaillante depuis 2011 pour ses ordures ménagères et le plastique. De plus, en mars 2023, le président de la République tunisienne Kaïs Saïed a décidé de la dissolution des conseils municipaux formés aux élections de 2018, ce qui a compliqué les projets qui auraient pu faciliter la transition énergétique et la dépollution.

On ne peut pas citer tous les exemples de mauvaise gouvernance, de projets non aboutis, de conseils non suivis, ce qui désespère la population sfaxoise. Ville portuaire trop carbonée, Sfax n'a pas d'eau potable aux robinets, cumule trop de trafic, de plastiques, de rejets, d'émissions toxiques, de déchets industriels, agricoles et ménagers. La situation d'urgence couplée avec l'absence de ressources financières ne sont pas propices à des investissements, à une démarche de qualité et à la mise en place d'un label Green Terminal.

2.2. Solutions en termes d'aménagement de la zone portuaire

Le projet de réhabilitation « Taparura », connexe à la zone portuaire, est né de la fermeture des sites industriels polluants voilà déjà 40 ans. Ce projet consistait, dans un premier temps, à rassembler le phosphogypse terrestre et marin, à l'envelopper hermétiquement sous la terre pour y replanter des arbres et le recouvrir du sable venu de Kerkennah, ce qui explique la colline artificielle arrondie. Ensuite, ce projet Taparura voulait aménager 280 hectares d'un foncier de 420 hectares de zones gagnées sur la mer par remblaiement hydraulique après dépollution du littoral pour créer un pôle urbain métropolitain et relancer les activités balnéaires. Ce développement urbain ambitionnait d'assurer une haute qualité environnementale et un bon mélange entre habitation, tourisme et activités portuaires. La mobilité urbaine était aussi un volet important avec un équilibre voulu entre les modes de transport, en cohérence avec le plan directeur de l'agglomération de Sfax. Aujourd'hui, l'accès à cet espace au nord-est du port de commerce ne peut se faire que par voiture en raison de terrains vagues et de la ligne de chemin de fer. En mai 2022, nous avions co-organisé la 4^e université internationale de printemps en urbanisme sur le thème « Réconcilier Sfax avec son littoral » avec nos étudiants d'architecture, ceux de l'école nationale d'architecture et d'urbanisme de Tunis et de l'université catholique de Louvain en Belgique. La restitution des travaux complexes s'était faite à l'hôtel de ville, en présence du maire de l'époque, architecte de formation, monsieur Mounir Elloubi rencontré à cette occasion.

Le ré-aménagement de la zone portuaire de Sfax doit atténuer l'action continue des aléas physiques des courants, de la houle, de la faible marée, des érosions, des tempêtes, de l'élévation du niveau de la mer. Il est attendu un recul progressif du trait de côte et la dégradation des plages de sable. La zone portuaire est vulnérable et menacée, car cet espace avait été gagné sur la mer qui allait jusqu'à la médina autrefois ; elle est aujourd'hui considérée comme submersible, tout en ayant un risque hydrique fort. Pour juguler ce risque hydrique, les autorités tunisiennes et l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) ont signé un accord de financement en juillet 2021 de près de 250 millions d'euros pour la construction d'une station de dessalement. Ce prêt remboursable sur 25 ans, avec une période de grâce de 7 ans, permet la construction, depuis le 1^{er} avril 2022, d'une prise d'eau en mer et de la station de dessalement qui affiche une capacité de 100 000 m³ par jour, extensible à 200 000 m³. La station occupe un terrain de 20 hectares au sud de Sfax, à Gargour, et est construite à 80 %. L'usine d'osmose inverse devrait démarrer fin 2024 avec une puissance électrique de 40 MWc, produite par la centrale de Thyna, exploitée par la Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz (STEG). L'électricité est acheminée dans l'usine d'osmose inverse via une ligne de 150 kV, longue de 15 km et comprenant 40 pylônes. Un réseau d'adduction permet de connecter l'usine au réseau d'eau potable de la ville. L'entreprise publique SONEDÉ veille à la construction d'une conduite de rejet de saumure en mer.

2.3. Suivre les meilleurs standards internationaux

Pour améliorer la situation existante, les audits énergétiques et le bilan carbone de la zone portuaire de Sfax sont un bon point de départ pour faire un bon diagnostic. La mise en place du label international Green Terminal peut aussi apporter une méthodologie qui permettra de progresser. Les ports ont une empreinte carbone qui provient essentiellement des navires, qui représentent 60 % des émissions, en augmentation de 30 % depuis 1990. Il faut calculer si l'on retrouve ces chiffres pour la zone portuaire de Sfax et comment elle se compare avec ces pairs tunisiens, africains et mondiaux. L'Office de la marine marchande et des ports « OMMP » tunisien a été créé en 1965. La loi de 1998 lui conforte son autorité portuaire et lui délègue l'administration et l'autorité maritime. Il est donc chargé d'assurer le traitement, dans les meilleures conditions de délai, de coût, de sûreté et de sécurité de tous les navires et marchandises transitant par le port de Sfax. L'Office doit faire de la transition énergétique et

de la recherche de solutions adaptées aux circonstances portuaires tunisiennes une priorité et travailler plus activement avec l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie et les parties prenantes.

L'Office a, par exemple, publié des cahiers des charges relatifs à l'exercice des portefaix dans les gares maritimes, à l'enlèvement des huiles usées des navires, à l'enlèvement des ordures des navires. Il pourrait définir une stratégie portuaire tunisienne avec la vision d'atteindre la neutralité carbone en 2050, avec des objectifs pour chaque port de commerce, et croiser cette stratégie avec les huit piliers sur lesquels repose le label Green Terminal (Tableau 2).

Tableau 2 : 8 objectifs proposés pour la zone portuaire de Sfax

1	Amélioration des infrastructures, modernisation des terminaux, mises en conformité. Construction d'infrastructures conformes aux normes internationales et standards de construction.
2	Chantier du port intelligent de Sfax (par exemple, la capitainerie connectée diminue les temps d'attente et facilite la connexion électrique des navires à quai), implantation d'activités économiques innovantes pour faciliter l'accueil des navires, des clients industriels et logistiques et digitalisation des procédures. Développement de la transformation digitale dans les terminaux.
3	Promotion d'un écolabel national sur les flux logistiques et portuaires pour promouvoir des chaînes logistiques plus vertueuses pour l'environnement. Mise en œuvre d'un pilotage optimisé du système de gestion environnementale.
4	Élaboration d'une trajectoire de transition écologique pour la gestion optimisée du traitement des déchets (stock et flux). Stratégie en faveur de l'économie circulaire pour la collecte et le traitement des déchets.
5	Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, équipements, navires. Utilisation d'énergies alternatives (renouvelables, marines). Arrêt des rejets toxiques pour garantir une meilleure qualité de l'eau, de l'air et de la biodiversité. Contrôle de l'eau et de l'air en préservant la biodiversité.
6	Investissement dans des navires utilisant des systèmes à propulsion plus propres (GNL, biocarburants, carburants produits à partir d'hydrogène vert), dans des équipements performants. Investissement dans des équipements respectueux de l'environnement.
7	Ouverture de la zone portuaire sur la ville et coopération entre les autorités portuaires et les différents acteurs (collectivités locales, habitants, transporteurs, industries, fournisseurs d'énergies, universités, associations). Engagement sociétal avec les parties prenantes locales.
8	Formation des agents aux nouveaux enjeux de la zone portuaire de Sfax. Formation des collaborateurs aux bonnes pratiques.

NB : Les 8 piliers du label Green Terminal sont en gras, l'auteur a ajouté les objectifs pour Sfax.

Source : Bolloré Ports

Conclusion

La transition énergétique et les solutions adaptées aux circonstances portuaires africaines et, plus particulièrement, le retour d'expérience de la zone portuaire de Sfax en Tunisie, est un sujet d'une grande complexité. La Tunisie est un pays centralisé, qui laisse à la zone portuaire de Sfax une autonomie limitée. Le pays traverse actuellement un manque de liquidités pour investir dans des projets ambitieux, sans partenaire étranger financeur. Toute initiative d'audit énergétique et de bilan carbone de la zone portuaire de Sfax ne peut se décider uniquement localement, mais doit faire l'objet d'un consensus national et d'autorisations du ministère et d'autorités de tutelle à Tunis. L'Office de la Marine Marchande et des Ports Tunisien (OMMP) et la délégation de Sfax de l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME) ont toutes les compétences pour lancer un tel chantier et, éventuellement, choisir avec un prestataire. Mais il faudrait un soutien politique fort. Des projets de dépollution et d'aménagement de la zone portuaire ont déjà été étudiés et pourraient être mis à jour en renforçant le volet environnemental et en visant la neutralité carbone à l'horizon 2050. Un audit énergétique et un bilan carbone de la zone portuaire permettraient de faire un diagnostic et de chiffrer un plan d'actions, avec coûts d'investissement et d'exploitation futurs. Les 8 objectifs décrits, à mettre en œuvre, contribueraient à faire des économies par une meilleure gestion digitalisée, une maîtrise optimisée de l'eau, des déchets, des consommations énergétiques et à engendrer de nouvelles recettes. La situation est critique à Sfax, avec un lourd passif environnemental, un statu quo inefficace, une migration illégale trop forte. L'urgence climatique se rappelle au bon souvenir des citoyens et des responsables politiques et doit pousser à l'action et aux changements pour ne pas aggraver les problèmes qui y rendraient la vie impossible à l'horizon 2100 si l'accord de Paris sur le climat n'est pas tenu.

Références bibliographiques

- Akou Loba, Alexis Bernard N'Guessan (dir.), 2017. *Le port dans la ville*, éditions EMS, Caen, 415 p.
- Ali Bennasr, Sfax, 2010. *De la ville régionale au projet de métropole. Centre de publication universitaire. Mondialisation et changement urbain*, Centre de publication universitaire, pp. 79-95.
- Ali Bennasr, Taoufik Megdiche, Eric Verdeil, 2013. Sfax, laboratoire du développement urbain durable en Tunisie ? *Revue Environnement Urbain*, Vol.7, p. 83-98.

- Amdouni Ridna, 1990. *Étude géochimique des saumures libres, des sédiments et des sels dans les marais salants de la saline de Sfax*. Thèse, Université Paris Diderot.
- Ayedi Hana, 2019. *Contribution à la logistique urbaine durable : outil d'aide à la décision pour le transport marchandises dans la ville de Sfax*, Thèse, Université Paris 8.
- Ben Hamida Rania, 2014. *L'énergie entre les opportunités de développement et les risques de la dégradation de la qualité de l'environnement : cas du gouvernorat de Sfax (Tunisie)*, Thèse, Université d'Auvergne, Clermont Ferrand-1, 275 p.
- Boisgibault Louis, 2011. *L'énergie solaire après Fukushima, la nouvelle donne*, Mediciline, 154 p.
- Boisgibault Louis, 2022. *Tunisie, les enjeux de la transition énergétique*, Arabnews. <https://www.arabnews.fr/node/243616/%C3%A9conomie>
- Boisgibault Louis, Fahad Al Kabbani, 2019. *Transition énergétique dans les métropoles, la ruralité et le désert*, ISTE, 236 p.
- Chaari Nizar, 1997. *Les rapports d'échange oléiculteurs-transformateurs dans la filière huile d'olive tunisienne, concurrence ou coordination : cas de la région de Sfax*, thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse, 269 p.
- Duinkerken, M., Evers, J., 2000. A simulation model for automated containers terminals. *Business and Industry Simulation Symposium*, pp. 134-139.
- Gazdar, M.K., Korbaa, O., Ghedira, K., Yim, P., 2007. Container handling using multi-agent architecture. *Int. J. Inf. Database Syst.* 3(3), 685-693.
- Hamidou, M., Fournier, D., Sanlaville, E., Serin, F., 2014. Management of dangerous goods in container terminal with MAS model. *Computer Science*, 8 p.
- Helali Hayet, 2004. *Étude du phosphogypse de Sfax (Tunisie) en vue d'une valorisation en technique routière*, thèse, Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse, 252 p.
- Henesey, L., Wernstedt, F., Davidsson, P., 2003. *Market-driven control in container terminal management*. In : 2nd International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries, p. 377-386.
- Hentati Dorra, 2018. *Isolement et caractérisation des bactéries marines hydrocarbonoclastes, production des biosurfactants et étude de la biodiversité microbienne au sein de trois ports de Sfax*, Tunisie, Thèse, université de Montpellier, 349 p.
- Louati Afifa, 2003. *Étude de la pollution par hydrocarbures des sédiments côtiers de la région de Sfax*, Thèse, école nationale d'ingénieurs de Sfax, 232 p.
- Ma, Y., Kim, K.H., 2012. A comparative analysis : various storage rules in container yards and their performances. *Ind. Eng. Manage. Syst.* 11(3), p. 276-287.
- Monia Gasmi, 2006. « La répartition des établissements industriels à Sfax : un schéma radio-concentrique », *Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée*, mars, p. 245-278.
- Mzoughi Mohamed, 2020. Étude des relations dol-eau-plante chez l'olivier dans le contexte du changement climatique en milieu aride tunisien : le cas de Sfax.
- Perec Georges, 1964. *Les choses, roman prix Renaudot qui décrit la ville de Sfax dans les années 1960*, 168 p.

- Rebollo, M., Julian V., Carrascosa C., Botti V., 2000. A multi-agent system for the automation of a port container terminal. In : Workshop on Agents in Industry.
- Rekik I., Elkossantini S., Chabchoub H., 2015. *Container stacking problem: a literature review*. International Conference on Computers and Industrial Engineering.
- Rouis Badreddine, 1991. *Contribution à l'utilisation de sous-produits industriels : application au cas du phosphogypse de Sfax*, Thèse, université Joseph Fourier-Grenoble, 97 p.
- Saanen, Y.A., Dekker, R., 2006. Intelligent stacking as way out of congested yards. *Port Technol.* 31, p. 87-92.
- Saurí, S., Martín, E., 2011. Space allocating strategies for improving import yard performance at marine terminals. *Transp. Res. Part E* 47, p. 1038-1057 .
- Woo, Y.J., Kim, K.H., 2011. Estimating the space requirement for outbound container inventories in port container terminals. *Int. J. Prod. Econ.* 133, p. 293-301.
- Zaghden Hatem, 2007. Étude de la pollution par hydrocarbures des sédiments côtiers de la région de Sfax (chenal Sfax-Kerkennah), 267 p.

Capsule professionnelle 4.

Les ports de l'AGPAOC face aux réalités du changement climatique : entre constatation, adaptation et anticipation

Yann ALIX

*Délégué Général – Fondation SEFACIL
Président Fondateur – WlogU*

&

Jean-Marie KOFFI

*Secrétaire Général
Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre
(AGPAOC)*

Introduction

Les ports du monde entier sont aux premières loges des effets du changement climatique. Avec la transition énergétique et la décarbonation des chaînes de valeur globales, les ports renforcent leur rôle premier d'écosystèmes innovants au cœur de solutions plus intégrées et respectueuses de l'environnement (Alix, Mat & Cerceau, 2014). Rappelons que le seul secteur des transports, tous modes confondus, pèse pour un quart des émissions de GES, devant les secteurs de l'industrie et de la construction. Les ports se doivent d'anticiper pour être acteurs remarquables des transformations écologiques et énergétiques qui permettraient d'approcher les ambitions mondiales actées dans les textes de la COP21 de Paris.

Face à la montée irréversible du niveau des masses océaniques et aux récurrences d'événements extrêmes comme les ouragans, les ports maritimes n'ont plus d'autre choix que d'anticiper pour mieux mitiger les effets directs et indirects sur le fonctionnement de leurs opérations. Pour le continent africain, ces réalités sont déjà perceptibles, notamment dans l'océan indien ou sur des territoires fragilisés par les bouleversements climatiques comme les estuaires ou les côtes sableuses. Aucune autorité portuaire n'est exempte et chacune, en fonction des circonstances et des menaces, a comme impératif de mettre en place des plans de continuité d'activités face aux disruptions qui impactent les installations et les activités de services (tant pour les navires que sur l'arrière-pays). L'Afrique, 1/6^e des terres émergées planétaires, rejette 2,87 % de GES dans l'atmosphère (estimation 2022), ce qui n'empêche pas l'Union africaine de produire un Agenda 2063 où les systèmes énergétiques du continent devront être basés sur des sources propres, naturelles et renouvelables. Face à ces grandes aspirations stratégiques et prospectives, les réalités opérationnelles des écosystèmes portuaires africains sont perçues en décalage. La sécurisation énergétique, la capacité de gestion des déchets, la circularité économique et écologique ou encore le remplacement des solutions carbonées demeurent des défis tout aussi organisationnels que financiers et écologiques.

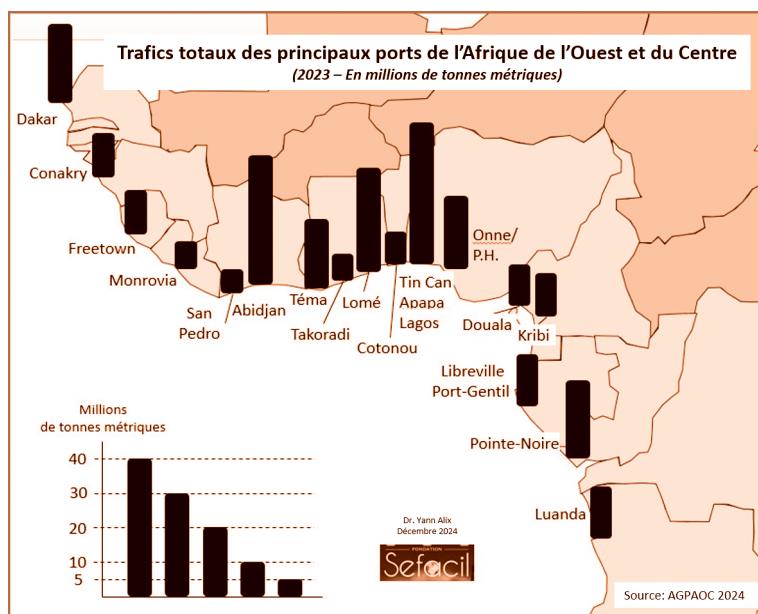
En octobre 2022, à Luanda, le 42^e conseil de l'AGPAOC et la 17^e réunion annuelle des Directeurs Généraux avaient pour thème « Le rôle des ports face aux effets du changement climatique ». Cette contribution met en lumière les actions concrètes et pratiques menées par plusieurs ports membres de l'AGPAOC. Elle soulève les contraintes et résistances que les écosystèmes portuaires doivent surpasser pour s'aligner sur de vertueuses trajectoires de transformation durable. Elle se termine sur la proposition d'une série de préconisations afin que les autorités portuaires puissent orchestrer des réponses adaptées en anticipation et pas seulement en adaptation.

1. L'AGPAOC : une mosaïque portuaire au service d'un demi-milliard d'Africaines et d'Africains

Les ports de l'AGPAOC regroupent toutes les autorités portuaires incluses entre la Mauritanie et l'Angola et pèsent pour environ un tiers du total des trafics portuaires du continent. Le plus important en tonnage total demeure le Port Autonome d'Abidjan avec plus de 37 millions de tonnes métriques en 2023, devant le Port Autonome

de Lomé (30 millions) et le Port Autonome de Dakar (23 millions), juste devant le Port Autonome de Pointe-Noire à 22,5 millions. (Figure 1). Évidemment, ces totaux exigent une lecture précautionneuse, car ils ne concernent que les tonnages manutentionnés dans les autorités portuaires publiques de l'AGPAOC, excluant *de facto* les grands terminaux privés spécialisés dans les trafics pondéreux de vracs liquides et solides.

Figure 1 : Les principaux établissements portuaires membres de l'AGPAOC par leur tonnage total manutentionné en 2023

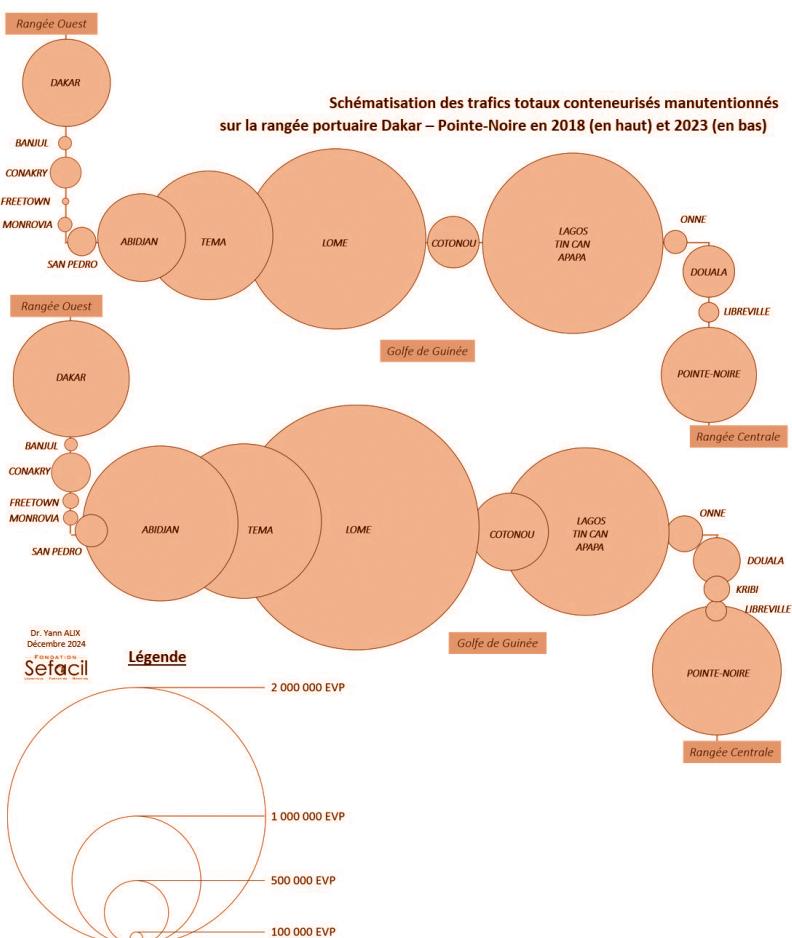


Source : Dr. Yann ALIX, 2024 à partir des données AGPAOC 2024

À titre purement informatif, alors que le Port Autonome de Conakry recense 12,75 millions de tonnes en 2023, l'ensemble des installations privées dédiées aux seules exportations de minerais compile 145 millions de tonnes métriques la même année. Même constat pour les exportations de pétrole et de gaz sur les plates-formes off-shore du Golfe de Guinée et d'Afrique Centrale. Cette réalité, pour de nombreuses économies d'extraction et d'exportation ultramarines, relativise le bilan écologique et environnemental que l'on peut adresser en matière portuaire sur l'ensemble des territoires couverts par les ports de l'AGPAOC.

Une autre représentation des réalités portuaires de l'AGPAOC prend comme référentiel les manutentions totales conteneurisées, qu'elles concernent les flux d'origine et de destination ou les volumes toujours plus importants du transbordement (Figure 2). Le trio Lomé-Tema-Abidjan, qui se concentre sur une bande littorale de 715 kilomètres, manutentionne plus de 4,4 millions de conteneurs en 2023. L'ensemble portuaire Lagos/Tin Can/Apapa et le port congolais de Pointe-Noire sont les autres entités millionnaires en conteneurs en 2023.

Figure 2 : Les principaux établissements portuaires membres de l'AGPAOC par l'évolution des manutentions conteneurisées



Source : Dr. Yann ALIX, 2024 à partir des données AGPAOC 2024

Tous ces ports présentent la même caractéristique : l'exploitation commerciale des terminaux à conteneurs relève d'opérateurs spécialisés internationaux qui déclinent des politiques de verdissement de leurs activités dans un souci de maîtrise des consommations d'énergie carbonée et de gestion raisonnée des ressources locales.

2. Un constat général implacable qui contraste avec les moyens humains et financiers à disposition des autorités portuaires

Peu ou prou, toutes les autorités portuaires membres ont établi le même constat : nos écosystèmes sont parfaitement conscients des transformations à mener, mais *a contrario*, personne ne sait exactement comment s'y prendre avec une répartition efficiente des responsabilités de chacun, que l'on soit une autorité publique et régionale ou un opérateur/investisseur privé, national ou étranger. L'établissement de « feuilles de route stratégiques », de « plans d'investissements », de « notes blanches en faveur de la décarbonation des activités portuaires » : la somme des initiatives marque un travail déjà entamé par toutes les autorités portuaires depuis plusieurs années. Les degrés de maturité et d'avancement sont très variables selon les autorités portuaires, mais toutes s'accordent à dire que rien n'est possible si un environnement juridique adéquat ne cadre pas les initiatives et ne borne pas les circonstances légales des transformations à engager. L'autorité hôte de la conférence de 2022 en Angola confirme cette assertion et précise que tout doit partir de la loi et des réglementations en vigueur dans le pays. Pour le cas angolais, les prescriptions légales reposent sur la loi-cadre n°5/98 concernant la protection environnementale, avec plusieurs décrets qui ont décliné et précisé toutes les dispositions juridiques dans le contexte de ports angolais qui présentent de grandes disparités de taille et d'activités, depuis l'enclave de Cabinda au nord jusqu'aux infrastructures de Namibe au sud (Figure 3).

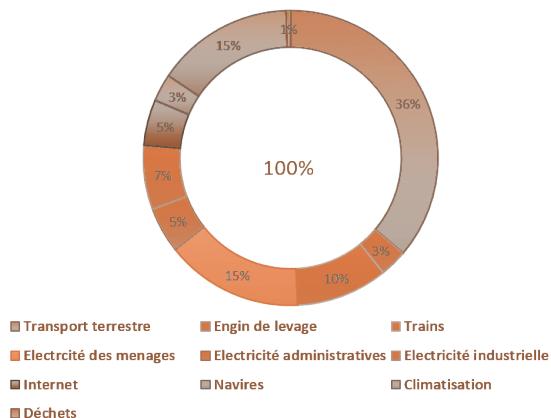
Figure 3 : Le réseau portuaire national angolais engagé dans la transformation énergétique et écologique de ses opérations



Source : MINTRANS 2022

Même son de cloche au Gabon où l’Office des Rades et Ports du Gabon (OPRAG) fait référence aux lois nationales pour expliciter le fait que la première pierre à l’édifice consiste à établir un état des lieux sur les émissions de GES. Et cela n’est pas si simple dans un territoire ville-port très dilué comme celui de Libreville-Owendo. L’OPRAG partage dès 2022 un travail exploratoire qui vise à qualifier et quantifier les principales sources de consommation d’énergies carbonées identifiées sur le domaine foncier du port, en relation directe avec l’ensemble des activités portuaires et non-portuaires (Figure 4).

Figure 4 : Quantifier et qualifier l'empreinte carbone sur le domaine foncier portuaire de l'OPRAG : retour des travaux d'analyse sur le port d'Owendo-Libreville



Source : MINTRANS 2022

Ce premier travail d'identification met en avant que plus d'un tiers des consommations électriques totales provient du transport terrestre, suivi par les ménages au même niveau que la seule climatisation. Cela illustre l'ampleur d'une démarche de transformation énergétique durable dans l'objectif de maîtriser les émissions de GES qui sont estimées par l'OPRAG en fonction de différentes sources identifiées (Tableau 1).

Tableau 1 : Principales sources d'émissions de GES et sa traduction en équivalent CO₂ sur le domaine foncier de l'Office des Ports et Rades du Gabon (OPRAG) – Année 2022

Source	Quantité	Facteur d'émission physique	Quantité de GES	Quantité de GES en équivalent CO ₂
Consommation essence (véhicules)	16 317 600	Une voiture consomme qui 5L/100km va émettre 5L x 2640g/L = 132gCO ₂ /km	6 181	6,2 kg CO ₂ e
Consommation électricité	106 064 400	1 Kwh électrique produit 0,1 équivalent CO ₂	10 606 440	10 606 kg CO ₂ e
Consommation Internet	267 776 000	1 Mo dégage 19g de CO ₂	5 087 744 000	5 087 t CO ₂ e
Consommation diesel (navires)	5 657 280	1L de gazole émet 2,67 Kg de CO ₂	15 104 938	15 104 t CO ₂ e

Source : OPRAG, 2022.

L'exemple gabonais se retrouve dans les initiatives de la Ghana Ports & Harbors Authority (GPHA), celles portées au Port Autonome de Douala (PAD) ou encore dans des écosystèmes portuaires plus modestes comme en Gambie ou en Guinée-Bissau. À des degrés très divers, les audits énergétiques et environnementaux orchestrés par les autorités portuaires constituent le substrat de diagnostics où quatre principales tendances semblent ressortir :

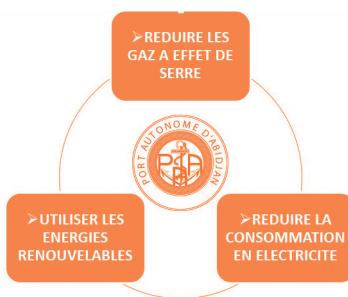
- le port doit être moteur de la réduction de la consommation globale d'énergie ;
- la communauté portuaire, maritime et logistique tout entière doit être mobilisée et concertée pour un calcul précis de toutes les émissions carbonées ;
- tous les acteurs économiques et industriels doivent engager des plans d'actions en vue de maîtriser les émissions de GES ; et enfin,
- l'usage progressif de toutes les sources possibles d'énergies renouvelables doit être cartographié pour assurer une meilleure

coordination et engager des actions de promotion et de soutien aux transitions énergétiques non-carbonées.

Dans ses trois objectifs visant à mitiger les impacts de son activité sur l'environnement (Figure 5), un port comme Abidjan, pourtant pionnier dans la démarche globale, identifie deux contraintes majeures :

- le déficit de moyens financiers pour structurer des programmes et des actions durables qui permettraient d'atteindre les objectifs annoncés dans les audits ; et
- la difficulté de recruter et de former les personnels portuaires en place pour accompagner cette transformation radicale liée aux conséquences de la décarbonation du transport maritime et de la chaîne logistique internationale.

Figure 5 : Les trois piliers de l'engagement du Port Autonome d'Abidjan dans sa lutte contre les effets du changement climatique.



Source : Direction Générale du Port Autonome d'Abidjan, 2022

Aussi, pour le PAA, les actions doivent être aussi pratiques que pragmatiques, même si elles paraissent dérisoires. Le remplacement des projecteurs et lanternes sodium de l'éclairage des magasins par des LED et celui des lampes à incandescence par des ampoules LED dans tous les bureaux et locaux du PAA constitue un engagement tangible qui a le mérite de pouvoir calculer le gain énergétique et électrique total des mesures engagées. Une même démarche a permis au port de Douala de remplacer les solutions d'éclairage public du domaine par des solutions solaires (Figure 6).

Figure 6 : Remplacement de tous les candélabres publics du domaine portuaire de Douala par des solutions solaires



Source : Port Autonome de Douala, 2022

La réduction des gaz à effet de serre se traduit également par les visites techniques des engins et le contrôle régulier, ainsi que le renouvellement du parc à auto. Les planifications de maintenance incluent des visites techniques pour tous les engins roulants après 5 000 kilomètres et 250 heures d'utilisation pour tous les engins flottants que l'on retrouve sur l'immense plan lagunaire abidjanais. Fin 2022, le port avait engagé le remplacement des climatiseurs fonctionnant au fréon R 22 par R 410 et R 407. Depuis 2018, 336 climatiseurs ont été remplacés sur 405 à remplacer, ce qui donne un taux de 82,96 % de couverture au PAA. Cela est à remettre en perspective de l'importance de la consommation d'énergie par la climatisation relevée par les travaux d'analyse de l'OPRAG. Dernier élément important porté par le PAA en concertation et coordination directe avec Bolloré Africa Logistics, devenu Africa Global Logistics : la mise en opération du deuxième terminal à conteneurs sous concession d'AGL prévoit une gestion électrique décarbonée de l'ensemble des mouvements de matériels sur le terminal. La complétion du projet dans son intégralité verra le terminal fonctionner avec 6 portiques de quai,

13 portiques de parcs et 36 tracteurs de parcs, tous électriques. Cela illustre combien le dialogue entre l'autorité régionale et un opérateur économique aussi essentiel qu'un opérateur de terminal est fondamental dans la réalisation des transformations énergétiques. AGL décline un label vert qu'il met en place sur les 13 terminaux qu'il contrôle entre Dakar et Pointe-Noire (Figure 7). Cet opérateur spécialisé de terminaux s'impose comme l'un des moteurs de la transformation énergétique dans les écosystèmes portuaires africains.

Figure 7 : Les huit principales composantes du label Green Terminal d'Africa Global Logistics



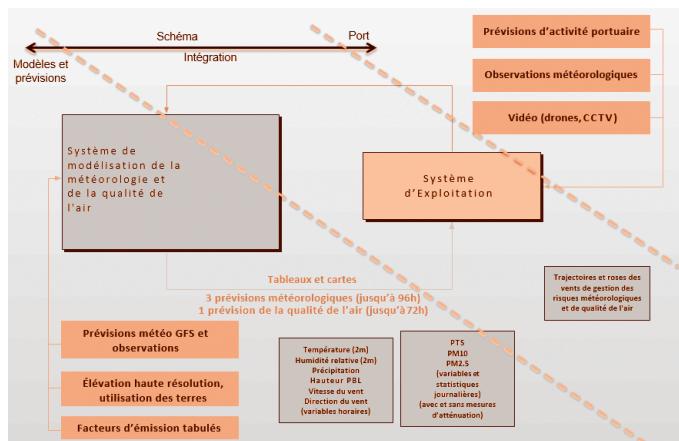
Source : Bollore Africa Logistics 2022 – Africa Global Logistics 2024

Les membres de l'AGPAOC ne s'y trompent pas et manifestent clairement leur ambition de co-produire des solutions durables décarbonées avec ces partenaires indispensables, sur les interfaces entre des navires aux propulsions du futur décarbonées et tous les acteurs qui garantissent les pré- et post-acheminements terrestres. Le Port Autonome de Kribi souligne aussi que la digitalisation et l'innovation numérique n'occupent pas la place qu'elles devraient dans la résolution de l'équation complexe de la décarbonation. En effet, la dématérialisation des procédures et l'accélération des processus de gestion des flux d'informations et documentaires constituent des sources importantes d'économie d'énergie qu'il convient de quantifier en face de ce que cela coûte aussi en termes de sur-production/surconsommation d'électricité. Les solutions technologiques existent, du système d'information portuaire (SIP) au

système d'information communautaire (PCS) jusqu'au guichet unique qui sert le commerce extérieur. Toutes composent les briques d'une solution dématérialisée complète qui réduit les tracasseries administratives et le gaspillage de ressources. Toutefois, force est de rapporter que tous les ports membres de l'AGPAOC reconnaissent volontiers leur incapacité à calculer ou même estimer la grandeur des impacts positifs (mais aussi négatifs) d'une telle démarche. Le port de Barcelone demeure l'un des seuls à avoir poussé l'exercice, démontrant la somme des externalités négatives évitées grâce aux processus intégrés de digitalisation sur la place portuaire espagnole.

Dans le même ordre d'idée, l'analyse intelligente des données peut être appliquée dans le contexte portuaire, comme l'argumente un opérateur privé comme PORTEL qui peut appliquer des modèles d'optimisation des prévisions météorologiques pour réduire les impacts de la pollution atmosphérique en milieu portuaire et périportuaire (Figure 8).

Figure 8 : La modélisation au service d'une gestion optimisée des pollutions atmosphériques en milieu portuaire : exemple des travaux de PORTEL au service des ports de l'AGPAOC



Source : PORTEL, 2022

Cela n'est pas nécessairement nouveau, mais ces modèles prévisionnels « clés en main » sont utiles pour des autorités qui souhaitent accéder à des solutions opérationnelles, tout en suivant des protocoles déjà établis et éprouvés.

3. En guise de conclusion : des recommandations pour passer un cap supplémentaire

Une des principales conclusions à retenir des retours d'expérience des autorités portuaires membres de l'AGPAOC concerne l'impérative clarification qui permette de rendre intelligible le rôle, les obligations et les responsabilités des ports dans la transition énergétique ouest et centre-africaine. Harmoniser une feuille de route opérationnelle et stratégique à l'échelle d'un ensemble portuaire régional sous l'égide d'une association telle que l'AGPAOC devient une préconisation forte. Cette recommandation doit soutenir une compréhension globale, mais aussi considérer les spécificités locales et territoriales dans l'objectif d'évaluer les conditions réelles de plans d'actions en faveur de l'anticipation climatique pour les ports de l'AGPAOC.

Une autre dimension essentielle est de reconSIDérer le port dans le fonctionnement des futures chaînes de valeur décarbonées. Les compagnies maritimes demeurent les pionniers de l'usage des nouvelles énergies propres de demain pour le transport massif des marchandises. Pour les ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, il est primordial de comprendre les trajectoires armoriales en matière d'adaptation au changement climatique. Que ce soit sous les angles technique, technologique ou encore économique et financier, les autorités portuaires doivent travailler de concert avec leurs principaux clients (armements maritimes, mais aussi manutentionnaires, transporteurs terrestres, chargeurs, etc.). Ces analyses peuvent aider à discerner les priorités d'investissements et surtout, évaluer les coûts totaux (et aussi les dividendes directs et indirects) des transitions économiques, écologiques et énergétiques.

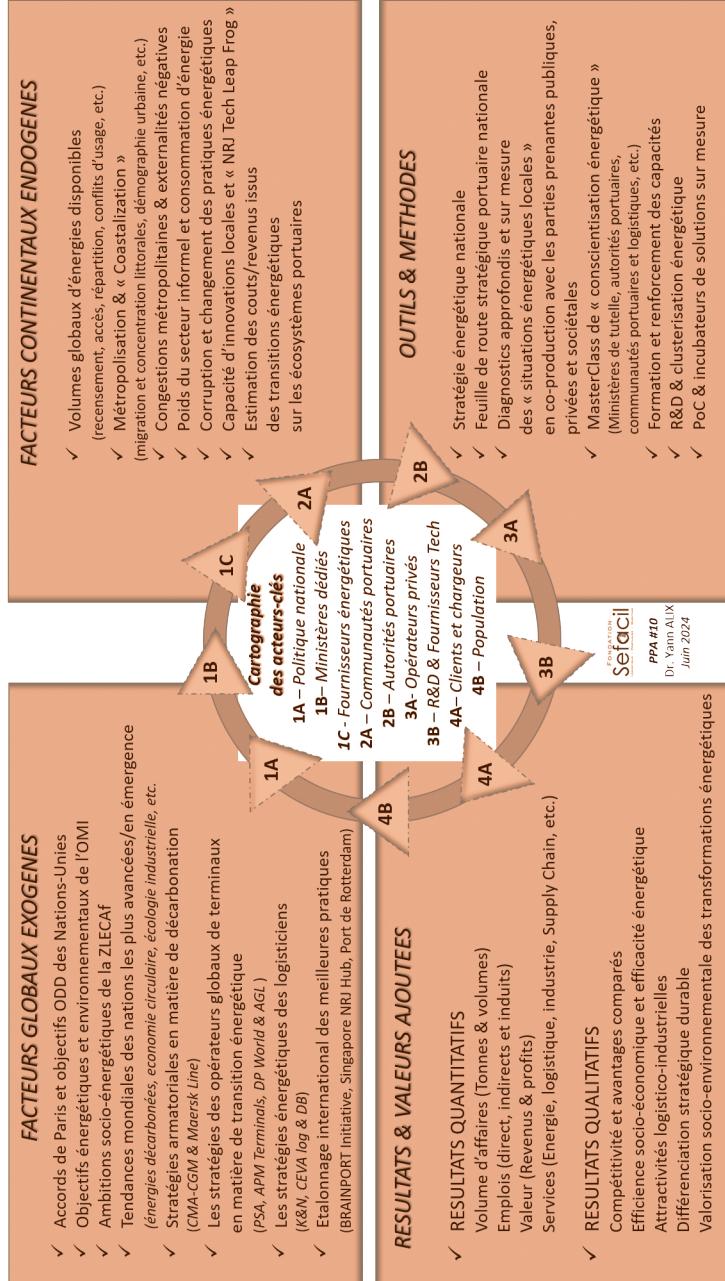
Sans ces prérequis indispensables, il s'avère compliqué, voire impossible, de projeter des planifications stratégiques et des modifications des pratiques opérationnelles dans des écosystèmes portuaires au service de l'émergence des socio-économies africaines. La transformation d'un modèle d'affaires majoritairement carboné implique invariablement la mobilisation de capitaux qui peuvent être levés dans la coopération avec les bailleurs de fonds et les investisseurs privés. L'accompagnement technique et scientifique par des ports partenaires plus avancés constitue une autre pièce essentielle d'une collaboration qui mobilise la recherche et le développement local, les expertises de cabinets spécialistes en finance, en droit, en énergie, en PPP, etc.

En matière de « Smart & Green Port », la fondation SEFACIL a toujours plaidé pour ne surtout pas réinventer une roue qui est passablement bien maîtrisée dans des écosystèmes portuaires avant-gardistes comme ceux de Rotterdam ou Singapour. La figure synthèse proposée aux Directeurs généraux des ports membres de l'AGPAOC a pour vocation d'établir une cartographie complète pour enclencher un processus de verdissement des activités et opérations d'un port subsaharien (Figure 9 page suivante).

Enfin, deux points à mettre à l'agenda des conditions indispensables :

- Le premier a trait aux échelles de temps et d'espace. Circonscrire la déclinaison des multiples initiatives dans un espace-temps signifie traiter les dossiers les uns après les autres, selon les bons périmètres (en matière de compétences, d'expertises, de métiers, etc.). Cette gestion de la feuille de route s'avère d'autant plus importante qu'elle doit mobiliser toutes les forces vives susceptibles d'être activées en fonction de la nature des transformations préconisées. Cet engagement s'inscrit dans le long terme et se projette dans une réponse collective et de territoire. En clair, un opérateur de terminal sur le port qui travaille sur l'optimisation des conditions de pré- et post-acheminement des conteneurs inscrit son action dans une cohérence communautaire. Il traite de la problématique des transits dans une perspective d'optimisation de solutions de transport, selon des tracés qui suivent des corridors routiers ou même ferroviaires, voire fluviaux. Les périmètres ne sont plus seulement géographiques. Ils sont aussi logistiques et englobent des territoires qui dépassent largement l'enceinte foncière d'un terminal portuaire situé sur le domaine de l'autorité portuaire.
- Le deuxième et dernier point considère que les futures initiatives portées par les autorités portuaires et leurs partenaires n'optimiseront leurs effets que si elles sont inscrites dans des politiques publiques nationales fortes, transparentes et pérennes. La légitimation de la posture régaliennes des autorités portuaires sera garante de la capacité à produire des changements structurels qui doivent être plus communautaires que portuaires, plus sociaux que seulement écologiques ou même énergétiques.

Figure 9 : Cartographie des parties prenantes clés dans le déploiement d'une stratégie Smart & Green pour une communauté portuaire subsaharienne



Capsule professionnelle 5.

Amélioration de la gestion des pré- et post-acheminements au port de Conakry : une réponse écologique à un défi logistique par Conakry Terminal

Yann ALIX

*Délégué Général – Fondation SEFACIL
Président Fondateur – WlogU*

Avec la participation exceptionnelle de :

Emmanuel MASSON

*Directeur Général
Conakry Terminal – Africa Global Logistics (AGL)*

Introduction

Comme dans de nombreux cas sur la rangée Dakar/Luanda, Conakry est une ville-port-capitale, qui concentre les fonctions politiques, socio-économiques et logistiques essentielles à la vie de la population guinéenne. Conakry dépasse les 2 millions d'habitants sur les 14 millions que compte un pays de presque 250 000 km². Principale porte d'entrée des marchandises internationales et ultramarines, Conakry est un port polyfonctionnel qui manutentionne 12,75 millions de tonnes totales. Cela en fait le principal point de collecte des droits et taxes douanières du pays sans oublier cependant que la Guinée demeure l'un des plus grands exportateurs de

minerais du continent et que les plus grands volumes ne passent pas Conakry qui est excentrée des principaux sites naturels d'extraction. Pour donner un ordre de grandeur utile, les différents terminaux vraquiers privés déployés dans le pays ont exporté 145 millions de tonnes de bauxite en 2023, en particulier depuis les installations spécialisées du port de Kamsar (Figure 1).

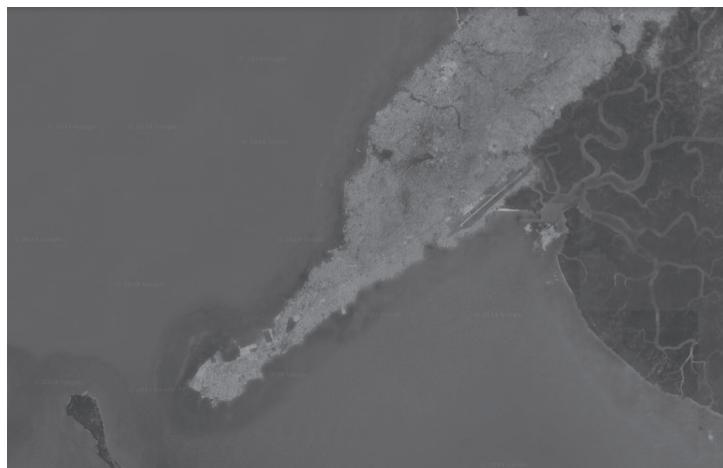
Figure 1 : Vue satellitaire des installations portuaires de Kamsar en Guinée



Source : Google Earth 2025

L'agglomération de Conakry occupe un site naturel exceptionnel sur la presqu'île de Camayenne qui, dans son extrémité ouest, est occupée en partie par les installations établies sur le domaine foncier du Port Autonome de Conakry (Figure 2). La configuration géographique et l'organisation de la circulation concourent à faire de la pointe de la presqu'île un goulet d'étranglement et un cul-de-sac où les flux de camions d'importation et d'exportation convergent en plein cœur de la métropole.

Figure 2 : Vue satellite de la presqu'île de Camayenne, de la ville et du port de Conakry



Source : Google Earth 2025

La polyfonctionnalité des activités du port de Conakry se manifeste par la cohabitation sur un territoire foncier limité de multiples terminaux spécialisés qui traitent autant les vracs liquides que solides, les conteneurs et les matériels roulants, ou encore, les marchandises générales diverses. Les écoulements des produits, qu'ils soient importés ou exportés, se réalisent pour la totalité par voies routières, ce qui génère des conflits d'usage et entraîne des occupations de la voirie préoccupantes, comme pour les citernes stationnées au cœur des quartiers populaires.

La présente contribution met en perspective les initiatives du terminal à conteneurs et roulier de Conakry Terminal pour améliorer les pré- et post-acheminements routiers. Le détail des principaux engagements de l'exploitant du terminal permet de saisir la triple dimension recherchée :

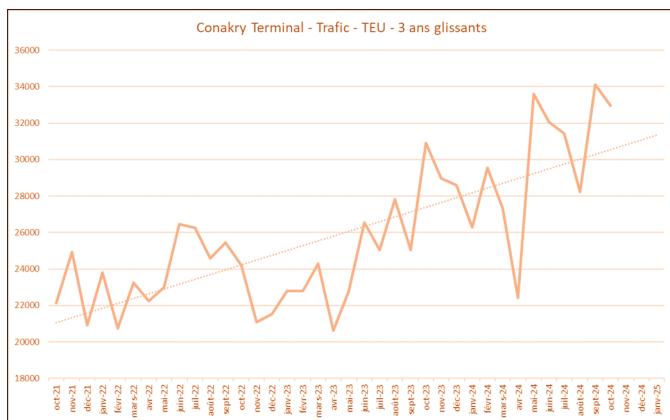
- augmenter les fluidités routières tout en réduisant les externalités négatives comme les accidents, la pollution atmosphérique ou encore, les effets des embouteillages et stationnements sauvages prolongés ;
- optimiser les revenus des transporteurs routiers par un usage plus efficace des matériels et une réduction des temps perdus dans la gestion des collectes et dépôts de conteneurs sur le terminal maritime ; et,

- planifier une gestion anticipée de la croissance des trafics portuaires par le développement d'un port sec à l'extérieur du cœur de la ville dans l'attente d'un possible futur embranchement ferroviaire qui permettrait d'enclencher un transfert modal écolo-gique et économique.

1. Conakry Terminal : cœur névralgique des mouvements conteneurs et rouliers du port

Installé à Conakry depuis mars 2011 dans le cadre d'une convention de concession avec le Port Autonome de Conakry, le groupe AGL (*Bolloré Africa Logistics* au moment de l'obtention de la concession) opère Conakry Terminal avec la responsabilité de manutentionner les conteneurs et la majorité des flux dits rouliers. Dans un environnement urbain contraint par la forte concentration démographique, le terminal Conakry Terminal ne cesse de voir ses volumes croître ces trois dernières années sans pour autant pouvoir agrandir son emprise foncière (Figure 3).

Figure 3 : Une progression de 45 % sur les 3 dernières années au service des opérateurs économiques et logistiques guinéens



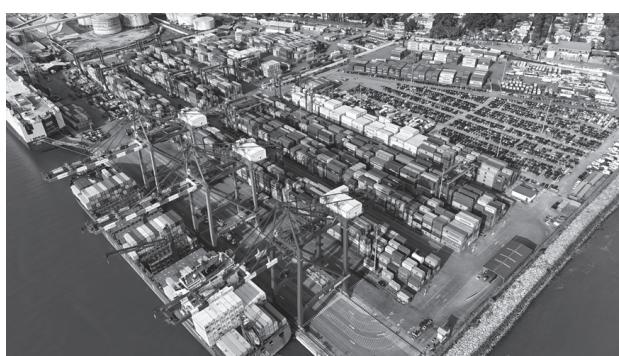
Source : AGL – Conakry Terminal – 2024

En augmentant sa moyenne mensuelle de traitement de plus de 10 000 EVP sur 2021/2024, le terminal fait face à d'importants défis de gestion, qui commence à l'interface avec le navire au moment de l'escale jusqu'à la gestion des pré et post-acheminements sur le

territoire guinéen (Figure 4). Il faut relever que 97 % des flux conteurisés qui proviennent ou se dirigent vers l’arrière-pays sont « guinéens », ne laissant que 3 % pour des flux en transit, en particulier les opérateurs maliens.

La plupart des biens manufacturés de consommation courante ainsi que les équipements industriels passent par Conakry Terminal qui veut réduire au maximum les temps d’immobilisation sur son terminal. Encore peut-être plus ici qu’ailleurs, le terminal s’impose comme un territoire de transit où se réalisent des opérations à haute valeur économique et logistique. L’efficacité opérationnelle sur le terminal a permis d’absorber la croissance sans effet néfaste sur les clients, mais les perspectives de croissance exigent de projeter de nouvelles pratiques qui combinent économie et écologie, logistique et environnement.

Figure 4 : Enchâssement métropolitain d’un foncier portuaire essentiel : vue aérienne des installations conteneurisées et roulières de Conakry Terminal



Source : Direction Générale de Conakry Terminal – 2024

AGL mobilise différents moyens et outils pour constamment chercher à optimiser la gestion des opérations sur son terminal. Les leviers sont de différentes natures, mais ils se combinent dans une stratégie coordonnée entre tous les acteurs impliqués dans la chaîne logistique guinéenne. L’objectif commun reste une optimisation économique et logistique qui apporte son lot de réduction des nuisances et impacts écologiques.

2. La coordination avec les importateurs, les exportateurs et les organisateurs de transport

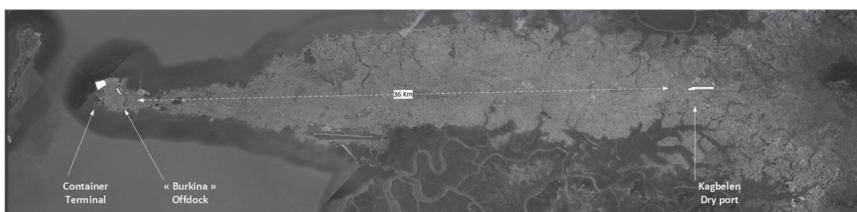
Une première dimension essentielle a trait aux habitudes de travail de chacune et chacun. Modifier les pratiques héritées et insuffler une véritable conduite du changement s'avèrent les socles indispensables pour engager de nouvelles procédures. Ce fut le cas avec la mise en place d'une planification des enlèvements pour les conteneurs entrants sur Conakry Terminal. Avec la digitalisation des procédures, il a été possible d'optimiser la gestion des réceptions des camions au port, qui se présentent dorénavant selon une planification organisée qui permet d'orchestrer des mouvements d'approche par groupe de transporteurs. Grâce à une communication proactive qui a inclus tous les transporteurs autorisés à accéder au terminal, les plages horaires de réception au port sont optimisées avec des enlèvements qui s'enchaînent à partir de zones tampons qui servent au stockage temporaire des camions. La gestion anticipée des mouvements conteneurisés et des camions s'aligne aussi avec les escales des navires qui sont, elles aussi, intégrées dans un système d'anticipation et de suivi qui optimise l'usage des postes à quai et des matériels de manutention et, bien sûr, la mobilisation des professionnels portuaires.

Ces mesures opérationnelles et managériales ont déjà leurs effets sur la productivité constatée sur le terminal puisque le temps moyen de séjour des conteneurs a été réduit de 3 jours depuis 2021/2022 pour passer sous la barre des 10 jours. Cela signifie une meilleure rotation des « assets », autant pour l'opérateur maritime qui voit l'immobilisation de ses boîtes réduites que pour les transporteurs qui sont en capacité de « faire bouger » plus de conteneurs sur une journée, une semaine ou un mois.

Les transporteurs routiers, toujours organisés de manière relativement anarchique, avec une myriade de petites et moyennes entreprises de transport, sont au cœur d'une telle réussite opérationnelle. Ils ont accepté de suivre des formations professionnelles sur mesure qui incluent des sensibilisations à la sûreté/sécurité et l'apprentissage des nouveaux outils informatiques mis à leur disposition. Un système informatique de RDV Transporteurs a été initié pour que les camionneurs puissent s'enregistrer afin d'accéder au terminal et ainsi enlever dans un créneau horaire prédéfini le conteneur qui aura lui-même été référencé dans l'outil informatique. Cette transparence et traçabilité améliorées évitent les déplacements inutiles et surtout, les stationnements prolongés aux abords immédiats du terminal. Il réduit d'autant les pollutions atmosphériques de camions

qui pouvaient passer plusieurs jours à attendre pour prendre ou déposer leurs conteneurs. Il réduit aussi les externalités négatives liées à la présence d'ensembles routiers sur les trottoirs ou dans des parkings improvisés en plein cœur de la capitale guinéenne. La seule réduction des embouteillages aux heures de pointe assainit l'air et minimise les risques d'accidents impliquant des poids-lourds. Cela a d'ailleurs conduit l'autorité portuaire, en coordination avec les ministères de tutelle à accorder une autorisation exceptionnelle de circulation de nuit de convois routiers entre les terminaux et le port sec de Kagbéléen situé à 35 kilomètres des installations portuaires de centre-ville (Figure 5).

Figure 5 : Vue satellitaire du positionnement du port sec de Kagbelen vis-à-vis de la ville et de Conakry Terminal



Source : Direction Générale de Conakry Terminal – 2024

Les ports secs constituent des réponses appropriées aux défis économiques, écologiques et logistiques de la congestion aux abords et sur les terminaux maritimes¹. À Kagbéléen, une somme de services à destination des chauffeurs, de leurs matériels et des marchandises qu'ils transportent est dorénavant disponible. Véritable extension du terminal roulier et conteneurisé, Kagbéléen vise à décongestionner les artères de circulation tout en optimisant l'usage foncier de Conakry Terminal. Plus qu'une simple aire de délestage ou de stationnement-tampons, le port sec de Kagbéléen s'inscrit dans la cohérence de prolonger la gamme de services fournie par l'opérateur de terminal sur un espace dédié. Une forme de continuum de prestations permet de proposer aux transporteurs de déposer et reprendre leurs conteneurs sans avoir à parcourir les derniers kilomètres critiques dans l'aire métropolitaine². De surcroît, Kagbéléen devient un terminal intérieur où des services annexes peuvent être

1 N'Guessan, A., Cordel, D. & Coulibaly, K. 2021. *Les ports secs : outil d'accélération socio-économique en Afrique Atlantique*. Tome VI – Collection Les Océanides. Fondation SEFACIL, Caen, Éditions EMS, 300 p. <https://www.sefacil.com/litterature-2/>

2 Perspectives Portuaires Africaines, 2021, *Les ports secs en Afrique subsaharienne* PPA#3. Fondation SEFACIL. <https://www.sefacil.com/ppa/>

déclinés pour les chargeurs et les organisateurs de transport. Le stockage, bien sûr, mais aussi l'empotage et le dépotage visent à faciliter la fluidité logistique tout en profitant d'un foncier moins onéreux que dans le cœur de la ville. L'organisation des pré- et post-acheminements trouve une nouvelle structuration qui réduit considérablement l'empreinte écologique des mouvements routiers et rouliers sur la presqu'île.

3. Anticiper la croissance avec des solutions à faible impact environnemental

Dans la perspective de croissance de l'économie guinéenne et sous-régionale ouest-africaine, le groupe AGL anticipe les volumes supplémentaires à venir en projetant une nouvelle infrastructure dédiée aux conteneurs et aux matériels roulants. Ce nouveau terminal, qui sera pris sur la mer et, donc, sans nouvelle emprise foncière sur l'existant, se projette selon les plus hauts standards environnementaux et écologiques. La construction d'un nouveau terre-plein de 6 hectares et d'un linéaire de quai de plus de 300 mètres permettra l'accueil de navires porte-conteneurs de 15 000 EVP de capacité à l'horizon fin 2027 (Figure 6).

Figure 6 : Vue d'artiste de l'extension programmée de Conakry Terminal



Source : Direction Générale de Conakry Terminal – 2024

Il engendrera aussi une reconfiguration des installations existantes afin de créer des continuums opérationnels et ainsi optimiser tous les mouvements des engins de manutention sur le parc et sur les portes d'entrées/sorties des deux terminaux ainsi adjacents. À l'instar de ce qui est déjà initié sur Conakry Terminal, le traitement des manutentions sera opéré par des engins électriques afin de réduire au maximum les émissions atmosphériques polluantes. En respect des engagements contenus dans le label *Green Terminal* mis en place par AGL en coordination avec Bureau Veritas, le futur terminal viendra l'excellence environnementale avec, notamment, un pilotage optimisé des systèmes de management environnemental. Outre des formations continues et sur mesure à destination des personnels d'AGL, ce sont toutes les parties prenantes qui interagissent avec les opérations sur les terminaux maritimes qui seront invitées à optimiser leurs pratiques. Cela passe notamment par un renforcement des contrôles sur la qualité écologique et la sécurité des matériels roulants qui entrent et sortent des terminaux. AGL Guinée montre l'exemple en investissant dans des unités neuves et faiblement polluantes. Avec 6 nouveaux camions-remorques reçus en octobre 2024 dernier, c'est une flotte de 14 engins qui vise à améliorer la fiabilité logistique des services de transport sur les circulations terrestres tout en maîtrisant au maximum les pollutions et autres externalités négatives vis-à-vis de l'environnement et des populations riveraines.

Figure 7 : Six nouveaux gros porteurs neufs pour une optimisation logistique et environnementale des services de transport terrestre



Source : AGL, octobre 2024

M. Emmanuel Masson, Directeur Général de Conakry Terminal, mentionnait, lors de son intervention à la 19^e table ronde des Directeurs Généraux de l'AGPAOC en novembre dernier à Conakry, combien il était primordial de ne pas oublier les solutions ferroviaires. Dans les prestations logistiques de fluidité proposées au port sec de KagaBélen, l'embranchement ferroviaire aux anciennes voies ferroviaires historiques est plus que jamais une option sérieuse à considérer avec les futurs volumes à traiter sur le prochain terminal. Les flux à l'escale seront plus importants, ce qui soutient l'opportunité de massification pour une évacuation sécurisée et écologique de convois vers et depuis KagaBélen. Les infrastructures ont existé par le passé et elles ont fait leurs preuves économiques et écologiques. Demain, ce seront les dividendes environnementales qui seront tout aussi importantes que la fluidité, la sécurité ou encore la qualité générale des prestations logistiques offertes aux chargeurs et intégrateurs logistiques guinéens.

Autre pan entier de la stratégie de verdissement des opérations, l'usage des nouvelles technologies et des systèmes intelligents de transport. Les solutions embarquées à bord des RTG sur Conakry Terminal permettent déjà de réduire les mouvements inutiles et de planifier un usage optimal de chaque matériel. La réduction des consommations énergétiques passe par un « monitoring » rendu possible par des capteurs qui permettent notamment une localisation en temps réel de la position des conteneurs sur le terminal. Le suivi GPS des RTG, lui aussi en temps réel, génère une réduction des distances parcourues sur le terminal. À l'instar de ce que l'on peut retrouver sur les terminaux de dernière génération comme à Abidjan par exemple, le futur terminal de Conakry verra l'équipement de matériels de parc entièrement électriques qui alimenteront des grues-portiques, elles aussi électriques. Ces lourds investissements en matériel de nouvelle génération réduisent l'empreinte carbone totale de l'ensemble des activités et opérations conteneurisées. Cela s'inscrit dans la stratégie globale défendue par le groupe AGL pour tous les terminaux conteneurisés et rouliers sous sa responsabilité.

Conclusion

Conakry Terminal, en se préoccupant des pré- et post-acheminements, met en perspective combien les solutions écologiques et environnementales de transport doivent se projeter sur l'ensemble de la chaîne de transport. Le terminal maritime et portuaire constitue un

maillon fort dans le cas guinéen. De par ses différentes initiatives, il agit comme une locomotive de la décarbonation au cœur de la métropole guinéenne. Il projette une réduction des émissions globales de GES par des solutions intégrées qui impliquent toutes les parties prenantes, qu'elles soient privées et publiques. D'ailleurs, lors de l'ouverture officielle du 44^e conseil annuel de l'AGPAOC tenu à Conakry en novembre 2024, M. Mamadou Biro Diallo a insisté sur sa responsabilité socio-économique en qualité de Directeur Général du Port Autonome de Conakry, principale source de revenus douaniers du pays en dehors des activités extractives exportées depuis d'autres terminaux portuaires spécialisés (Figure 8).

Figure 8 : Cérémonie d'ouverture du 44^e conseil annuel de l'Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre par la Primature de la République de Guinée



Source : Dr. Yann ALIX – Fondation SEFACIL – Novembre 2024.

Dans son allocution sur les enjeux autour des arrière-pays partagés, M. le Directeur Général a mentionné que la vivacité des concurrences entre les ports de l'AGPAOC ne devait pas obérer les opportunités d'une coopération stratégique. Il a fait mention des conséquences positives en matière d'environnement si les capacités ferroviaires et même fluviales étaient réhabilitées. Pour finir, il a conclu que le sillon autrefois dénommé « Conakry-Niger » qui reliait Conakry à Kankan constituait déjà, au début du XX^e siècle, un modèle d'intégration socio-économique et territorial au faible bilan carbone total.

Capsule professionnelle 6.

La transition énergétique dans les activités de transport au Mali

Khalidou KANE

*Sous-directeur des Études, de la Planification et du Suivi-évaluation
Direction nationale des Transports terrestres, maritimes et fluviaux, Mali*

Introduction

La transition énergétique désigne l'ensemble des transformations du système de production, de distribution et de consommation d'énergie effectuées sur un territoire dans le but de le rendre plus écologique. Concrètement, la transition énergétique vise à transformer un système énergétique pour diminuer son impact environnemental.

Le volet essentiel du concept de transition écologique consiste en une série de changements majeurs dans les systèmes de production de l'énergie et sa consommation. La transition énergétique a trois volets principaux :

- la transformation du système de production énergétique, qui consiste à passer d'un système énergétique essentiellement fondé sur des énergies fossiles et polluantes à un système fondé sur des énergies renouvelables et moins polluantes ;
- l'efficacité énergétique, qui consiste à améliorer le rendement énergétique des systèmes énergétiques ;

- la sobriété énergétique, qui consiste à réduire les besoins en énergie grâce à des changements structurels et à une transformation des modes de consommation.

La transition énergétique est essentielle dans les stratégies de développement durable et de lutte contre le réchauffement climatique. Les programmes de transition énergétique mis en place varient selon les pays et les contextes, mais se fondent principalement sur le remplacement progressif des énergies fossiles (et parfois nucléaires) par un mix énergétique privilégiant les énergies renouvelables, ainsi que sur une réduction de la consommation, une politique d'économie d'énergie et de réduction des gaspillages énergétiques, notamment *via* l'amélioration de l'efficacité énergétique et les évolutions comportementales en termes de consommation. Le transfert de certains usages énergétiques vers l'électrique (comme la voiture électrique) est aussi un volet de la transition énergétique, ainsi que le développement de certains vecteurs énergétiques comme l'hydrogène vert.

Le transport, en tant que déplacement des personnes et des biens d'un point à un autre, est un service transversal à la base de toutes les activités socio-économiques de l'humanité et plus encore. Conscient de cela, l'homme, dans sa quête de satisfaction de ses besoins indéfinis, a toujours cherché à maîtriser le transport en se dotant de systèmes de transport de plus en plus performants, selon le mode de transport en adéquation avec ses besoins.

L'amélioration des services de transport passe par une mise à niveau du système de transport, qui se compose de terminaux, de lignes et du moyen de transport.

Au-delà de son utilité reconnue, il présente également des externalités négatives reconnues par tous qui sont plus accentuées dans les pays en développement comme le Mali à cause de la vétusté du parc, de la consommation des énergies fossiles (des hydrocarbures, des charbons, etc.) et non renouvelables, ainsi que de la mauvaise gestion des voiries, etc.

Les transports génèrent des effets multiples sur l'environnement : impacts locaux par le bruit, la pollution locale de l'air, les modifications du paysage ou les risques naturels et technologiques ; impacts locaux ou globaux sur la biodiversité et contribution globale au changement climatique.

Au Mali, plusieurs maladies respiratoires causées par la pollution de l'air ont été détectées au cours des dix dernières années. En effet, les émissions atmosphériques de polluants provenant de la combustion motrice ont un effet sur l'air, mais aussi sur les pluies acides et

le réchauffement du globe. En milieu urbain, 50 % de la pollution de l'air est due en grande partie au transport.

Afin d'opposer à ces préoccupations une solution durable, cette étude a été initiée avec pour sujet : « la transition énergétique adaptée aux activités du transport au Mali ». L'objectif est d'identifier les problèmes liés à l'adaptation de la transition énergétique aux activités de transport au Mali et de proposer des solutions appropriées.

Dans la présente étude, l'accent est mis sur les sources d'énergies qui, si elles sont maitrisées, permettront de lutter contre la pollution atmosphérique, le réchauffement climatique et de compenser l'épuisement des énergies non renouvelables.

Méthodologie

Afin de mener à bien cette étude, des questionnaires ont été élaborés à l'attention des structures intervenant dans la production et l'utilisation des énergies. Les recherches sur l'internet et la revue documentaire ont été faites pour compléter l'administration des questionnaires.

Les structures intervenant dans la production énergétique sont les suivantes : la Direction nationale de l'énergie (DNE), l'énergie du Mali (EDM), l'Agence malienne de développement des énergies rurales, principalement solaire (AMADER), l'Agence nationale de développement des biocarburants (ANABEB), l'Agence des énergies renouvelables du Mali (AER-Mali), etc.

Barrages hydroélectriques : beaucoup de barrages hydroélectriques existent au Mali. Certains sont gérés par l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS).

1. La transition énergétique : origine et enjeux

1.1. Historique de la transition énergétique

Le concept de transition énergétique est apparu en 1980, en Allemagne et en Autriche, sous la forme d'un livre blanc, suivi à Berlin du premier congrès sur le sujet. Le passage progressif des énergies carbonées, polluantes ou à risque aux énergies

propres, renouvelables et sans danger (solaire, éolienne, géothermique, hydraulique et marémotrice), répond à une série d'enjeux complémentaires :

- réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- sécurisation des systèmes énergétiques (à terme, abandon du nucléaire) ;
- décentralisation et réaménagement des infrastructures, avec une meilleure répartition d'emplois non délocalisables ;
- diminution de la consommation (efficience énergétique) ;
- réduction des inégalités de l'accès à l'énergie et progrès de l'indépendance énergétique ;
- protection de la santé des populations.

1.2. Les sources d'énergie

Le système de transport est composé de trois sous-systèmes, à savoir :

- le terminal : une plateforme logistique où les opérations suivantes sont effectuées : embarquement/débarquement ; chargement/déchargement ; entreposage ; manutention ; dédouanement ; etc. Exemples de terminaux : gare routière/ferroviaire, aéroport, port…
- la ligne : des infrastructures de liaison entre les terminaux servant de support pour les matériels de transport, à savoir : la route, le chemin de fer, la ligne maritime, le chenal navigable, la ligne aérienne, etc. ;
- le moyen de transport : l'ensemble des matériels assurant le déplacement des personnes et des biens (véhicules routiers, trains, tramway, bateaux, avions, …).

Chacun de ces sous-systèmes consomme une quantité importante d'énergies fossiles ayant un impact négatif considérable sur la biodiversité et le climat, donc l'environnement.

La transition énergétique étant l'abandon progressif des énergies fossiles et/ou non renouvelables au profit des énergies propres, ces différentes sortes d'énergies seront abordées dans la partie ci-dessous.

L'un des objectifs fondamentaux de la transition énergétique est de lutter contre le réchauffement climatique. Le réchauffement climatique est l'une des plus grandes inquiétudes écologiques, comme le

rappelle le rapport de synthèse du GIEC publié en 2023. Le réchauffement climatique a déjà des conséquences sur la météo, en transformant les écosystèmes atmosphériques. Le réchauffement climatique a des conséquences sur l'économie, car les modifications du climat affectent les activités humaines. Les conséquences du changement climatique se font aussi sentir sur l'agriculture. Le réchauffement climatique est une menace essentielle pour les sociétés humaines. Et le principal responsable de cette situation, c'est le CO₂ que les activités humaines émettent dans l'atmosphère.

1.3. Les énergies fossiles et/ou non renouvelables

Au Mali, presque la totalité de l'énergie consommée est d'ordre fossile et/ou non renouvelable dans les domaines d'activités de la vie économique. Les hydrocarbures (fuel, diesel, essence) sont utilisés pour la production d'énergie électrique et le transport. Le bois, le charbon, le gaz butane, etc., sont utilisés pour les activités ménagères.

1.3.1. Les énergies renouvelables

Le Mali regorge de beaucoup de sources d'énergie renouvelable telles que : le soleil (énergie solaire), le vent (énergie éolienne), les fleuves (énergie hydroélectrique), les biocarburants, etc.

Le Mali, bien que n'ayant pas une politique éclairée de la transition énergétique, a mis en place des structures dédiées à la promotion et au développement de la production et de la consommation des énergies renouvelables. Parmi ces structures, nous pouvons citer :

- AMADER, l'Agence malienne de développement des énergies rurales (principalement solaire) ;
- ANADEV, l'Agence nationale de développement des biocarburants.

1.3.2. État des lieux : production d'énergie renouvelable

Il n'existe pas de politique spécifique à l'énergie solaire. Elle est incluse dans la politique énergétique nationale dont l'objectif global poursuivi est la fourniture de services énergétiques « modernes » accessibles au plus grand nombre de la population à moindre coût. Néanmoins, il existe une stratégie de développement des énergies renouvelables.

L'État a mis en place un climat favorable au développement et à la promotion des énergies renouvelables et de l'énergie solaire en particulier. On peut citer, entre autres : i) la création d'agences dédiées aux énergies renouvelables, ii) la prise d'une loi N° 2020-009 du 11 mai 2020 portant ratification de l'ordonnance n° 2020-012/P-RM du 23 mars 2020 portant exonération des équipements d'énergies renouvelables de la TVA, des droits et taxes à l'importation, iii) la création d'une unité de partenariat public-privé, etc.

2. Perspectives de développement des énergies renouvelables au Mali

Pour le développement de la production et de la consommation d'énergie renouvelables, l'État du Mali envisage :

- le développement et la réalisation de centrales solaires photovoltaïques raccordées au réseau interconnecté ;
- la réalisation de plusieurs projets de mini centrales solaires photovoltaïques avec leur réseau de distribution pour les zones rurales ;
- l'élaboration de textes réglementaires permettant l'injection en basse tension du surplus d'énergie solaire des auto-producteurs particuliers.

Pour l'atteinte des résultats escomptés, la transition énergétique doit être vue sous l'angle d'un système composé de plusieurs éléments reliés entre eux.

Les éléments à traiter dans la politique de développement intégré sont énumérés dans les points suivants.

2.1. La réglementation en matière d'énergie renouvelable

La production et la commercialisation de l'énergie renouvelable doivent être encadrées et motivées à travers des textes qui régiront et fixeront les objectifs en matière de transition énergétique.

Ces textes, dans le cadre d'exigences en termes de compétitivité économique du pays, mettront en particulier l'accent sur le renforcement de l'indépendance énergétique, la préservation de la santé publique, la protection de l'environnement et la lutte contre le

réchauffement climatique. Ils devront comporter un certain nombre d'objectifs à atteindre :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre ;
- réduire la consommation énergétique ;
- réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles ;
- augmenter la part des énergies renouvelables ;
- améliorer les performances énergétiques des foyers ;
- lutter contre la précarité énergétique et affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages ;
- réduire notre production de déchets ;

L'État doit faire la promotion de la transition énergétique en créant un environnement propice au développement de la production et de la commercialisation de l'énergie propre à travers des textes et des règlements régissant le secteur. Les questions de concurrence et de rentabilité doivent être traitées dans cette rubrique.

2.2. *Les structures en charge de l'énergie renouvelable*

En plus des textes d'encadrement, l'État doit renforcer et mettre en place des structures bien équipées et chargées de l'élaboration de la politique en matière de transition énergétique et de l'opération des actions identifiées.

2.3. *La potentialité énergétique du Mali*

L'énergie solaire est une source d'énergie renouvelable avec un potentiel permettant de satisfaire tous les besoins mondiaux en termes d'énergie. Le Mali dispose d'un fort potentiel de l'ordre de 5 à 7 kWh/m²/jour bien reparti sur son territoire. La maturité de la technologie fait de cette source une réelle opportunité pour le Mali de rehausser le taux d'électrification tout en augmentant la part des énergies renouvelables dans son mix énergétique. La transition énergétique au Mali passera indéniablement par le développement et la promotion de l'énergie solaire.

3. Évolutions du transport dans la transition énergétique

Compte tenu de la situation actuelle, les transports routiers tendent à se tourner vers des solutions alternatives et variées (électricité, biocarburants ou encore gaz) pour faire fonctionner les flottes.

3.1. L'électromobilité

La piste d'évolution la plus simple et « rapide » consiste à intégrer de plus en plus l'électrique au sein des flottes. Et cela peut passer aussi bien par des véhicules hybrides combinant les motorisations électriques et thermiques que des véhicules 100 % électriques. Ils s'inscrivent comme une bonne alternative afin de diminuer efficacement les émissions de gaz à effet de serre, de dioxyde de carbone, de particules fines et, d'une manière plus générale, de polluants comme les oxydes d'azote.

Pour contribuer à développer ces solutions positives pour la transition énergétique, plusieurs mesures doivent être prises et développées : batteries plus autonomes ; territoire maillé avec davantage de bornes de recharge ; temps de recharge plus rapide ; baisse du coût des véhicules ; politiques publiques incitatives, etc.

3.2. Les biocarburants

L'incorporation progressive de biocarburants dans l'alimentation des véhicules se présente comme une piste d'évolution dans la transition énergétique. Issus de matières végétales ou organiques entièrement renouvelables (colza, tournesol, soja, déchets agricoles), ces carburants verts permettent à des parcs automobiles de fonctionner tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre sur toute la durée de leur « cycle de vie » (de la plantation à la consommation). Un biocarburant émet au minimum 50 % de CO₂ en moins qu'un carburant fossile. Cela s'explique notamment par le fait que, lors de la phase de croissance, la plante absorbe autant de CO₂ que la quantité émise en roulant.

Les biocarburants ne sont pas à opposer aux carburants fossiles « classiques » comme l'essence ou le diesel. Les deux peuvent être mélangés et fonctionner concomitamment. C'est le cas des carburants tels que le super premier 95-E10 (contenant jusqu'à 10 % d'éthanol), le super éthanol 85 (contenant entre 65 et 85 % d'éthanol) ou l'ecolium 30 (constitué de 30 % de biodiesel).

3.3. Le gaz

Le gaz naturel comprimé (GNC) et le gaz naturel liquéfié (GNL) s'inscrivent comme des énergies alternatives permettant de répondre aux évolutions de la transition énergétique dans les transports routiers.

Le GNC est un gaz naturel, mélange d'hydrocarbures légers, principalement du méthane. Au niveau des transports, il présente l'avantage de pouvoir être utilisé comme un carburant pour tous types de véhicules : voitures, utilitaires, camions ou même bateaux. Les véhicules légers fonctionnant au GNC sont équipés d'un moteur bi-fuel, relié à deux réservoirs : un pour le carburant fossile, l'autre pour le gaz naturel. Le moteur bi-fuel peut brûler l'essence ou le gaz et propose une grande autonomie (de 600 km à plus de 1 000 km suivant les modèles).

Le GNL, quant à lui, est le gaz naturel qui a été porté à l'état liquide, à une température comprise entre – 161°C et – 163°C. Il est considéré comme une énergie fossile propre puisque, lors de sa transformation, le gaz naturel perd la quasi-totalité de son CO₂ et l'oxyde d'azote est également extrait. Il ne rejette que très peu de CO₂.

Le GNL s'impose surtout comme carburant utilisé par les navires dédiés au transport maritime et les paquebots de croisière. C'est un moyen efficace de réduire les émissions de gaz polluants et les impacts environnementaux.

3.4. La plateforme logistique

Au Mali, il est temps de songer à l'alimentation des plateformes logistiques telles que les gares, les ports fluviaux ou secs, les aéroports, etc. par des énergies de source renouvelable.

Conclusion

Faire la transition énergétique ne signifie pas simplement construire des éoliennes et des panneaux solaires. Il est question de toucher à des problèmes aussi divers que l'accès à l'énergie, l'adéquation entre la production et la consommation, le prix et le coût de la production énergétique, l'évolution et l'équilibre du mix énergétique.

La transition énergétique dans le transport doit respecter les principes selon lesquels les ressources renouvelables sont utilisées en quantité inférieure à leur taux de régénération, et les ressources non renouvelables sont utilisées en quantité inférieure au taux de mise au point de substituts renouvelables.

Cela requiert une véritable politique intégrée et une vision cohérente entre le secteur du transport et le secteur de la production d'énergie.

Références bibliographiques

Transition énergétique : définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde, dernière modification le 27 avril 2023 ;

Transition énergétique et transports durables : MASTER GLT/ESPMID.

Chapitre 4.

Gouvernance écologique et transition énergétique au port de Lomé : un exemple à partir des camions de desserte terrestre

Hervé MALAZOUE

Responsable des opérations maritime et logistique, GEMINI-Togo

Résumé

Ce travail de recherche est mené dans un contexte où l'autorité portuaire togolaise est confrontée aux défis financiers, technologiques, juridiques, organisationnels et de capital humain imposés par la transition verte, tout en restant dans une logique marchande, dans un environnement portuaire très concurrentiel. Un diagnostic de la gouvernance écologique et de la transition énergétique au port de Lomé a été réalisé. Ce diagnostic est couplé avec des entretiens menés auprès des camionneurs qui desservent le port de Lomé.

Les résultats indiquent que l'autorité portuaire manque de cadre formel et d'outils stratégiques pour la mise en œuvre de la transition énergétique. Par ailleurs, il existe un manque de synergie organisationnelle entre les propriétaires de camions de transport de marchandises et l'autorité portuaire, malgré leur contribution importante à la pollution. L'approche écologique et industrielle pourrait servir de levier de gouvernance pour la décarbonisation portuaire au port de Lomé.

Mots-clés : gouvernance écologique, transition énergétique, camions, port, Lomé.

Abstract

This research is being conducted in a context where the Togolese port authority is facing financial, technological, legal, organizational, and human capital challenges imposed by the green transition, while remaining market-oriented in a highly competitive port environment. An assessment of environmental governance and energy transition at the Port of Lomé has been carried out. This assessment is coupled with interviews conducted with truck drivers who serve the Port of Lomé.

The results indicate that the port authority lacks a formal framework and strategic tools for implementing the energy transition. Furthermore, there is a lack of organizational synergy between freight truck owners and the port authority, despite their significant contribution to pollution. The ecological and industrial approach could serve as a governance lever for port decarbonization at the port of Lomé.

Keywords: ecological governance, energy transition, trucks, port, Lomé.

Introduction

Depuis le début des années 1990, on assiste à un désengagement plus ou moins poussé, selon les régions du monde, des pouvoirs publics et à l'ouverture au secteur privé de cette gestion portuaire (Vimenyo, 2013). Le port de Lomé ne fait pas exception à la règle. Cela s'est traduit dans les faits par des aménagements qui allient des infrastructures et équipements à la hauteur de l'ambition des investisseurs qui ont fait véritablement entrer le port de Lomé dans l'air du gigantisme naval (Vimenyo, 2013). Ainsi, le port de Lomé a pris une longueur d'avance sur ses concurrents régionaux, confortant son rôle de centre d'éclatement sur la COA (Vimenyo, 2013). Le port a connu une hausse de son trafic et des activités relatives aux conteneurs. Au cours des douze derniers mois de l'année 2023, 29,6 millions de tonnes de marchandises ont transité par le port de Lomé contre 25,9 millions de tonnes un an plus tôt (PAL, 2022). Le port de Lomé a su résister aux chocs imposés par la crise pandémique de la Covid-19 et la concurrence des plateformes portuaires de la sous-région. Il a su garder sa position dans le classement des 100 premiers ports à conteneurs du monde, en intégrant le top 5 africain des plus importants ports du continent.

Les espaces portuaires et péri-portuaires de Lomé ont subi, depuis l'année 2000, d'importantes mutations liées aux nouvelles conditions des relations d'échanges à l'échelle mondiale. Outil de l'intégration ouest-africaine et internationale, une véritable migration des travailleurs informels s'effectue au Togo au bénéfice des activités portuaires. Les migrants venus des villes secondaires, des villages du Togo et des pays de la sous-région viennent gonfler chaque année l'effectif de la main-d'œuvre portuaire. En 2015, le port a créé 1 300 emplois, avec un taux de croissance de 0,25 % par an. Les différents terre-pleins du PAL ont été aménagés pour les activités de manutention, de dédouanement, de dépotage, d'empotage, de stockage et de vente des articles manufacturés qui représentent en 2016 plus de 17 000 emplois directs et 90 000 emplois indirects (Anénou, 2017).

Le port de Lomé n'échappe pas à ce sujet brûlant d'actualité qu'est la transition énergétique portuaire. La plupart des ports côtiers de l'Afrique de l'Ouest se situent à proximité des agglomérations urbaines. De la sorte, les pollutions qu'ils génèrent touchent les zones d'habitations urbaines. Les impacts environnementaux et sociaux justifient un profond besoin de réduire l'empreinte carbone des ports et des flottes d'acheminement terrestre. Faute d'alternative

modale, comme le rail, pour constituer un contrepoids à la route, le pré- et post-acheminement des marchandises se fait exclusivement *via* la route au port de Lomé.

En effet, considérant le contexte et au regard des objectifs escomptés, la principale question à laquelle tente de répondre cette contribution est la suivante : « quel modèle de gouvernance écologique convient-il au profil du port de Lomé en terme de transition énergétique avec les camions de desserte terrestre ? ».

L'objectif général assigné à cette contribution est de proposer l'approche écologique industrielle et territoriale comme piste de gouvernance écologique au port de Lomé.

Afin de répondre à la problématique posée, le premier axe dressera un état des lieux de la gouvernance de la transition énergétique au port de Lomé. Ensuite, le deuxième axe traitera de l'impact climatique des camions de desserte terrestre, puis exposera l'opinion des transporteurs sur la mise en œuvre d'une taxe carbone future sur le fret routier portuaire. Le troisième axe mettra en évidence l'écologie industrialo-portuaire comme outil de conciliation entre performance environnementale et compétitivité portuaire.

Méthodologie

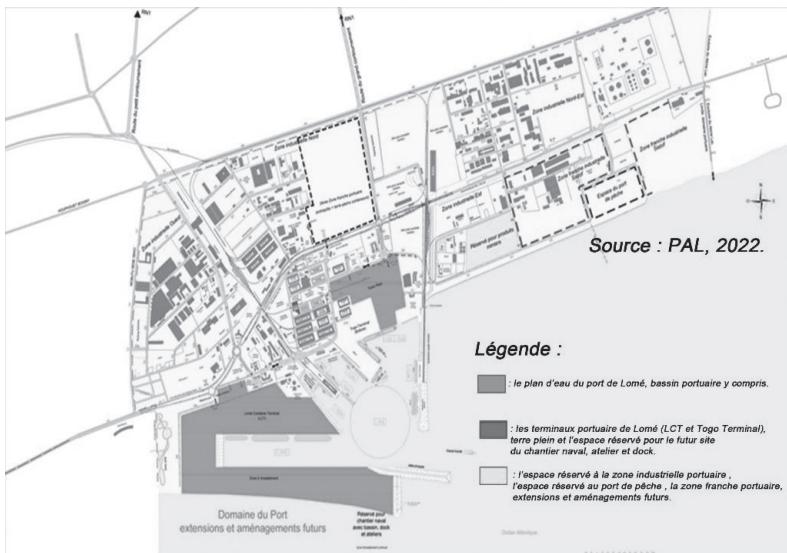
Cette recherche s'inscrit dans une démarche d'accompagnement du port de Lomé dans sa prise de décision face aux enjeux climatiques et à la transition verte. La méthodologie adoptée est mixte : quantitative et qualitative. Pour y parvenir, elle se base sur la collecte des données, leur traitement et l'analyse des résultats obtenus.

Cadre spatio-temporel de l'étude

Le cadre spatial de cette étude est le port de Lomé. Situé à 06 ° 08 N et 01 ° 17 E, le port de Lomé est le seul port sur la côte ouest-africaine par lequel on peut atteindre plusieurs capitales en un seul jour. Le Port Autonome de Lomé est la plaque tournante d'un vaste réseau de distribution. C'est une plate-forme portuaire de premier plan dans la sous-région ouest-africaine qui offre une étendue de services portuaires uniques et compétitifs. Principal canal d'échanges du Togo avec l'extérieur, le port de Lomé (Figure 1) est au service de l'économie nationale et de la sous-région ouest-africaine depuis 1967, année

de sa mise en service. La présente étude a été réalisée entre 2022 et janvier 2023.

Figure 1 : Le site du port de Lomé



Source : PAL, 2022

Collecte de données

Trois méthodes de collecte de données ont été utilisées. Il s'agit de la recherche documentaire, de l'observation participante et des enquêtes.

La recherche documentaire a consisté en une exploration de documents divers relatifs à la transition énergétique portuaire dans le monde en général et en Afrique en particulier. Nous avons effectué des sorties de terrain pour apprécier l'ampleur et les implications du concept au port de Lomé. Les travaux de terrain ont concerné les observations directes et les enquêtes menées auprès des personnes ressources, tant du côté de l'autorité portuaire, du personnel portuaire, des acteurs économiques bénéficiant des services portuaires que des citoyens lambda (riverains, habitants de Lomé) du 18 août 2022 au 22 septembre 2022. Des observations directes globales et sectorielles ont été faites dans une posture d'observateur participant.

Les enquêtes par questionnaire et les entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès des différents acteurs portuaires. Ces enquêtes et

entretiens ont été menés pour cerner davantage les motivations, les stratégies, les orientations des différentes réformes opérées et leurs impacts organisationnels, opérationnels et économiques. Pendant cette phase, des questionnaires ont été adressés à l'autorité portuaire afin de réaliser un état des lieux de la transition énergétique au port de Lomé. Un questionnaire a été soumis à 103 personnes (agents de sûreté portuaire, passants, travailleurs informels du port, revendeuses de produits, déclarants en douane ambulant ou affiliés à une maison de transit), comme l'indique le tableau 1.

Tableau 1 : Les différentes catégories d'enquêtés

Catégories d'enquêtés	Effectif
Agents de sûreté portuaire	15
Passants	38
Déclarants en douane ambulant ou affiliés à une maison de transit	20
Travailleurs informels du port	15
Revendeuses de produits	15
Total	103

Source : nos enquêtes, 2022

Le dépouillement des documents s'est fait manuellement et le traitement à l'aide de l'outil informatique (Microsoft Word et Excel pour le traitement des données statistiques et la réalisation des graphiques).

1. Une transition énergétique portuaire à Lomé en quête d'orientation

Le terme de transition énergétique a été forgé au tournant des années 1980 dans le monde germanophone. Dans l'idée de la transition énergétique qui fait l'actualité dans le monde, il est question de passer d'un système énergétique carboné limité en ressources à un système énergétique décarboné durable (Duruisseau, 2014). Dans ce contexte, afin de cerner le degré de maturité du port de Lomé face aux enjeux actuels et futurs liés à la transition énergétique, nous avons, dans un premier temps, dressé un état des lieux de la transition énergétique et de la décarbonisation des chaînes logistiques au port de Lomé.

1.1. État des lieux de la transition énergétique au port de Lomé

Le port de Lomé subvient à ses besoins énergétiques actuels grâce à un mix énergétique gaz oil et énergie solaire, avec une forte part pour le gaz oil. La facture énergétique se chiffre à plus de 500 000 000 FCFA/an (PAL, 2022). L'autorité portuaire a pleine conscience de l'opportunité future des énergies vertes, mais estime que l'activité portuaire ne peut reposer à 100 % sur les énergies vertes. Le port de Lomé n'est pas prêt à relever les défis organisationnels et juridiques encadrant les énergies vertes faute de ligne directrice interne en la matière. Par ailleurs, l'autorité portuaire de Lomé ne se considère pas comme un acteur à part entière et ne reconnaît pas sa participation dans la pollution de l'air de la ville de Lomé. Aucune initiative n'est à l'ordre du jour pour y remédier. Elle n'est pas une priorité pour le port. Aussi le port de Lomé n'envisage-t-il pas de devenir un pionnier en termes d'énergie verte sur le plan territorial. Cependant, l'autorité portuaire n'estime pas être en mesure de se positionner comme pionnier sur le plan ouest-africain à court terme. Ceci, sans processus clair. Le personnel du port de Lomé n'est pas prêt à changer ses habitudes de mobilité à l'intérieur du port dans un souci de réduction des gaz à effet de serre liés à l'usage des énergies fossiles.

Les résultats des prélèvements des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité interne du port de Lomé, collectés sur les deux zones du port, ont permis d'établir les tableaux 2 et 3 suivants/

*Tableau 2 : Résultats obtenus au niveau de la zone I
(zone de mouillage des navires du port de Lomé)*

	Départ au mouillage	Sortie du bassin portuaire	Arrivée sur la zone de mouillage	Retour dans le bassin portuaire
Taux de Ppm de CO ₂ (particule par million) mesuré	Néant	0,04 à 0,05 Ppm	0,17 Ppm	0,04 Ppm

Source : nos enquêtes, CSP, Capitainerie PAL, 2022.

Au regard du tableau 2, on note un taux de 0,17 ppm de CO₂ relevé au niveau de la zone de mouillage des navires du port de Lomé, avec une mer forte et des vagues d'une hauteur comprise entre 2,5 m et 3,5 m et un vent frais d'une vitesse oscillant entre 39 et 49 km/h.

Cette condition météorologique a eu un effet sur le taux de ppm obtenu au niveau de la zone de mouillage. Il est par contre constant à 0,04 ppm à l'entrée, comme à la sortie du bassin portuaire.

On déduit du tableau 3 page suivante, un taux de Ppm compris entre 0,02 et 0,12 Ppm au quai minéralier, l'ancien port de pêche, l'appontement pétrolier et le quai conventionnel du Mol1 (Photo 1). On détecte des dépôts de poussière et une forte odeur de gaz et de produits chimiques sur ces sites de prélèvement. L'effet du vent sur les taux obtenus sur ces trois sites est à prendre en compte. Nous avons enregistré un taux très élevé de 34,7 ppm lors des prises au niveau des pots d'échappement des camions poids lourd de desserte portuaire. Ce qui invite à la réflexion, puisque ces flottes de desserte permettent de desservir les dépôts, les centres logistiques de l'avant-pays, de l'arrière-pays ou circulent entre les points nodaux du port de Lomé.

Photo 1 : Mol1 du port de Lomé ou Quai conventionnel du port de Lomé



Source : photo de Malazoué, 2024

Tableau 3 : Résultats obtenus au niveau de la zone 2

Quai minéralier	Ancien port pêche	Appontement pétrolier et gazier	Moll (quai attribué aux navires conventionnels)	Moll : Véhicule de desserte terrestre portuaire
Taux de Ppm de CO ₂ (particule par million) mesuré	0,02 à 0,05 Ppm Entrée : 0,02 à 0,06 Ppm Sortie : 0,12 Ppm	0,02 à 0,08 Ppm	Entrée : 0,08 Ppm Sur le quai conventionnel : 0,04 à 0,08 Ppm	34,7 Ppm, mesuré au niveau des pots d'échappement des camions de desserte, très vieux pour la majorité. Les capteurs s'affolent.
Caractéristiques du temps	Visibilité claire	Visibilité claire	Visibilité claire	Visibilité claire
Effet visuel observé	Dépôt de poussière gris sur le matériel de pré-lèvement et les tenues de protection légère	Néant	Néant	Fumée noire épaisse sortant des pots d'échappements des camions chargeant du riz en vrac
Effet observé au niveau de la respiration de l'air	Néant	Forte odeur de produits chimiques liés à la peinture des chalutiers, picotement au niveau de la gorge et apparition de toux légère liée à la respiration du produit	Fort de gaz au niveau des caniveaux	Brûlure à la gorge et au niveau des poumons dès qu'on respire la fumée, avec manifestation de toux spontanée.

Source : nos enquêtes, CSP, Capitainerie PAL, 2022

1.2. Connaissance des notions liées au climat et acteurs décisionnaires au port de Lomé

La question des changements climatiques est au cœur des préoccupations. Les acteurs économiques n'ont pas tous la même approche des notions qui s'y apparentent. La perception des acteurs ciblés : agents de sûreté portuaire, passants/riverains, commerçants de rue et acteurs portuaires/de la logistique est tout aussi importante que l'opinion de l'autorité portuaire. Leurs affirmations en termes de compréhension de la pollution sont résumées dans le tableau 4 suivant.

Tableau 4 : Résultats obtenus sur la compréhension des notions de pollution portuaire, de changement climatique, d'énergie renouvelable

	Connaissance de la notion (%)	Une fois entendu parler (%)	Aucune idée (%)
Pollution portuaire	27,18	0	72,82
Changement climatique	58,25	31,06	10,67
Énergie renouvelable	20,38	0	79,62

Source : Malazoué, 2024

Suivant les données du tableau 4, la notion de « pollution portuaire » est inconnue par la majeure partie des personnes interrogées, contre une portion affirmant la connaître. Il en est de même pour la notion « énergie renouvelable ». Par contre, la notion de « changement climatique » est connue par plus de la moitié des interviewés, quand une part non négligeable en a entendu parler, tandis qu'une faible proportion n'en a aucune idée.

La majorité des acteurs enquêtés estiment que l'État togolais et l'autorité portuaire détiennent les clefs de la solution face à ce défi. En effet, 70,87 % des acteurs affirment que c'est l'État ; 23,30 % désignent l'autorité portuaire, quand 5,83 % indexent la Société civile (nos enquêtes, 2024).

1.3. Analyse FFOM du port de Lomé face aux enjeux actuels et futurs relatifs à la transition énergétique et à la décarbonisation portuaire

L'élaboration d'une matrice FFOM du port de Lomé dans ce contexte contribuera à l'étude de la pertinence et de la cohérence d'une action future pour la mise en œuvre des options possibles en matière de transition énergétique en maximisant les potentiels des forces et des opportunités et en minimisant les effets des faiblesses et des menaces tout en restant le plus factuel possible.

Les éléments présentés dans le tableau 6 indiquent que, face aux enjeux actuels et futurs relatifs à la transition énergétique, le port de Lomé se doit de relever des défis d'ordre réglementaire, organisationnel, technologique, financier et de recherche. Face à ces défis, le port de Lomé peut compter sur plusieurs atouts. Une observation de la matrice FFOM du port de Lomé révèle que le port est plus soumis aux faiblesses et aux menaces, contrairement aux forces et aux opportunités qu'il pourrait saisir. Le port de Lomé peut corriger les faiblesses énumérées dans la matrice FFOM en tirant parti des opportunités offertes par la transition énergétique portuaire pour maximiser ses forces actuelles afin de maîtriser les faiblesses actuelles.

Tableau 6 : Matrice FFOM

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation • Communauté portuaire forte • Abondance de l'énergie solaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte propension des énergies fossiles dans le bouquet énergétique portuaire en l'occurrence le gaz oil • Absence de cadre réglementaire et organisationnel pour la mise en œuvre des énergies vertes • Difficultés technologiques, financières • Absence de main-d'œuvre qualifiée liées aux énergies vertes • Absence d'unité de développement et de recherche sur les énergies verte au sein de l'appareil portuaire • Non-reconnaissance de la pollution portuaire dans la pollution de la ville de Lomé • Absence de base de données sur les GES direct émis par l'activité interne du port • Manque d'équipement de prélèvement des GES au sein du port

Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une base de données sur les GES directs émis par l'activité interne du port • Acquisition de matériel adéquat et mise en place des infrastructures logistiques nécessaires à la transition énergétique et à la décarbonisation portuaire • Exploration d'autres pistes d'énergies renouvelables prometteuses • Établissement du cadre réglementaire et organisationnel nécessaire pour devenir un port vert • Formation de la main-d'œuvre • Créer de nouveaux emplois liés aux technicités relatives aux énergies vertes • Améliorer l'image du port au plan territorial, régional et international • Réduire la facture énergétique portuaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas suivre la dynamique énergétique verte actuelle • Être retardé dans la compétition portuaire actuelle qui n'est plus qu'économique mais aussi environnementale • Perte des bénéfices pouvant être générés par les énergies vertes • Mauvaise politique d'accompagnement national dans la dynamique verte actuelle • Perte des talents dormants • Perte des occasions de financement • Ne pas bénéficier des retours d'expériences de port devancier

Source : Malazoué, 2024

2. Impact climatique des flottes de desserte terrestre de l'arrière-pays du port de Lomé

En zone portuaire, les camions opèrent parfois dans un rayon compris entre 150 et 300 km, afin d'assurer l'acheminement du fret, soit d'un port à un autre, entre les points nodaux d'un même port ou desservir les dépôts, les centres logistiques de l'arrière-pays (nos enquêtes, 2024). Généralement considérés comme l'un des modes de transport les moins efficaces sur le plan énergétique (mauvais entretien, flottes âgées, etc.), les camions parcourrent des distances relativement longues, soit plus de 1 000 km pour l'acheminement du fret vers l'hinterland du port de Lomé. Le parcours des camionneurs est jalonné de fréquents arrêts pendant lesquels les moteurs diesel à forte consommation continuent de tourner. L'objectif poursuivi ici est triple :

- quantifier les émissions de CO₂ générées par la consommation de carburant des rotations des camions semi-remorque ou véhicules articulés à essieux, utilisés pour le transport des conteneurs au départ du port de Lomé vers les différentes destinations retenues ;

- identifier et apprécier le poids des facteurs liés à l’organisation logistique des interviewés qui influent également sur la consommation de carburant, donc d’émissions de CO₂.
- reconnaître les points de convergence et de divergence sur la mise en œuvre d’une taxe carbone portuaire sur le fret transporté par voie routière au port de Lomé.

2.1. Les types de transport et les caractéristiques mises en évidence

Les résultats du guide d’entretien nous ont permis de mettre en évidence quatre types de transport :

- transport urbain pour le compte d’autrui (chargeur/client) limité dans la zone portuaire après chargement au port de Lomé ;
- transport interurbain pour le compte d’autrui (chargeur/client) effectué dans les principales villes de l’intérieur du Togo au départ du port de Lomé ;
- transport urbain pour compte propre limité au grand Lomé ;
- transport international à la demande (chargeur/client) après chargement du conteneur au port de Lomé.

Pour considérablement faciliter la démarche pour ce qui concerne le transport international à la demande, nous ne tiendrons compte que de la distance du port de Lomé au poste de contrôle juxtaposé (PCJ) de Cinkassé. Pour ce faire, nous envisageons une chaîne logistique extrêmement simplifiée. L’itinéraire suivi par les conteneurs et les marchandises au départ du port de Lomé jusqu’au PCJ de Cinkassé est supposé identique.

Le guide d’entretien soumis aux interviewés classe les facteurs d’émission de GES en deux grandes familles. Il s’agit des caractéristiques du véhicule et des caractéristiques du trajet. La connaissance de ces éléments permettra d’agir sur les sources d’émission et de réduire l’impact environnemental. Notre choix a porté sur les camions poids lourds semi-remorque. Ces camions sont identifiables grâce au nombre d’essieux, au nombre de remorques, à la longueur de la remorque, etc. Le tableau 7 ci-dessous donne un aperçu des véhicules articulés à essieux pris en compte dans l’étude.

Tableau 7 : Effectifs des catégories de véhicules articulés à essieux retenus dans l'étude

Catégories de véhicules articulés à essieux	Poids total (camion et conteneurs) en tonne	Effectif	Pourcentage (%)
1 pont 4 essieux	40	19	63,33
2 pont 4 essieux	45	8	26,66
2 pont 5 essieux	50	3	10
Total	-	30	-

Source : nos enquêtes, 2024

Comme on peut le voir, le poids des véhicules varie en fonction du nombre d'essieux. Les véhicules à 1 pont et 4 essieux sont les plus nombreux (63,33 %), puis viennent en seconde position les véhicules à 2 ponts et 4 essieux (26,66 %). Les véhicules à 2 ponts et 5 essieux sont les moins nombreux avec 10 %. La forte demande des véhicules 1 pont 4 essieux peut s'expliquer par une augmentation croissante du nombre de transporteurs se spécialisant ou se reconvertis dans le transport urbain pour le compte d'autrui selon nos enquêtes, en raison des facilités d'accès à cette niche de fret et aussi en raison des coûts d'exploitation de flotte comparativement moindres aux autres types de transport.

Le tableau 8 ci-dessous permet d'apprécier le type de service sollicité suivant le type de véhicule et la fréquence des rotations, soit par semaine, soit par mois.

Tableau 8 : Catégories de véhicules articulés à essieux, type de transport effectué et nombre de rotations réalisées

	1 pont 4 essieux	2 pont 4 essieux	2 pont 5 essieux	Nombre de rotations moyenne opérées
Transport urbain pour le compte d'autrui	10 (52,63 %)	aucun	aucun	8/semaine
Transport interurbain pour le compte d'autrui	6 (31,57 %)	aucun	aucun	15/ mois
Transport urbain pour compte propre	3 (15,78 %)	2 (25 %)	aucun	3/semaine

	1 pont 4 essieux	2 pont 4 essieux	2 pont 5 essieux	Nombre de rotations moyenne opérées
Transport international à la demande	aucun	6 (75 %)	3 (100%)	2/mois
Total	19	8	3	

Source : nos enquêtes, 2024

Les résultats dans le tableau 8 révèlent un fort pourcentage de véhicules articulés à 4 essieux pouvant charger 40 tonnes de fret. Ces véhicules sont plus sollicités pour le transport urbain pour le compte d'autrui. Ce taux décroît au fur et à mesure et se limite au transport pour compte propre. Par contre, on remarque un nombre élevé de rotations pour le transport interurbain pour le compte d'autrui, suivi du transport urbain pour compte d'autrui et enfin du transport international à la demande. On observe aussi que les $\frac{3}{4}$ de la deuxième catégorie de véhicules articulés à 4 essieux sont affectés au transport international à la demande contre $\frac{1}{4}$ avec le transport pour compte propre. Enfin, la totalité des véhicules articulés à 5 essieux sont affectés au transport international à la demande. En tenant compte de la moyenne d'âge selon le type de véhicule articulé, le tableau 9 fournit les résultats ci-après.

Tableau 9 : Catégories de véhicules articulés à essieux et moyenne d'âge

	4 à 7 ans	7 à 10 ans	10 à 13 ans
1 pont 4 essieux	3	9	7
2 pont 4 essieux	2	1	5
2 pont 5 essieux	3	aucun	aucun
Total	8	10	13

Source : nos enquêtes, 2024

Suivant le tableau 9, la majorité des véhicules articulés recensés ont un âge compris entre 10 et 13 ans, contre 8 ayant un âge compris entre 7 et 10 ans. 8 autres véhicules ont un âge compris entre 4 et 7 ans. Seule la totalité des véhicules articulés à 2 ponts et 5 essieux se situe dans l'intervalle de 4 à 7 ans.

Les émissions d'échappement de CO₂ varient selon le type de carburant en raison de leur densité différente. La totalité des véhicules poids lourd de desserte du fret au port de Lomé fonctionnent au gazole. Un litre de gazole rejette 2,67 kilos de CO₂. Donc, quand on brûle un litre de carburant, on émet plus de CO₂.

Tableau 10 : Catégories de véhicules articulés à essieux et quantité moyenne de carburant

Catégories de véhicules articulés à essieux	Quantité moyenne de gazole du réservoir (en litre)
1 pont 4 essieux	325
2 pont 4 essieux	350
2 pont 5 essieux	450

Source : nos enquêtes, 2024

On remarque dans le tableau 10 que la consommation de gazole augmente au fur et à mesure qu'on change de catégories de véhicules articulés à essieux. Cette augmentation est relative à la puissance que le véhicule doit dégager pour tracter la remorque chargée de marchandises.

2.2. Appréciation des facteurs liés à l'organisation des acteurs et leurs incidences sur la consommation de carburant

Afin d'apprécier les facteurs liés à l'organisation des acteurs et leurs incidences sur la consommation de carburant, huit variables ont été mises en évidence : juste à temps, collaboration avec le chargeur, flexibilité, coût/tarif, durée d'acheminement, fiabilité, préoccupation environnementale, fréquence de livraison. Suivant le tableau 11, une note de 1 à 5 est attribuée à chaque variable afin d'apprécier son degré d'importance selon l'ordre hiérarchique obtenu avec le guide d'entretien. On part du plus important au moins important suivant la valeur attribuée de 1 à 5.

Tableau 11 : Variable organisationnelle et degré d'importance accordée par les transporteurs

Numéro d'ordre	Variables organisationnelles	Degré d'importance
1	Collaboration avec le chargeur	2
2	Juste à temps	1
3	Coût/tarif	3
4	Flexibilité	4
5	Durée d'acheminement	2
6	Fiabilité	2
7	Fréquence de livraison	3
8	Préoccupation pour l'environnement	5

Source : nos enquêtes, 2024

Selon le degré d'importance, on peut conclure que la préoccupation environnementale est reléguée au dernier rang, après les impératifs économiques liés à l'exploitation du camion. Les variables les plus en vue sont en priorité la livraison juste à temps, puis la collaboration avec le chargeur, la durée d'acheminement et la fiabilité.

2.3. Calcul des émissions de CO₂ dues aux différents types de transport identifiés

Pour le calcul des émissions, trois trajets ont été sélectionnés. Il s'agit du trajet (i) port de Lomé/plate-forme industrielle d'Adétikopé (21,6 km), pour 85 litres de gasole ; du trajet (ii) port de Lomé/Atakpamé (161,2 km) pour 160 litres de gasole; du trajet du port de Lomé/PCJ de Cinkassé (657 km) pour 420 litres de gas-oil.

Dans le cas présent, les transporteurs connaissent leur consommation de carburant. Les quantités de CO₂ émises sont calculées à l'aide de la formule mathématique suivante :

Q_{CO₂} = nombre de litre requis pour le trajet x facteur d'émission du carburant en question, avec :

Q_{CO₂} : la quantité de CO₂ émise ;

N : le nombre de litre requis ;

FE : facteur d'émission ;

Donc **Q_{CO₂}** = **N x FE**

- Quantité de CO₂ émise pour le transport d'un conteneur du port de Lomé vers la PIA :
 - Q_{CO₂} port-PIA = 85 x 2,67
 - Q_{CO₂} port-PIA = 226,95 kg de CO₂
- Quantité de CO₂ émise pour le transport d'un conteneur du port de Lomé vers Atakpamé
 - Q_{CO₂} port – Atakpamé = 160 x 2,67
 - Q_{CO₂} port – Atakpamé = 427,2 kg de CO₂
- Quantité de CO₂ émise pour le transport d'un conteneur du port de Lomé au PCJ de Cinkassé
 - Q_{CO₂} port – PCJ de Cinkassé = 420 x 2,67
 - Q_{CO₂} port – PCJ de Cinkassé = 1121,4 kg de CO₂

On observe une variation significative des quantités de CO₂ émises en fonction des différents trajets, sans une inclusion du nombre de rotations effectuées, en fonction des types de trajets sélectionnés. Un ajout de ces paramètres augmenterait significativement les taux obtenus ci-dessus pour une observation mensuelle sur ces différents types de trajet.

2.4. Cartographie des réactions des acteurs pour la mise en œuvre d'une taxe carbone portuaire

Une multitude de questions ont été soulevées par une mise en œuvre future d'une taxe carbone portuaire auprès des transporteurs et chargeurs interrogés. Le tableau 12 suivant résume les questions soulevées par ces acteurs.

Tableau 12 : Grille des questions posées par les acteurs au sujet de la mise en œuvre future d'une taxe carbone portuaire

Questions	
1	La taxe carbone portuaire sera-t-elle prélevée sur le prix du carburant ?
2	Qui fixera le montant à payer et en fonction de quelle quantité de CO ₂ émise ?
3	Qui du transporteur ou du chargeur devra supporter les implications de cette taxe sur les coûts d'exploitation ?
4	Qu'en est-il du CO ₂ importé à la frontière du port de Lomé avec les transporteurs routiers étrangers de passage ?

Questions	
5	Quelle institution sera chargée de la collecte des fonds : la douane, l'autorité portuaire, autre institution ?
6	Quelle sera notre partition au sein de cette institution (degré de pouvoir ou pouvoir de décision) ?
7	Comment se fera la mesure du CO ₂ émis au niveau des transporteurs ?
8	Des formations ou accompagnement sont-ils prévues ?
9	Quelle technologie sera utilisée ?
10	Aura-t-on droit à des retex ?
11	Quel sera le cadre réglementaire ?
12	Comment seront répartis en % les coûts à supporter ?
13	Avez-vous pensé aux consommateurs finaux ?
14	Que gagnons-nous dans cette histoire de taxe carbone portuaire ?

Source : nos enquêtes, 2024

Les questions posées par les acteurs ont été modelées suivant les trois politiques réglementaires ci-dessous.

– Une taxe fiscale

La taxe carbone portuaire pour les transporteurs et chargeurs est fixée par arrêté du ministère des transports et élaborée comme une taxe fiscale. Le service des douanes sera chargé de la collecte des fonds par expédition, en fonction de la catégorie de camions poids lourds. Les fonds collectés serviront au financement de projets verts, suivant les directives du ministère des transports, en concertation avec l'autorité portuaire et des transporteurs et chargeurs. Le tableau résume les réactions des acteurs par rapport à la taxe fiscale.

Tableau 13 : Réaction concernant la taxe fiscale

	Partagé	Hésitant	Opposant	Indifférent
Transporteurs	40	23,33	30	6,66
Chargeurs	aucun	aucun	aucun	100

Source : nos enquêtes, 2024

– Une contribution écologique

La taxe carbone portuaire est une contribution écologique fixée par le comité carbone de l'autorité portuaire et transmise au ministère des transports pour adoption en l'état. Elle sera perçue sur

chaque expédition de fret. Les fonds seront collectés par la douane pour le compte de l'autorité portuaire. L'acquittement de la taxe carbone est noté dans une base de données au niveau du port de Lomé et mentionné dans un carnet de bord carbone remis au chauffeur, en plus du ticket. Le niveau de CO₂ est relevé par les équipes chargées de l'autorité portuaire au départ du port de Lomé et par une équipe de la douane à la frontière de Cinkassé.

Les frais de la taxe carbone sont répartis comme suit : 50 % pour le transporteur et 50 % pour le chargeur. Une partie des fonds collectés sera reversée au transporteur en fin d'année en guise d'accompagnement pour le renouvellement du parc automobile. L'autre partie servira au financement de projets de biocarburants ou tout autre projet d'ingénierie dans le domaine des carburants verts. Les transporteurs et les chargeurs éliront un membre qui les représentera au sein du conseil de décision du comité carbone. Le tableau 15 fait l'état des lieux pour les acteurs interrogés relativement à la contribution écologique.

Tableau 14 : Réaction par rapport à la contribution écologique

	Intéressé	Critique	Hésitant
Transporteurs	70	16,66	13,33
Chargeurs	50	aucun	50

Source : nos enquêtes, 2024

– Externalisation de la taxe carbone

Le prélèvement de la taxe carbone est fixé par arrêté du ministère des transports. Une structure privée sélectionnée sur appel d'offre sera chargée de proposer une ligne carbone conformément aux instructions du ministère des transports, après consultation de l'autorité portuaire, des transporteurs et des chargeurs. Le tableau 15 fait le point des réactions des acteurs interrogés concernant cette variable.

Tableau 15 : Réaction relative à l'externalisation de la taxe carbone portuaire

	Opposant	Critique	Partagé	Intéressé
Transporteurs	76,66	20	Aucun	3,33
Chargeurs	25	50	Aucun	25

Source : nos enquêtes, 2024

Les résultats exposés dans les tableaux 13, 14 et 15 indiquent le positionnement des transporteurs et chargeurs face aux différentes politiques réglementaires et leur impact. Il faut noter que, parmi les trois points exposés, le point 2 requiert plus l'adhésion des acteurs, hormis quelques chargeurs hésitants. Ces modèles ci-dessus saisissent les compromis et points de désaccord possibles pouvant résulter de la mise en œuvre future d'une taxe carbone portuaire. Ils peuvent servir aux décideurs pour augurer l'impact des politiques réglementaires sur les émissions globales des opérations de la chaîne d'approvisionnement.

3. L'approche écologique industrielo-portuaire comme piste de solution pour concilier performance environnementale et compétitivité portuaire

L'écologie industrielle est définie comme une approche globale du système industriel interprété comme un écosystème biologique (Frosch et Gallopolous, 1989, p. 144-152). Basée sur l'analyse des flux de matières et d'énergie, cette approche du management environnemental vise à limiter les impacts sur l'environnement par la recherche de synergies organisationnelles entre les acteurs économiques. L'écologie industrielle propose une approche des interdépendances entre activités, afin de valoriser les résidus ou sous-produits d'une activité dans le processus de production d'une autre.

Les territoires portuaires intègrent de plus en plus cette approche innovante de gestion de leurs ressources et de leurs déchets, y voyant un facteur de différenciation non négligeable, dans un contexte mondial très compétitif (Mat et Cerceau 2012, p. 19). Ces territoires sont porteurs d'enjeux forts. Ils représentent des portes nationales d'échanges et de concentration de flux de matières et d'énergie. Ils regroupent les membres d'une communauté portuaire (entreprises privées et publiques, prestataires de services, représentants de l'État, collectivités locales) dont les activités complémentaires sont coordonnées sur un mode marchand ou non marchand.

Ces acteurs partagent un certain nombre de références cognitives et de contraintes, celles-ci pouvant être de nature géographique, par exemple la dynamique spatiale des ports (Ducret, 2005), de nature organisationnelle avec des réalités souvent complexes (Fassio et Lemestre, 2009, p. 10), ainsi que de nature institutionnelle, de par les évolutions fréquentes du cadre réglementaire et légal et par

l’adoption de politiques publiques de privatisation, de déréglementation et de décentralisation des infrastructures de transport (Rodrigue *et al.*, 2006, p. 9).

3.1. L’appétence d’une évolution de la collaboration portuaire

D’un point de vue géostratégique, les dynamiques portuaires ouest-africaines sur les enjeux de développement durable sont fortement influencées par celles impulsées en Europe. Au sein des territoires portuaires ouest-africains, ce constat est encore plus prégnant, ces territoires, ainsi que les activités qui y sont implantées, étant souvent directement reliés commercialement aux territoires portuaires sud et nord-européens. Dans ces conditions, dès que les normes et politiques de développement durable se renforcent dans l'espace européen, un effet d’entraînement appelle un changement dans les pratiques locales observées dans les territoires portuaires de la côte atlantique partenaires.

Bien qu’elle soit considérée comme une entreprise phare au niveau de la ville et même à une échelle régionale, l’efficacité de l’action de la place portuaire de Lomé semble encore contrainte par des facteurs de blocages (économique et organisationnel, voire également réglementaire), qui se traduisent concrètement par d’importantes congestions du trafic de poids lourds sur le territoire portuaire, des infrastructures routières insuffisantes, des carences en termes de ramassage des déchets et l’omniprésence de décharges sauvages, l’absence de station de traitement des eaux usées locale pour traiter les effluents liquides, etc.

La place portuaire de Lomé est perçue comme étant plutôt dans une posture de gestionnaire « classique » de son domaine foncier, à la fois dans une optique de développement/attractivité de son territoire de compétence vis-à-vis d’activités économiques, mais également de prévention des risques industriels, incluant le fait d’appréhender en amont les incidences potentielles des activités industrielles implantées sur l’environnement immédiat (la zone industrialo-portuaire) et alentour (la ville).

Cependant, il n'est pas vraiment possible de parler aujourd’hui d'une véritable communauté portuaire, au sens où les entreprises installées sur la place portuaire de Lomé coexistent plus qu'elles n'initient et partagent une dynamique commune. La place portuaire de Lomé est ainsi confrontée à un double enjeu paradoxal :

- assurer son rôle d'autorité portuaire et veiller à un meilleur respect des règles de rejets dans l'environnement ;
- et pérenniser sa fonction commerciale qui vise à limiter les contraintes locales perçues par de potentiels acteurs extérieurs souhaitant s'implanter sur la zone industriello-portuaire (ZIP).

3.2. Faire de l'éologie portuaire une réalité pour la place portuaire de Lomé

La place portuaire de Lomé, espace singulier et stratégique, peut également se saisir de l'éologie industrielle comme d'un vecteur d'opportunités, elles-mêmes génératrices d'une différenciation non négligeable, dans un contexte à la fois mondialisé et très concurrentiel entre places portuaires ouest-africaines. Longtemps, l'espace portuaire de Lomé n'a été appréhendé qu'à travers le seul prisme de l'opportunité économique. Puis, l'aménagement et la gestion de cette zone se sont heurtés à des enjeux directement liés aux activités en présence et à leurs importants rejets gazeux, liquides et solides dans le milieu (maritime et terrestre), accentués bien souvent par la présence de zones urbaines à proximité.

Si l'on considère que l'éologie industrielle relève d'une démarche systémique, l'enjeu est de comprendre quel est l'intérêt pour les acteurs de la place portuaire de Lomé d'adopter une démarche d'éologie industrielle ?

3.3. L'éologie industrielle comme pont entre distinction et unification au sein de la place portuaire de Lomé

Le défi majeur de la place portuaire de Lomé est d'écheniller une communauté portuaire structurée autour des enjeux de durabilité. De ce fait, la différenciation et l'unification constituent deux piliers incontestables de cet affermissement.

La différenciation est appréhendée à travers la notion de fonction : elle détermine le rôle des acteurs et renvoie aux degrés de hiérarchie des divisions de l'organisation, à la nature des objectifs et aux relations à l'intérieur des divisions. L'éologie industrielle permet la différenciation dans la mesure où chaque acteur industriello-portuaire a une position et un rôle spécifique dans la circulation des flux de matières et d'énergie.

L'intégration, au sein de l'organisation, concerne la qualité de la collaboration entre les divisions dont l'objectif doit être d'unir leurs efforts pour satisfaire aux demandes de l'environnement. Les motivations ainsi exprimées convergent et constituent la raison d'être de l'organisation circulaire ou symbiose industrielle. On rejoint l'approche fonctionnaliste (Taylor 1923 ; Fayol, 1918 ; Weber, 1947, 144 p.) de la théorie des organisations selon laquelle des buts communs justifient l'existence de l'organisation. Il n'est alors pas question d'envisager des conflits d'intérêts ou des comportements opportunistes, l'approche se situe dans un cadre rationnel. Les objectifs de la coalition dominante (protéger l'environnement) prévalent et s'imposent.

Le système ainsi mis en place dans la démarche de l'écologie industrielle est un système ouvert. Cela signifie que l'organisation et les divers éléments de son environnement sont engagés dans un processus d'échanges à caractère cyclique (Katz et Kahn, 1966, 489 p.).

Conclusion

À terme, le port de Lomé n'est pas prêt à faire face aux implications de la question brûlante qu'est la décarbonisation portuaire. L'autorité portuaire togolaise manque de cadre formel et d'outils stratégiques pour la mise en œuvre de la transition verte portuaire. Les acteurs de la mobilité portuaire que sont les transporteurs n'incluent pas les préoccupations environnementales dans leur structure organisationnelle, complètement déconnectée des enjeux climatiques. Une quantification des émissions de CO₂ générées par les trois types de circuit de transport identifiés présente une pollution importante liée à cette mobilité portuaire. Les modalités de la mise en œuvre d'une taxe carbone portuaire sur le fret transporté par voie routière ont permis d'exposer les points d'accord et de désaccord et les marges de manœuvre possibles pour une politique réglementaire liée à cette taxe carbone. Compte tenu des préoccupations soulevées, l'approche écologique et industrielle a été proposée comme piste de gouvernance de la transition énergétique au port de Lomé.

Références bibliographiques

- ADEME, 2010a. Énergie et climat – Chiffres clés 2009, ADEME, 83 p.
- ADEME, Ministère de l’Écologie et du Développement durable, Association des maires de France, 2005. Un plan climat à l’échelle de mon territoire, [ND], 34 p.
- AIE (Agence internationale de l’énergie), 2010. World energy outlook, 736 p.
- Anenou K. S., 2017. *Gestion du magasin et aire de dédouanement par le port autonome de Lomé : cas du Parc de véhicules d’occasions (PVO)*, Mémoire de licence professionnelle, École des Cadres, Lomé, 72 p.
- Deschamps A., 2022. *Les ports européens face à la transition énergétique*. <https://www.journalmarinemarchande.eu/actualite/portuaire/les-ports-europeensface-a-la-revolution-energetique>.
- Ducruet C., 2005. Structures et dynamiques spatiales des villes portuaires : du local au mondial, *M@ppemonde*, 77.1 Disponible sur : <http://mappemonde.mgm.fr/num5/articles/art05106.html>.
- Duruisseau K., 2014. L’émergence du concept de transition énergétique. Quels apports de la géographie ? *BSGLg*, 63, 21-34. En Afrique : que faudra-t-il à l’Afrique pour réaliser des zéros émissions nettes ? 7 p.
- Fassio G., Le Mestre P., 2009. Réalités organisationnelles des places portuaires en France et absence d’une mesure tridimensionnelle (coûts-qualité-délais) de leur performance, journées d’étude en contrôle de gestion, Nantes, 30 janvier.
- Frosch R.A., Gallopolous N.E., 1989. Strategies for Manufacturing, Scientific American, vol. 261, Special Issue “Managing Planet Earth”, September, p.144-152.
- Hansen J.-P., Percebois J., 2010. *Énergie-Économie et politiques*, Bruxelles : De Boeck Université, 779 p.
- Katz D., Kahn R. L., 1966. *The social psychology of organizations*. New York : Wiley, 489 p.
- Mat N., Cerceau J., Junqua G., Duret B., Margaine F. Bahers J.-B. Julien Saint Amand F., 2012. DEPART, De la gestion des déchets à l’économie circulaire, étude de l’émergence de nouvelles dynamiques partenariales : cas pratiques et perspectives dans les territoires.
- Mat N., Cerceau, J., 2012. *Les ports à l’heure de l’écologie industrielle, panorama des initiatives collaboratives multi-acteurs autour de la gestion des ressources dans les territoires*. Rapport final ADEME. ADEME Final report, Paris, 25 p.
- Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B., 2006. *The Geography of Transport Systems*, Routledge, 298 p.
- Taylor F. W., 1923. *Principles of scientific management*, New York : Harper, 144 p.
- Vimenyo M., 2013. Les déplacements récurrents de la nationale n°2 : entre aménagements littoraux et changements climatiques. *Ahoho, revue de géographie du Lardymes*, n°11, Université de Lomé, p. 209-219.

Capsule professionnelle 7.

Du vent et des frets : quand la décarbonation rime avec innovation pour les ports de l'Afrique Atlantique

Yann ALIX

Délégué Général – Fondation SEFACIL

Avec la participation exceptionnelle de :

Florian LANNOU

Flying Whales – France

&

Guillaume LE GRAND

Fondateur et Président – TOWT – France

Introduction

Le continent africain dans son immensité géographique et démographique, fait face à un paradoxe qui frôle l'injonction contradictoire. D'une part, il obéit à la règle des *Moins de 3 %* selon l'expression consacrée par la Fondation SEFACIL avec, entre autres, une Afrique dans sa globalité qui pèse pour :

- Moins de 3 % des échanges commerciaux intercontinentaux en valeur mais aussi en tonnage (selon les données de l'Organisation Mondiale du Commerce, 2024) ;

- Moins de 3 % du PIB mondial et beaucoup moins encore si l'on évoque la part du continent dans les totaux de productions industrielles et manufacturières planétaires ;
- Moins de 3 % des manutentions portuaires conteneurisées malgré les croissances remarquables constatées sur des mega-hubs comme Tanger Med ou Port-Saïd ou des hubs plus régionaux comme à Lomé, Pointe-Noire ou encore Abidjan ; et, sans exhaustivité aucune ;
- Moins de 3 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales.

L'injonction est que le continent, et en l'espèce les écosystèmes portuaires, doivent devenir des territoires décarbonés avec des solutions de transport aux externalités négatives maîtrisées. Sous l'imulsion des obligations réglementaires de l'Organisation Maritime Internationale, les ports subsahariens doivent se conformer aux mêmes critères et standards que leurs homologues asiatiques, européens ou encore nord-américains. Le verdissement des modes de transport se pense autant aux niveaux des infrastructures que des matériels, en mobilisant autant la puissance publique que les capacités d'investissements des opérateurs privés. Evidemment, sans volumes critiques pour absorber les surcoûts fixes et opérationnels, enclencher un processus de décarbonation constitue un pari d'avenir que très peu d'écosystèmes de transport subsahariens peuvent actuellement supporter.

Dans cet environnement de normes et de règlements, les autorités régaliennes doivent assumer leur rôle de chef d'orchestre d'une stratégie globale avec des politiques publiques, les moyens budgétaires et une somme de mesures et d'ajustements qui s'éditent pour se conformer aux trajectoires vertueuses d'un transport de fret neutre en carbone. Il en va de l'attractivité, de la compétitivité et souvent de la productivité de ces ports, en particulier vis-à-vis de grands clients internationaux (armateurs, manutentionnaires, transitaires, organisateurs de transport, chargeurs, etc.) aux exigences environnementales toujours plus évidentes.

Avec cette capsule professionnelle, la Fondation SEFACIL souhaite mettre en avant deux initiatives concrètes qui se nichent dans des pratiques de transport innovantes, en rupture totale avec ce que les opérateurs classiques de transport proposent en matière de décarbonation maritime, portuaire et logistique.

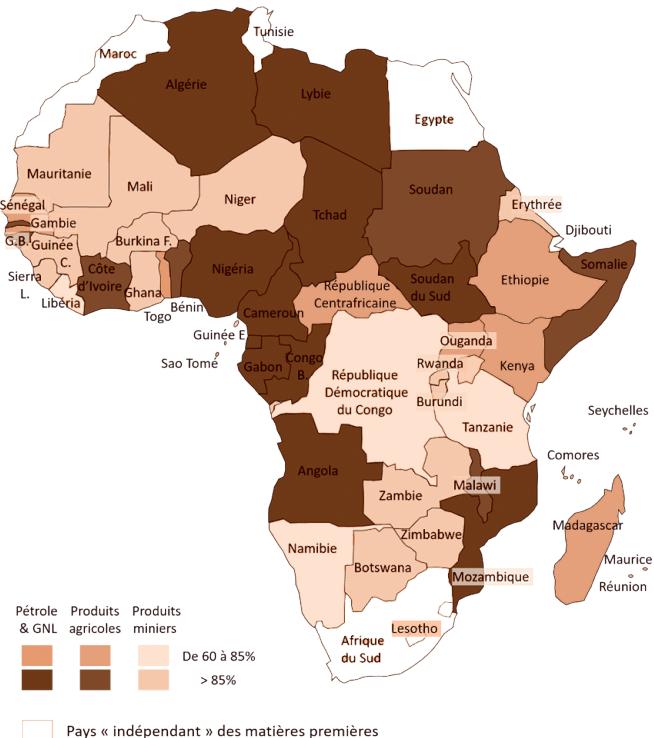
1. Des géographies physique et anthropique favorables pour des économies extraverties orientées vers l'exportation ultramarine

L'Afrique de l'Ouest et du Centre présente une mosaïque de climats avec des densités de population très hétérogènes qui ont toutes en commun d'être connectées les unes avec les autres par des réseaux de transport terrestres déficients. Que l'on soit dans l'air sec sahélien ou dans l'humidité constante des forêts primaires du Bassin du Congo, la dispersion des bassins de population se trouve impactée par les plus faibles taux de routes asphaltées par habitant du monde avec des écarts encore plus considérables si l'on considère les sillons et les accès ferroviaires. Ce qui est vrai pour la mobilité des personnes prévaut aussi pour les marchandises qui se heurtent, de surcroît, aux passages transfrontaliers qui demeurent contraints par les tracasseries administratives malgré l'entrée en vigueur de la ZLECAF il y a maintenant plus d'un quinquennat.

De ces réalités infrastructurelles et organisationnelles découlent les coûts de transport et de transactions parmi les plus élevés du monde. Une fois encore, les populations les plus isolées demeurent celles qui subissent les surcoûts d'une connectivité générale déficiente, ou tout du moins pas insuffisante. L'atomisation nuit à la concentration et par conséquent à une première forme de massification qui permet d'écraser les coûts fixes par les volumes et les économies d'échelle liées. Cela n'est absolument pas nouveau. Mais dans un monde marchand toujours plus connecté et interconnecté, l'isolement logistique s'additionne à l'isolement géographique pour écarter les potentiels de très nombreux territoires subsahariens. Il ne joue pas en faveur d'une transition écologique avec des barrières à l'entrée insurmontables pour les parties prenantes publiques et privées du transport de marchandises.

Les économies africaines se caractérisent toujours par une (trop) forte dépendance à trois grandes typologies de flux tous orientés massivement vers l'exportation ultramarine (Figure 1).

Figure 1 : Part des matières premières dans le total des exportations de marchandises du continent africain (en % du total par pays)



Source : Dr. Yann ALIX, 2023

Les produits issus des activités extractives énergétiques carbonées concernent une dorsale qui part du duo Algérie/Lybie pour se prolonger par le Tchad et se terminer à l'Angola. Le combo pétrole brut/gaz naturel structure des réseaux et des infrastructures exclusivement réservées aux post-acheminements des produits extraits via des solutions de transport qui conjuguent pipelines et navires spécialisés de grandes capacités d'emport. Les considérations environnementales continuent de modifier les pratiques d'extraction et les modèles de gestion. Mais nous sommes encore très loin d'initiatives structurantes qui tendent à une décarbonation de ces secteurs énergétiques toujours essentiels au fonctionnement socio-économique de plus d'un quart des pays du continent.

Ceux encore plus nombreux incluent les économies extractives liées aux produits miniers essentiellement concentrés en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. Là encore, des solutions de transport sur mesure sont déployées et entretenues par des investissements

souvent internationaux dans des modèles d’affaires entièrement intégrés. Les partenariats public-privé nourrissent des concessions d’exploitation qui incluent de plus en plus une responsabilité sociétale et environnementale de la part des concédants. Toutefois, tout comme pour les nations dépendantes des énergies fossiles carbonées, les initiatives en matière de décarbonation demeurent réelles mais marginales sur le continent. Elles restent pour la plupart portées par des consortiums industriels mondiaux privés qui déclinent, dans chaque projet, des mesures annoncées dans leur politique globale RSE.

La troisième catégorie rassemble des socio-économies diversifiées de la Côte d’Ivoire où prédomine la culture des trois C (Cacao – Café – Coton) jusqu’aux hauts plateaux abyssins, mais aussi la plus grande île africaine de Madagascar avec des produits à très haute valeur ajoutée comme la culture de la vanille expédiée par avion-cargo.

De ces ressources naturelles exceptionnelles ont été consolidées des structures d’exportation qui font des ports les pivots essentiels de l’acheminement ultramarin international. Cela explique et justifie pourquoi la quasi-totalité des nations subsahariennes dispose d’au moins un appareil portuaire dédié à la réception des produits de l’arrière-pays. Ces écosystèmes portuaires agissent comme des points centripètes, favorisant la convergence et le drainage des potentiels des régions intérieures pour mieux les concentrer et les massifier. Ils sont aussi des forces centrifuges car, particulièrement dans le sens des importations de produits manufacturiers ou de denrées alimentaires, ils agissent comme des points de départ de la dispersion spatiale, nourrissant des territoires éloignés et même enclavés.

Cette organisation de transport et de logistique repose sur le maillage de réseaux terrestres qui pâtissent d’un manque d’investissements chronique depuis des décennies. Malgré toutes les ambitions politiques régionales et continentales, l’Afrique souffre d’un déficit de routes asphaltées puisque le réseau total du continent comptabilise 680 000 kilomètres de linéaire bitumée, soit 1,5 % du réseau mondial. En Afrique subsaharienne, le transport des marchandises par voies routières peut concentrer jusqu’à 40 % du prix de revient des marchandises selon les analyses économiques de la Banque Africaine de Développement. Le constat est encore plus choquant sur les sillons ferroviaires et fluviaux alors que les héritages historiques sont tombés dans les limbes de la gabegie publique. Disposer de sillons ferroviaires et d’infrastructures fluviales et fluvio-maritimes exige de la continuité dans une planification stratégique de son territoire national mais aussi et surtout dans une vision intégrée sous-régionale, pour ne pas dire continentale. Le morcellement géopolitique

post-colonial a érigé des frontières politiques et administratives qui ont constitué autant de barrières à la fluidité de solutions fluviales comme nous en avons connu dans un temps révolu sur la plupart des grands bassins versants de l’Afrique subsaharienne. Même constat avec le secteur ferroviaire même s’il subsiste quelques sillons exploités par des intérêts privés dans des schémas de concessions qui dépendent pour la plupart de la continuité de l’engagement public face à ses responsabilités régaliennes.

Ce constat général très liminaire conduit à poser plusieurs conclusions tout aussi élémentaires :

- Les circulations des frets subsahariens reposent dans une majorité écrasante sur des flottes de camions qui présentent, pour la quasi-totalité, un état de dégradation avancée ;
- Les bilans environnementaux des produits déplacés depuis et vers les arrière-pays sont très négatifs dans une économie des transports toujours très carbonée puisque la route représente plus de 90 % des tonnes-kilomètres recensées en Afrique subsaharienne ;
- Les surcoûts de transport et de transactions ne cessent de plomber la compétitivité des produits d’exportation africains tout en alourdisant les prix payés par les consommateurs pour tous les produits internationaux importés ;
- Des territoires immenses ne sont pas connectés aux réseaux de transport terrestres, ce qui handicape le développement socio-économique des régions intérieures.

Avec les cas d’usage de TOWT et de FLYING WHALES, ce sont deux schémas de transport en rupture totale avec les logiques actuelles qui sont proposées aux acteurs publics et privés qui œuvrent pour le développement du continent. L’un comme l’autre proposent des alternatives de transport face aux contraintes rencontrées par les organisateurs de fret. Ils déclinent de nouveaux schémas qui mettent en avant une décarbonation des activités de transport qui soit compatible avec des objectifs partagés de fiabilité, de rentabilité et de productivité économico-logistiques.

2. Outrepasser les contraintes de la terre en passant par les airs : le renouveau logistique des dirigeables de grande capacité

Quand les routes demeurent une contrainte forte et qu'il n'existe pas d'alternatives terrestres ou fluviales, il ne reste que la voie des airs pour transporter des très hautes valeurs ajoutées et/ou des charges lourdes hors-gabarits. Le pari logistique et industriel de FLYING WHALES est d'offrir des solutions de transport qui répondent à des besoins de niche, pour des sociétés privées prêtes à ajuster leurs pratiques logistiques afin d'inclure dans leur planification et leurs opérations des pré et post-acheminements par les airs. Ces solutions ne sont pas révolutionnaires puisque les dirigeables du début du XX^e siècle ne transportaient pas que des passagers. Ils avaient aussi une utilité pour le transport des marchandises grâce à leur capacité d'emport et l'agilité de leur déploiement qui nécessite très peu d'infrastructures au sol.

Aujourd'hui, avec le progrès technologique, Flying Whales propose un ballon à l'hélium de 200 mètres de long, 50 mètres de diamètre pour une soute de 96 mètres de long, 8 mètres de hauteur et 7 mètres de large (Figure 2). Ces caractéristiques techniques hors-normes soutiennent le déploiement de solutions sur mesure, adaptées aux engins, machines, génératrices, etc. sur des chantiers industriels de toutes tailles.

Figure 2 : Le LCA60T : premier dirigeable de transport à l'hélium de Flying Whales



Source : Flying Whales 2025

Le LCA60T peut ainsi transporter 60 tonnes en un seul voyage, avec des répercussions écologiques quasi nulles puisqu'aucun aménagement spécifique n'est exigé au sol. Avec une propulsion tout-électrique basée sur des piles à hydrogène de dernière génération, le LCA60T aura aussi un impact environnemental neutre en termes d'émissions de CO₂ et de particules fines.

Les applications sont multiples pour les organisateurs de transport subsahariens. Parmi les secteurs les plus porteurs figure l'industrie au sens large, avec évidemment les cas spécifiques liés aux exploitations minières ou gazières disséminées dans des territoires souvent peu et pas accessibles, sans percer des corridors aux impacts environnementaux lourds. Pour les industriels, l'usage de la voie des airs fiabilise les voyages programmés des pièces les plus lourdes et les plus encombrantes qui exigent nécessairement des convois exceptionnels et des matériels spécialisés coûteux et souvent peu disponibles à terre. Les génératrices de grande capacité ou les tronçons des pipelines constituent des exemples de matériels particulièrement adaptés aux capacités d'emport (volume/taille/poids) du dirigeable de Flying Whales.

Il en résulte un affranchissement des contraintes de transport, particulièrement en période de saison des pluies où les conditions de circulation peuvent devenir dantesques. Pour l'extraction minière et gazière, ce sont les planifications des acheminements de matériels qui sont anticipées et simplifiées, considérant que le LCA60T peut être activé sur demande et en cas d'urgence (exemple d'un bris de matériel indispensable où les hélicoptères gros porteurs étaient souvent la seule solution disponible pour les logisticiens et les industriels).

Autre élément logistique à considérer : la réduction des transbordements et des manutentions, depuis le lieu de prise en charge jusqu'au site de livraison. Eviter les ruptures ou les mises au gabarit de certains tronçons routiers par exemple simplifient considérablement l'organisation logistique des schémas industriels. Rendre accessibles des territoires éloignés n'intéresse pas que les logisticiens industriels il va sans dire. Dans une Afrique subsaharienne toujours en proie à de graves carences en matière d'accès à la santé et même à la nourriture, les solutions aériennes de Flying Whales changent le rapport au temps de l'urgence humanitaire.

A titre purement informatif et illustratif, il paraît intéressant de considérer la solution FLYING CARE qui est rendue possible car « l'enveloppe » que constitue le LCA60T permet d'optimiser l'emport d'un hôpital mobile complet dans les soutes du dirigeable

(Figure 3). Totalement autonome en énergie, cette solution de santé mobile rompt l'isolement imposé par la géographie et/ou par des actions anthropiques. Le vecteur aérien devient une réponse optimale car il permet une action rapide et surtout résiliente avec la capacité de déplacer le matériel au gré des contraintes et des menaces.

Figure 3 : Transport par Flying Whales d'un hôpital mobile autonome en énergie



Source : Flying Whales 2025

Cela solutionne en partie un aspect essentiel de l'urgence : le pillage systématique des convois routiers qui sont rackettés tout au long de leurs cheminements, depuis leur sortie du port ou de l'entrepôt jusqu'aux zones de destination des produits alimentaires et sanitaires. Le cas du riz international débarqué à Port-Soudan ou Djibouti à destination des zones de guerre et de tensions tribales du sud-Soudan constituent une illustration dramatique de cette réalité de guerre. Jusqu'à 90% des quantités reçues sur les quais portuaires n'atteignent pas les populations qui en ont vitalement besoin. Les ponts aériens avec des matériels conventionnels sont déjà en vigueur mais à des coûts économiques (et environnementaux) astronomiques qui grèvent les budgets des agences humanitaires et des organisateurs de transport.

Dernières applications parmi d'autres, l'accélération de l'électrification du continent africain avec le déploiement de solutions

solaires ou éoliennes pour les régions les plus éloignées notamment. Le transport par voies aériennes des matériels lourds et encombrants permet de réduire les coûts de mise en œuvre des projets d'électrification de 70 %. Pour les pâles géantes (jusqu'à 80 mètres), le passage par la voie des airs simplifie les plannings de mise en œuvre des parcs éoliens, où qu'ils se trouvent. Cela évite bien sûr de percer des pénétrantes routières dans des forêts déjà fragilisées, réduisant l'empreinte des pré et post-acheminements ainsi que des stockages logistiques.

Quand le 25 avril 2025, le Ministre des Transports et de la Météorologie de Madagascar signe un accord avec Flying Whales, il manifeste l'ambition des plus hautes sphères politiques de se doter d'un outil pour désenclaver la logistique de son immense territoire tout en se dotant de nouveaux moyens pour répondre aux crises humanitaires issues notamment des impacts du réchauffement climatique. Cet exemple symbolise l'ambition publique d'un Etat africain de consolider des solutions de transport adaptées aux circonstances tout en incluant dans sa réponse les aspects écologiques et environnementaux d'un moindre impact global. Le gouvernement de la Côte d'Ivoire inclut aussi les perspectives logistiques, industrielles et médicales offertes par Flying Whales pour orchestrer le développement intégré des zones les plus enclavés de son territoire (Figure 4).

Figure 4 : Photo de la cérémonie de signature de l'accord entre Flying Whales et le Ministère des transports de la République de Côte d'Ivoire



Source : Flying Whales, 2025

Le Ministre des Transports Amadou Koné de la Côte d'Ivoire exprime ainsi son ambition :

« Nous sommes très intéressés par cette solution car elle nous permettra non seulement de diminuer la congestion des ports et des routes, mais elle participera également à une amélioration de la chaîne logistique dans le pays et plus tard au-delà. »

Une étude approfondie menée en 2024, en collaboration avec le Ministère des Transports de la République de la Côte d'Ivoire, sur l'impact de la technologie Flying Whales a estimé notamment :

- **Secteur de l'énergie** : Un gain de +1,5 % à +2,5 % du PIB ivoirien actuel, accélérant l'électrification, l'intégration industrielle et la transition énergétique.
- **Secteur minier** : Un gain de +0,4 % à +0,8 % du PIB ivoirien actuel, avec un soutien particulier à l'exploitation aurifère.
- **Secteur de la logistique** : Un gain de +0,6 % à +1,4 % du PIB ivoirien actuel, en fluidifiant le transport des marchandises depuis les ports vers les pays de l'intérieur et les zones économiques spéciales, de manière fluide et décarbonée.
- **Secteur agricole** : Un gain de +3,75 % du PIB actuel, en particulier en réduisant les pertes post-récoltes des filières à haute valeur ajoutée (cacao / café / cajou), et celle du secteur vivrier, améliorant la souveraineté alimentaire.

Toujours en Côte d'Ivoire, le Port Autonome de San Pedro (PASP) constitue déjà un cas d'étude puisque la direction générale souhaite conjuguer les potentiels d'emport de Flying Whales sur les corridors miniers avec une gestion durable et optimisée des chaînes à haute valeur ajoutée de l'agro-business. En tant que premier port d'exportation cacaoyer du monde, le PASP est aussi l'un des pionniers dans la promotion d'une filière d'excellence qui implique TOWT, le transport maritime premium à la voile. Le PASP projette son développement dans une combinaison de solutions de transport décarbonées, en argumentant sur une différenciation stratégique par rapport à ses concurrents portuaires régionaux.

3. Choisir des services premium pour des chaînes de valeur entièrement décarbonées : le cas des cargo-voiliers de TOWT

Les modèles d'affaires ne sont sûrement pas incompatibles au point que les solutions de Flying Whales et de TOWT ont comme singularité d'être complémentaires sur des filières particulières comme dans l'agro-business. Parmi les problématiques qui continuent d'handicaper les filières d'exportation agricoles de l'espace subsaharien figurent la gestion des stockages, la collecte optimale des produits avant mûrissement, l'opération des chaines sous température contrôlée ou encore l'expédition planifiée des quantités depuis les entrepôts portuaires. Avec l'offre maritime entièrement décarbonnée de TOWT, ce sont des produits à très haute valeur ajoutée économique et gustative qui sont ciblés. En complémentarité des gros volumes qui exigent des solutions de transport massifiées, TOWT se place sur des filières de niche qui englobent des produits reconnus pour leurs qualités supérieures. Issues de modes de production spécifiques qui concourent à garantir une traçabilité complète, ces produits à haute valeur ajoutée économique s'inscrivent dans cette revendication d'une certaine catégorie de consommateurs de pouvoir suivre l'ensemble des processus de transport, depuis l'origine première du produit jusqu'à sa mise à disposition à la vente.

Société à mission depuis octobre 2021, TOWT met en avant l'engagement en faveur de la décarbonation du transport maritime, impliquant toutes les parties prenantes et partenaires (financiers, institutionnels, commerciaux, etc.). Utiliser la force du vent comme principale énergie de propulsion, c'est offrir aux chargeurs la garantie d'un transport maritime sur de longues distances nautiques avec un impact écologique et environnemental quasi nul.

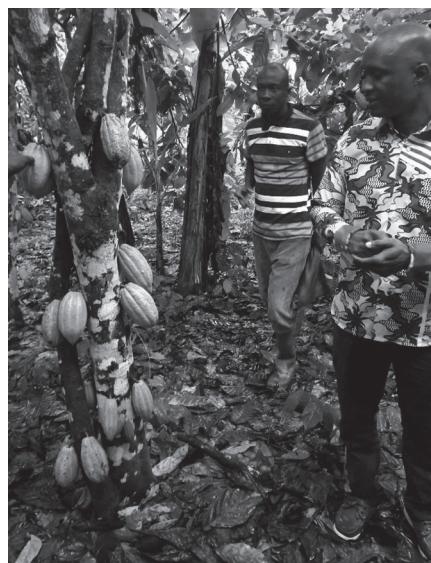
Figure 5 : Voilier-cargo de la Classe Phénix avec une longueur hors tout de 81 mètres et deux grues intégrées pour transporter 1090 tonnes



Source : TOWT 2025

Pour des produits comme le cacao ou le café, tributaires de zones de production éloignées des aires principales de consommation, le recours au transport maritime à la voile constitue la seule solution de transport qui approche une véritable neutralité carbone. Tous les cacaos, cafés, noix d'anacarde ou encore cotons et autres produits d'exportation sont potentiellement « éligibles » au transport maritime décarboné promu par TOWT. Pour les producteurs mais aussi pour les organisateurs de transport et les facilitateurs logistiques de l'Afrique subsaharienne, cela implique une approche qualitative sur tous les maillons de la chaîne de valeur d'exportation (Figure 6).

Figure 6 : Petits producteurs de cacao certifié bio et équitable de la Côte d'Ivoire



Source : Dr. Yann ALIX, 2022

TOWT a créé le label ANEMOS pour garantir que les produits acheminés par les cargo-voiliers disposent d'une visibilité qui atteste d'un transport maritime décarboné. Avec 1100 tonnes de capacité d'emport, les cargo-voiliers de TOWT visent des chargeurs qui revendent leurs engagements en matière de décarbonation maritime. ANEMOS est un label de certification qui acte une vraie transparence sur le choix assumé d'un transport maritime à force végétale. Cela devient évidemment un atout marketing fort puisque les chargeurs disposent d'outils pour :

- Faciliter les connexions entre les consommateurs et les producteurs, chacun assumant par ses choix et ses engagements une valorisation des origines et des terroirs ;
- Traçabiliser et documenter de manière transparente et scientifique le bilan carbone de chaque produit transporté (Figure 7).

Figure 7 : Le label ANEMOS par TOWT ou la garantie d'un transport maritime décarboné des produits transportés tant à destination des chargeurs que des consommateurs



Source : TOWT 2025

Une filière d'excellence comme celle du cacao de l'Afrique de l'Ouest, les cales des cargo-voiliers sont une réponse logistique mais surtout marketing pour orchestrer la décarbonation d'une expédition ultramarine. Pas nécessairement sensible à la variable du temps de transport, les cacaos de haute qualité peuvent voyager à bord des cargo-voiliers sans dégrader les temps de transit qui sont optimisés par des technologies de routage de pointe. En s'engageant à déployer des futurs services réguliers entre le port de San Pedro et la France, TOWT fait le pari d'escalier au plus proche des aires de production de la Côte d'Ivoire, premier producteur mondial de cacao avec en moyenne 2 millions de tonnes de fèves.

Figure 8 : Montage d'un cargo-voilier de TOWT quittant les installations de San Pedro, plus important port d'exportation de cacao du monde



Source : Port Autonome de San Pedro, 2022

Conclusion

Leap-frog technologique et sociologique : voilà une expression galvaudée et servie depuis trop d’années dans des discours qui conjugue politique et économique, stratégique et futurisme. Pourtant, cette conclusion ne peut écarter cette ambition de faire des marchés africains des terrains d’exploration pour des modèles décarbonés qui ne rencontrent pas autant de conditions de réussite ailleurs que sur le continent. Les défauts d’infrastructures terrestres constituent, *de facto*, un terreau fertile pour construire les fondations de systèmes logistiques révolutionnaires.

Les solutions d’emport existent comme nous l’avons démontré dans cette capsule. Pour transformer la vision en opérations, il faut juste un alignement entre les parties prenantes, qu’elles soient politiques et publiques, privées et financières. La clé reste le marché et les conditions de son installation et de sa pérennisation. Le transport hors gabarit est une filière prospère, particulièrement si l’on considère deux socles essentiels :

- Celui de l’extraction et du transport des matières premières énergétiques et minières qui abondent dans bon nombre de pays littoraux et enclavés du continent ; et surtout,
- Celui de l’ambition politique de vouloir transformer les produits dans des politiques industrielles et manufacturières pan-africaines. Cette dernière disposition, maintes fois entendue et répétée, pourrait trouver de nouvelles dispositions logistiques et économiques avec le déploiement massif des solutions aériennes de Flying Whales.

Dans une cohérence de développement somme toute réaliste, la transformation hyper qualitative des meilleures fèves de cacao ivoiriennes ou ghanéennes, des meilleurs thés des hauts plateaux éthiopiens ou encore des anacardes sahéliens pourraient trouver dans les solutions décarbonées de TOWT une forme de « continuité premium ». Le voilier-cargo ne serait plus un simple véhicule de transport. Il devient une brique supplémentaire dans la valorisation de filières qui ne vendraient plus leurs produits en « brut et en vrac ». Evidemment, cela ne se transformera en réalité que si le consommateur final concède de payer plus cher un produit de très grande valeur environnementale et gustative. Pour l’instant, ce même consommateur, et tous les intégrateurs/grossistes/traders en amont, préfèrent toujours payer moins cher des produits sensibles aux spéculations d’un marché mondial que les petits producteurs africains subissent... et nourrissent !

Chapitre 5.

La décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis : état des lieux et perspectives

Dr Michel NGUESSAN

*Chercheur Associé au CREMPOL,
Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer,
Abidjan, Côte d'Ivoire*

*Associate Professor,
Governors State University,
University Park, Illinois, USA*

Résumé

La décarbonisation maritime et portuaire vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à limiter l'augmentation de la température à l'échelle mondiale. Les États-Unis d'Amérique, signataire de plusieurs protocoles et accords mondiaux portant sur la protection de l'environnement, se sont engagés à atteindre des objectifs ambitieux en matière de réduction des émissions maritimes. Dans ce cadre, ils ont signé des protocoles d'accord et mandaté des agences de l'administration fédérale afin de mettre en place une stratégie complète de décarbonisation du secteur des transports d'ici l'an 2050.

Le présent article fait l'état des lieux tout en présentant les défis et les perspectives de la décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis. L'article examine les solutions et opportunités potentielles pour parvenir à un avenir décarbonisé dans le secteur des transports en général, et des ports en particulier. L'article s'appuie sur les travaux de recherche et des données provenant de diverses sources, telles que le ministère américain de l'énergie (DOE), le ministère américain

des transports (DOT), les administrations des États, de l'industrie portuaire et d'autres organismes spécialisés.

La première partie de l'article présente le contexte de l'étude qui porte sur l'industrie portuaire et la problématique de la décarbonisation aux États-Unis. La deuxième partie présente la méthodologie de l'étude. La troisième partie présente les résultats qui mettent en relief le rôle de l'administration américaine (fédérale, régionale et locale), la place de la décarbonisation dans les plans stratégiques et directeurs des ports, les technologies et pratiques de décarbonisation et quelques initiatives en projets en cours. L'article se termine par quelques recommandations visant à faire avancer la décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis.

Mots-clés : décarbonisation maritime, décarbonisation portuaire, ports américains, gestion portuaire, planification portuaire, États-Unis.

Abstract

Maritime and port decarbonization aim at reducing greenhouse gas emissions and limiting global temperature rise. The United States of America, a signatory to several global protocols and agreements on environmental protection, is committed to achieving ambitious targets for reducing maritime emissions. To this end, they have signed memorandums of understanding and mandated federal agencies to implement a comprehensive strategy to decarbonize the transportation sector by the year 2050.

This article discusses the state of decarbonization presenting the challenges and prospects for maritime and port decarbonization in the United States. The article examines potential solutions and opportunities for achieving a decarbonized future in the transport sector in general and ports in particular. The article draws on research and data from a variety of sources including the U.S. Department of Energy (DOE), the U.S. Department of Transportation (DOT), state governments, the port industry, and other specialized organizations.

The first part of the article presents the context of the study focusing on the port industry and the issue of decarbonization in the United States. The second part presents the study's methodology. The third part presents the results, highlighting the role of the US administration (federal, regional, and local), consideration of decarbonization in port strategic and master planning, decarbonization technologies and practices, and some initiatives currently underway. The article concludes with some recommendations for advancing maritime and port decarbonization in the United States.

Keywords: Maritime decarbonization, port decarbonization, port management, port planning, United States of America.

Introduction

La décarbonisation renvoie au processus de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans différents secteurs d'activité tels que les transports, la production, la distribution et la consommation d'énergie et l'industrie manufacturière. Le secteur portuaire américain est un élément essentiel du système de transport maritime avec environ 3 % des émissions mondiales. Face à la problématique de la décarbonisation, l'industrie portuaire est confrontée à de nombreux défis majeurs. Cependant, la décarbonisation des opérations et ses activités de manutention et de l'infrastructure portuaire peuvent apporter des dividendes aux ports. La présente contribution a pour but d'explorer l'état des lieux et les défis et les perspectives dans le domaine de la décarbonisation dans l'industrie portuaire américaine.

Elle utilise une approche qualitative pour répondre aux questions de recherche suivantes : Quels sont les facteurs motivants et les obstacles face à la problématique de la décarbonisation dans l'industrie portuaire américaine ? Quels sont les rôles et les initiatives des différents paliers (fédéral, état, local) de l'administration américaine ? Quelles sont les technologies et les pratiques existantes et émergentes sur la voie de la décarbonisation dans l'industrie portuaire américaine ? Quels sont les impacts et les dividendes potentiels sur les plans environnementaux, économiques et sociaux ?

Pour répondre à ces questions, cette étude utilise une approche établie sur une analyse documentaire de plusieurs sources primaires et secondaires. L'analyse documentaire donne un aperçu du concept et du contexte de la décarbonisation dans le secteur maritime, ainsi que des politiques et réglementations pertinentes aux niveaux international et national.

Il existe une littérature abondante sur la décarbonisation dans le domaine maritime. Cette littérature a été particulièrement florissante lors des cinq dernières années (Halim *et al.*, 2018 ; Psaraftis *et al.*, 2021 ; Dos Santos *et al.*, 2022 ; Aczermański *et al.*, 2020 ; Grzelakowski *et al.*, 2022 ; Wang *et al.*, 2023 ; Ezinna *et al.*, 2021 ; Mallouppas *et al.*, 2021 ; Camargo-Díaz *et al.*, 2022 ; Dong *et al.*, 2022 ; Psaraftis *et al.*, 2021 ; Lind *et al.*, 2023 ; Tikka *et al.*, 2023 ; Wang *et al.*, 2023 ; Englert *et al.*, 2021 ; Moshiul *et al.*, 2023 ; Ampah *et al.*, 2021). Ces différents travaux de recherche abordent différents aspects du sujet tels que les énergies alternatives, les nouvelles technologies, les méthodes de déploiement, les politiques nationales et internationales et les facteurs financiers. Dans un ouvrage collectif, Michael Lind (Lind *et al.*, 2023) et ses coauteurs traitent des outils

pratiques, des études de cas et des facteurs qui permettent de mettre en œuvre la décarbonisation maritime. Cet ouvrage présente les méthodologies, les étapes à suivre pour réussir la décarbonisation et des études de cas. Dans un autre ouvrage collectif, Burak Zincir (Burak *et al.*, 2023) et ses coauteurs abordent la problématique de la décarbonisation des transports maritimes sous l'angle des carburants alternatifs du domaine maritime, des technologies innovatrices, du concept de port vert et des mesures d'exploitation. Cependant, cette littérature abondante ne traite pas spécifiquement de la décarbonisation portuaire aux États-Unis et elle n'en fait pas un état des lieux. Ce qui explique la pertinence et la nécessité de la présente étude.

L'article présente le contexte de l'étude qui porte sur l'industrie portuaire et la problématique de la décarbonisation aux États-Unis, la méthodologie de l'étude et les résultats qui mettent en relief le rôle de l'administration américaine (fédérale, régionale et locale), la place de la décarbonisation dans les plans stratégiques et directeurs des ports, les technologies et pratiques de décarbonisation et quelques initiatives en projets en cours. Il s'achève sur quelques recommandations pour faire avancer la décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis.

1. Les ports américains et la problématique de la décarbonation

1.1. L'industrie portuaire aux États-Unis

Selon le « Bureau of Transportation Statistics », les États-Unis comptent 926 ports, dont 167 ports côtiers et 759 ports intérieurs. L'industrie portuaire représente donc un maillon essentiel de l'économie et du système de transport du pays. Les ports traitent différents types de marchandises, telles que les conteneurs, le vrac, les marchandises diverses et les véhicules. Le tonnage total des marchandises traitées par les ports américains était d'environ 2,4 milliards de tonnes métriques en 2022, avec 1,3 milliard de tonnes métriques d'importations et 1,1 milliard de tonnes métriques d'exportations.

Le domaine des conteneurs représente l'un des secteurs les plus importants et les plus compétitifs de l'industrie portuaire. Étant donné la facilité de transfert entre les navires, les camions et les trains, les conteneurs sont utilisés pour transporter une grande variété de

marchandises, telles que les produits de consommation, l'électronique, les machines et les produits agricoles. En 2022, le nombre total d'équivalents vingt pieds (EVP) traités par les ports américains était d'environ 52 millions, dont 28 millions d'importations et 24 millions d'exportations. Par ailleurs, une étude réalisée en 2019 par le cabinet Martin Associates a estimé que les ports côtiers américains soutenaient 31,8 millions d'emplois, généreraient 378,1 milliards de dollars en taxes fédérales, étatiques et locales, et contribuaient à hauteur de 5 000 milliards de dollars à l'économie américaine en 2018. Vu son importance et sa dimension, l'industrie portuaire représente un élément à prendre en compte dans le cadre de la décarbonisation.

1.2. La problématique de la décarbonisation

L'industrie portuaire américaine représente l'un des principaux émetteurs d'émissions de gaz à effet de serre (GES) étant donné qu'elle intègre divers modes de transport tels que les navires, les camions, les trains et les équipements de manutention des marchandises qui consomment tous de grandes quantités d'énergie. Selon le ministère américain de l'énergie (DOE), le secteur des transports représente un tiers de l'ensemble des émissions nationales de GES et l'industrie maritime occupe la sixième place sur la liste des plus grands émetteurs de GES au monde. Ces émissions ont un impact négatif sur la santé et le bien-être de millions d'Américains, en particulier sur ceux qui vivent à proximité des ports maritimes. Il est donc important et urgent de décarboniser l'industrie portuaire pour faire face à la crise climatique et atteindre les objectifs de réduction significative des émissions de GES de 50 % d'ici à 2030. La décarbonisation de l'industrie portuaire américaine passe par le remplacement des équipements qui fonctionnent avec des combustibles fossiles par des batteries électriques et des carburants à faible teneur en carbone, l'amélioration de l'efficacité, de l'optimisation énergétique et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables. Ces mesures peuvent s'accompagner de dividendes significatifs tels que la création d'emplois bien rémunérés, le renforcement de l'indépendance énergétique et l'amélioration de la qualité de l'air et de la santé publique. La décarbonisation de l'industrie portuaire est une tâche complexe et difficile qui nécessite une collaboration entre les agences fédérales, les gouvernements locaux et des États, le secteur privé et tous les acteurs/partenaires. La décarbonisation demeure une étape nécessaire et urgente pour transformer le secteur des transports et parvenir à un avenir propre et durable pour les générations actuelles et futures.

2. Méthodologie

2.1. Approche méthodologique

La préparation du présent article a nécessité une recherche documentaire ayant conduit à consulter de nombreux documents de différents types, dont des articles de recherche universitaires, des articles de revues spécialisées, des documents des administrations fédérales, régionales et locales, de nombreux sites internet des ports et d'autres sources internet portant sur la décarbonisation maritime et portuaire.

2.2. Les données de la recherche

Les différents documents consultés dans le cadre de l'étude sont cités ci-dessous. Au niveau fédéral, il convient de mentionner les documents disponibles sur le site Internet de l'« Office of Ports & Waterways, Maritime Administration, U.S. Department of Transportation », les documents disponibles sur le site web de « Maritime Decarbonization, U.S. Department of Energy » ainsi que la loi « Merchant Marine Act of 1920 », une loi fédérale qui régit le commerce maritime aux États-Unis et qui exige que l'expédition des marchandises entre les ports américains se fasse sur des navires construits, détenus et exploités par des citoyens américains ou des résidents permanents. Au niveau des États, il faut énumérer l'ensemble des documents portant sur la protection de l'environnement, les questions énergétiques et la décarbonisation maritime et portuaire. Les documents de l'État de Californie et de New York ont été particulièrement sollicités. À cela s'ajoutent les documents et les informations disponible sur les sites internet de ports tels que les documents d'informations générales, les plans stratégiques et les plans directeurs, les documents portant précisément sur la transition énergétique et la décarbonisation maritime et portuaire.

3. Résultats

3.1. Le rôle du gouvernement fédéral

On ne saurait traiter le sujet du rôle du gouvernement dans le cadre de la décarbonisation maritime aux États-Unis sans se référer

au « Jones Act ». Bien que vieille de plus d'un siècle, cette loi demeure une référence en ce sens qu'elle représente la législation qui a permis au gouvernement fédéral américain de prendre le contrôle des affaires maritimes. Cette loi demeure un cadre de référence dans ce contexte de création de l'arsenal juridique en faveur de la décarbonisation maritime et portuaire. La lutte en faveur de la décarbonisation bénéficie d'un engagement, d'un soutien et d'un cadre législatif et réglementaire favorable aux différents paliers de l'administration américaine, étant donné la complexité du défi et la nécessité d'actions coordonnées et cohérentes de la part des différentes parties prenantes, telles que les autorités portuaires, les opérateurs de terminaux et toutes les entreprises et organisations du secteur maritime.

En juin 2023, les sénateurs américains Alex Padilla (Californie) et Sheldon Whitehouse (Rhode Island) ont présenté deux projets de loi visant à réduire les émissions du transport maritime. Dans un premier temps, il s'agit du « Clean Shipping Act » de 2023 qui vise à éliminer les émissions de gaz à effet de serre de toutes les entreprises de transport maritime qui commercent avec les États-Unis d'ici 2040. Cette loi donne à l'Agence fédérale de protection de l'environnement (EPA) la responsabilité de l'application et de la mise en place de restrictions progressives des carburants utilisés par les navires et d'exiger des opérations sans émission de carbone dans les ports américains d'ici l'an 2030. Le deuxième projet de loi, l'« International Maritime Pollution Accountability Act », vise à réduire les émissions en imposant une redevance de pollution aux grands navires qui déchargent leur cargaison dans les ports américains, laquelle redevance doit servir à financer les efforts de décarbonisation de l'économie maritime américaine.

Ces projets de loi font écho à l'Accord de Paris (COP21) et à la stratégie de réduction des gaz à effet de serre de l'Organisation maritime mondiale (2023). En cela, ils s'inscrivent dans le cadre d'un effort visant à orienter le secteur mondial du transport maritime vers des technologies de transport durable développées aux États-Unis, au détriment des carburants à fortes émissions, et à protéger la santé des communautés portuaires et à lutter contre les effets de la crise climatique sur la justice environnementale. Ces projets de lois visent également à permettre aux États-Unis de s'acquitter de leurs engagements dans le cadre de l'Accord de Paris, à réduire la pollution de l'air, à améliorer la santé publique dans les communautés portuaires, à créer des emplois et des opportunités économiques dans le secteur maritime américain en soutenant l'innovation et le déploiement de technologies de transport maritime propres. Il est également

question de renforcer la compétitivité et le leadership des États-Unis sur le marché maritime mondial en servant d'exemple.

Le gouvernement fédéral des États-Unis, à travers son ministère de l'énergie (DOE) et son ministère des transports (DOT), a également élaboré le « National Blueprint for Transportation Decarbonization » un plan directeur, une feuille de route de politique énergétique et de protection de l'environnement qui présente un ensemble de stratégies visant à éliminer les émissions polluantes dans le secteur du transport à l'horizon 2050.

L'analyse des données recueillies révèle également que le rôle du gouvernement fédéral américain est de soutenir le développement et le déploiement de technologies et d'infrastructures énergétiques propres pour l'industrie du transport maritime qui est responsable. Ce gouvernement fédéral coordonne les efforts des différentes agences et partenaires vers les objectifs à atteindre aux plans national et mondial en ce qui concerne la réduction des émissions du secteur des transports. Dans cette veine, le gouvernement fédéral a entrepris ou soutenu une série d'initiatives. Dans un premier temps, le ministère américain de l'énergie (DOE) a lancé un programme de décarbonisation maritime axé sur la recherche, le développement et la démonstration de carburants liquides et gazeux à faible teneur en carbone, le développement des groupes motopropulseurs hybrides ou entièrement électriques, l'efficacité et l'optimisation énergétiques, le traitement des gaz d'échappement et le captage du carbone pour l'industrie maritime.

Le ministère des transports (DOT) a annoncé un programme de développement des infrastructures portuaires, financé à hauteur de 230 millions de dollars pour améliorer les installations portuaires et soutenir des projets qui s'inscrivent dans le cadre de l'amélioration de l'efficacité énergétique, de la réduction des émissions et du renforcement de la résilience. L'Agence EPA a mis en place des réglementations visant à réduire les émissions des navires opérant dans les eaux américaines, telles que la zone nord-américaine de contrôle des émissions et les normes de la loi sur la qualité de l'air (Clean Air Act) pour les moteurs diesel marins. Dans le même élan, le ministère du logement et du développement urbain (HUD) a octroyé 30 millions de dollars en subventions dans le cadre de la mise en œuvre du programme « Choice Neighborhoods Implementation Grants » en vue de revitaliser les quartiers riverains des ports et d'améliorer l'accès à des moyens de transport propres.

3.2. Le rôle des États et des administrations locales

Les États de la fédération américaine et les administrations locales sont en première ligne dans le cadre de la décarbonisation maritime et portuaire. La Californie, un État toujours à l'avant-garde de la lutte pour la protection de l'environnement, joue un rôle essentiel dans la décarbonisation de l'industrie portuaire en Californie. Cet État a fixé des objectifs, pris des mesures et mis en œuvre des politiques ambitieuses pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et promouvoir les énergies propres. C'est à juste titre que la Californie a été sélectionnée comme centre national de l'hydrogène et reçoit 1,2 milliard de dollars du ministère américain de l'énergie (DOE) pour accélérer le développement et le déploiement de l'hydrogène propre et renouvelable pouvant servir de carburant dans les véhicules de transports publics, les poids lourds, les équipements des opérations portuaires. Cet État a également élaboré une stratégie de développement du marché de l'hydrogène à l'échelle de l'État californien pour servir d'énergie propre et renouvelable.

Par ailleurs, la Californie a publié un rapport sur la décarbonisation des transports californiens d'ici 2045 qui présente des options politiques visant à réduire de manière significative la demande en combustibles fossiles et les émissions liées aux transports, y compris des stratégies pour le secteur maritime. Elle a mis en place un plan d'actions pour un fret durable qui vise à améliorer l'efficacité du transport, à passer à des technologies sans émissions et à accroître la compétitivité du système de transport californien. Elle a également élaboré et adopté la « Clean Truck Rule » qui impose aux constructeurs de camions de passer des camions et camionnettes diesel aux camions électriques à zéro émission à partir de 2024. À l'image de l'État californien, les autres États de la fédération américaine et les administrations régionales locales sur toute l'étendue du territoire américain sont engagés dans la lutte pour la décarbonisation et la protection de l'environnement.

3.3. Décarbonisation et planification au niveau des ports

La prise en compte de la décarbonisation dans les plans stratégiques et les plans directeurs est un indicateur de l'engagement du port sur ce front. C'est la raison pour laquelle la présente étude a décidé d'analyser une vingtaine de ces documents de planification. Il ressort de cette analyse que la décarbonisation tient une place de choix dans la planification portuaire. L'étude a accordé une attention

particulière aux plans stratégiques ou directeurs de ports suivants : port de Los Angeles (plan stratégique 2018-2022), port de Baltimore/Maryland (plan stratégique 2019), port de New York/New Jersey (plan directeur 2050), port de Long Beach, California (plan directeur) et port de Houston, Texas (2040 Plan).

Il ressort également que la décarbonisation est un thème clé des plans stratégiques et des plans directeurs des ports américains. La raison en est qu'elle peut aider les ports à atteindre des objectifs environnementaux, économiques et sociaux. Les ports sont également confrontés à des défis importants tels que le vieillissement des infrastructures, l'augmentation de la congestion, la croissance de la demande et l'augmentation des émissions. Pour relever ces défis, les ports doivent adopter une approche systématique, complète axée sur le long terme qui tienne compte des besoins actuels et futurs du secteur portuaire, des communautés riveraines et de l'environnement.

L'un des principaux objectifs des plans stratégiques et des plans directeurs est de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant des opérations et des activités portuaires qui contribuent, de façon certaine, au changement climatique et à la pollution de l'air. Les ports sont exposés aux effets du changement climatique tels que l'élévation du niveau de la mer, les tempêtes et ouragans, les inondations et aux phénomènes climatiques. Il est à l'avantage des ports de se décarboniser afin d'atténuer le rythme et les effets du changement climatique et d'améliorer la qualité de l'air et la santé publique.

Un autre objectif des plans stratégiques/directeurs est d'améliorer la compétitivité économique et l'efficacité des ports, ce qui représente un avantage certain pour l'industrie portuaire elle-même et pour l'économie nationale. La décarbonisation de l'industrie portuaire crée de nouvelles opportunités d'innovation, d'investissement, de création d'emplois et d'indépendance énergétique. Le remplacement des équipements qui fonctionnent avec des combustibles fossiles par des batteries électriques et des carburants à faible teneur en carbone peut réduire les factures d'énergie et d'entretien. L'amélioration de l'efficacité et de l'optimisation énergétiques peut accroître la productivité et la fiabilité. L'utilisation de sources d'énergie renouvelables peut diversifier l'approvisionnement énergétique et réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole étranger. Les acteurs de la planification portuaire comprennent que ces mesures permettent aux ports de se conformer aux réglementations et normes environnementales existantes et futures.

Par ailleurs, ceux-ci comprennent que la décarbonisation renforce l'équité sociale et la justice environnementale en s'attaquant aux effets disproportionnés des émissions portuaires sur les communautés les plus exposées. Elle peut améliorer les relations avec ces communautés en renforçant la transparence, la responsabilité sociale et la coopération régionale en intégrant les différents objectifs dans le domaine des transports et de la protection de l'environnement.

En résumé, la décarbonisation est un élément essentiel de la planification des ports américains, vu qu'elle comporte des dividendes certains pour l'environnement, l'économie et la société. Les plans stratégiques/directeurs représentent un cadre dans lequel se développent les plans de décarbonisation en fonction des besoins et contextes spécifiques.

3.4. Technologies émergentes et pratiques de décarbonisation

Dans le cadre de la décarbonisation, les ports américains peuvent compter sur les nombreuses technologies et pratiques émergentes qui pourraient contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et la pollution locale dues aux activités portuaires. Il s'agit des carburants liquides et gazeux à faible teneur en carbone tels que les biocarburants, l'hydrogène, l'ammoniac et le gaz naturel liquéfié (GNL) pour remplacer le diesel conventionnel et les combustibles de soute pour les navires et les équipements portuaires. Il faut également noter des groupes motopropulseurs hybrides ou entièrement électriques les véhicules et équipements électriques à batterie ou à pile à combustible pour éliminer les émissions à l'échappement et réduire la pollution sonore.

La production d'énergie renouvelable, la connexion au réseau électrique terrestre, la gestion de réseaux intelligents et les améliorations opérationnelles font partie des nouvelles technologies et pratiques visant à réduire la consommation d'énergie et les émissions des installations portuaires. Il ne faut pas non plus oublier le traitement des gaz d'échappement et la capture et le stockage du carbone, les épurateurs, qui peuvent réduire les émissions d'oxydes de soufre (SO_x), d'oxydes d'azote (NO_x), de particules et de dioxyde de carbone (CO₂) provenant des navires et des équipements portuaires.

Malgré l'optimisme, il convient de souligner que ces technologies et pratiques en sont à différents stades de développement et de déploiement et se heurtent souvent à divers obstacles techniques, économiques et réglementaires. Évaluer la faisabilité, les coûts, les

avantages et les incidences de chaque option dans des contextes et scénarios portuaires précis est nécessaire. La collaboration et l'innovation entre les acteurs de l'industrie portuaire seront également nécessaires pour accélérer la transition vers un avenir décarbonisé.

3.5. Quelques initiatives et projets

De nombreuses initiatives et de nombreux projets de décarbonisation sont en cours dans la plupart des ports américains. Le port de Los Angeles en Californie a signé des accords avec les ports de Yokohama, de Tokyo et de Nagoya pour former des alliances maritimes vertes et réduire les émissions des activités portuaires. Le port de Long Beach (Californie) a lancé un projet de démonstration d'équipements terminaux à zéro émission qui consiste à tester 25 véhicules et équipements de manutention à zéro émission dans deux terminaux. Le port de Hueneme (Californie) a installé un système de micro-réseau qui utilise des panneaux solaires, des batteries de stockage et des générateurs diesel pour fournir une énergie propre et fiable au port et réduire sa dépendance à l'égard du réseau électrique. Le port d'Oakland (Californie) a mis en place un programme de gestion des camions utilisant un système de réservation en ligne, un portail d'information pour les camionneurs et une application mobile afin de réduire la marche au ralenti des camions, les embouteillages et les émissions au sein du port. Le port de San Diego (Californie) a adopté un plan d'action climatique qui fixe des objectifs et des stratégies visant à réduire de 50 % les émissions de GES liées aux activités portuaires d'ici l'an 2035 et à atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050.

Dans l'État de Washington, le port de Seattle dispose d'une stratégie d'énergie propre pour la façade maritime de l'agglomération de Seattle afin d'éliminer les émissions sur la façade maritime de Seattle d'ici l'an 2050. Cette stratégie intègre une collaboration avec la « Northwest Seaport Alliance » et « Seattle City Light » afin de fournir une énergie propre et fiable à l'industrie maritime.

Sur la côte atlantique, le port de New York/New Jersey a lancé un programme incitatif pour les navires propres en offrant des récompenses financières aux navires qui utilisent des carburants ou des technologies propres à l'instar du gaz naturel liquéfié, de l'approvisionnement électrique sur le quai ou des épurateurs. Le port de Baltimore (Maryland) a installé un système de micro-réseau solaire

qui fournit de l'énergie renouvelable au port et à la communauté riveraine.

Le port de Savannah (Georgia) a déployé un projet de réseau intelligent qui utilise des compteurs, des capteurs et des logiciels avancés pour optimiser la consommation d'énergie et réduire les émissions liées aux opérations portuaires. Le port de Miami (Floride) s'est associé à « Florida Power & Light », la compagnie d'électricité de l'État de Floride, pour la construction d'une nouvelle installation d'approvisionnement sur le quai afin de permettre aux navires de croisière de se brancher sur le réseau électrique et d'éteindre leurs moteurs lorsqu'ils sont au quai. Le port de Boston (Massachusetts) a adopté une stratégie pour la qualité de l'air qui fixe des objectifs et des mesures pour réduire les émissions des activités portuaires de 25 % d'ici à l'an 2025 et de 50 % d'ici à l'an 2030 en misant sur l'électrification, l'efficacité énergétique et les carburants alternatifs.

Le gouvernement américain est fermement engagé dans la voie de la décarbonisation avec pour ambition la réduction des émissions maritimes et de parvenir à zéro émission dans tout le secteur d'ici à l'horizon 2050. Pour ce faire, le gouvernement a publié une stratégie complète de décarbonisation du secteur des transports, le « U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization » (plan directeur national pour la décarbonisation des transports). Ce plan directeur présente une approche systématique et intégrée de la transformation du domaine des transports. Ce plan directeur souligne également l'urgence de la justice environnementale et d'options équitables, abordables et accessibles pour le transport des personnes et des marchandises.

Dans les années à venir, le gouvernement américain compte pour suivre les efforts de la voie de la décarbonisation maritime par l'élaboration d'une stratégie de décarbonisation du secteur maritime américain en 2023 pour identifier les voies et les actions propres à chaque agence pour décarboniser le secteur maritime national, le lancement du « Green Shipping Challenge » lors de la COP27, une initiative mondiale visant à accélérer la transition vers un transport maritime sans émissions en mobilisant les acteurs des secteurs public et privé, l'établissement des corridors de transport maritime vert, des routes maritimes mettant en valeur les carburants et les technologies à émissions faibles ou nulles avec l'ambition de parvenir à des émissions nulles d'ici à 2050 et le soutien à l'électrification des opérations portuaires, telles que les camions de transport, les locomotives, les navires, les équipements de manutention des marchandises et les

engins portuaires, afin de réduire la pollution et d'améliorer la qualité de l'air dans les communautés adjacentes aux ports.

Conclusion

L'engagement et le soutien des différents paliers du gouvernement américain sur la voie de la décarbonisation maritime sont solides. Il en est de même pour l'engagement de l'industrie portuaire elle-même. Mais la décarbonisation vient avec de nombreux défis sur le terrain. Entre autres, les infrastructures physiques et les activités portuaires font face à l'élévation du niveau de la mer et aux phénomènes climatiques extrêmes provoqués par le réchauffement climatique. Dans beaucoup de cas, le manque de données, d'incitatifs économiques et de combinaisons énergétiques optimales constituent des obstacles importants à l'approvisionnement en énergie propre à terre et à la décarbonisation des opérations portuaires. La construction de nouvelles infrastructures ou l'adaptation d'infrastructures existantes dans l'esprit de la décarbonisation représentent d'énormes fardeaux financiers pour les ports. L'administration américaine devra aller bien au-delà de la création du cadre législatif et réglementaire afin de donner aux ports les moyens de la mise en place des politiques de décarbonisation.

Dans le cadre de la décarbonisation maritime et portuaire aux États-Unis d'Amérique, il appartient à l'administration de réunir les conditions pour faire avancer ce dossier. Il incombe également à tous les partenaires de l'industrie maritime et portuaire de jouer leur partition. De toute évidence, l'administration américaine est en train de créer le cadre législatif et réglementaire pour la mise en œuvre de la décarbonisation maritime. Les actes posés dans ce sens s'inscrivent dans la logique des efforts en faveur de la protection de l'environnement et aussi dans la logique du contrôle de l'État fédéral sur les affaires maritimes tel qu'initié depuis le « John Act » de 1920. Il reste du chemin à parcourir sur la voie de la décarbonisation maritime. L'administration américaine, dans son ensemble, doit prendre plus de mesures incitatives pour permettre aux ports et à tous les partenaires de cette industrie d'avancer dans le sens du développement et du déploiement de technologies et de solutions à faible émission de carbone dans le secteur maritime.

La dimension financière reste un élément essentiel. En effet, la décarbonisation, qui passe par la mise en œuvre de nouvelles

technologies, la construction de nouvelles infrastructures et la réadaptation des infrastructures existantes, demande d'énormes investissements financiers. Ils peuvent et doivent certes jouer un rôle important dans le financement de ces projets de décarbonisation. Cependant, l'industrie portuaire étant une industrie de dimension d'intérêt national, la contribution financière de l'administration américaine dans son ensemble est nécessaire, surtout pour les petits ports aux moyens limités. En plus des mesures incitatives et des allègements fiscaux visant à encourager les ports, un soutien financier beaucoup plus robuste serait encore utile. L'administration doit se donner les moyens d'augmenter les subventions financières permettant aux ports de mettre en œuvre de façon concrète la décarbonisation sur le terrain. L'administration, les ports et tous les acteurs du domaine peuvent travailler de façon concertée afin de trouver des mécanismes de financement qui mobilisent non seulement les fonds publics et les fonds des ports, mais aussi des contributions de plusieurs acteurs privés. Les efforts de décarbonisation doivent continuer bien au-delà de la mise en place du cadre législatif. La contribution financière de tous les partenaires et acteurs de l'industrie portuaire doit être renforcée.

Références bibliographiques

- Ampah, J. Dankwa, Y., Abdulfatah A., Yusuf, S. Afrane, Chao J., Haifeng L., 2021. "Reviewing two decades of cleaner alternative marine fuels: Towards IMO's decarbonization of the maritime transport sector". *Journal of Cleaner Production*, 320 (2021): 128871.
- Camargo-Díaz, C. P., Paipa-Sanabria, J. A. Zapata-Cortes, Y. Aguirre-Restrepo and E. E. Quiñones-Bolaños, 2022. "A Review of Economic Incentives to Promote Decarbonization Alternatives in Maritime and Inland Waterway Transport Modes", *Sustainability* 14(21): 14405.
- Concawe, 2021. A review of the options for decarbonising maritime transport by 2050. *Concawe Review* , 29(2): 47-59.
- Cullinane, K., and Jialin Y., 2022. "Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature", *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(7): 946.
- Czermański, E., Pawłowska, B., Oniszczuk-Jastrzębek, A., Cirella, G. T., 2020. "Decarbonization of Maritime Transport: Analysis of External Costs". *Frontiers in Energy Research*, vol. 8, 2020.
- Dong, J., Zeng, J., Yang, Y., Wang, H., 2022. "A review of law and policy on decarbonization of shipping". *Frontiers in Marine Science*, 9 (2022): 1076352.
- Dos Santos, V. A., Pereira da Silva P. and Ventura Serrano L.M. 2022. "The Maritime Sector and Its Problematic Decarbonization: A Systematic Review of the Contribution of Alternative Fuels", *Energies* 15(10): 3571.

- Englert, D. and Losos A. 2021. *Charting a Course for Decarbonizing Maritime Transport*. The World Bank Group.
- Ezinna P. C., Nwanmuoh E., and Ozumba U. I., 2021. “Decarbonization and sustainable development goal 13: A reflection of the maritime sector”. *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, 5(2): 98-105.
- Grzelakowski, A. S., Herdzik J., and Skiba S., 2022. “Maritime Shipping Decarbonization: Roadmap to Meet Zero-Emission Target in Shipping as a Link in the Global Supply Chains”. *Energies* 15(17): 6150.
- Halim, R. A., Kirstein, L., Merk, O. and Martinez, L. M. 2018. “Decarbonization Pathways for International Maritime Transport: A Model-Based Policy Impact Assessment”. *Sustainability* 10(7): 2243.
- IMO (2023). IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions From Ships. Site Internet : <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/PressBriefings/Documents/Clean%20version%20of%20Annex%201.pdf>
- IRENA (2021). A Pathway to Decarbonise the Shipping Sector by 2050. Site Internet : <https://www.irena.org/publications/2021/Oct/A-Pathway-to-Decarbonise-the-Shipping-Sector-by-2050>
- Lind M., Lehmacher W. and Ward R. 2023. *Maritime Decarbonization : Practical Tools, Case Studies and Decarbonization Enablers*. Cham : Springer Nature Switzerland.
- Lind, M., Lehmacher W., Bentham J. B., Kuttan S., Tikka K. & Watson R.T. 2023. “Four steps to decarbonization”. *Maritime Decarbonization: Practical Tools, Case Studies and Decarbonization Enablers*, p. 57-69. Cham : Springer Nature Switzerland.
- Mallouppas, G., and Yfantis, E. Ar. , 2021. “Decarbonization in Shipping Industry: A Review of Research, Technology Development, and Innovation Proposals”. *Journal of Marine Science and Engineering* 9(4): 415.
- Martin and Associates, 2019. 2018 National Economic Impact of the U.S. Coastal Port System: Executive Summary. Site Internet : https://aapa.cms-plus.com/files/Martin%20study_executive%20summary%202018%20US%20coastal%20port%20impacts%20final%20%281%29%20%28002%29.pdf
- Moshiul, A. Md, Mohammad R., and Hira F. A. 2023. “Alternative Fuel Selection Framework toward Decarbonizing Maritime Deep-Sea Shipping”. *Sustainability* 15(6): 5571.
- OECD/ITF, 2018. Decarbonising Maritime Transport Pathways to zero-carbon shipping by 2035. Site Internet : <https://www.itf-oecd.org/decarbonising-maritime-transport>
- Pape, M. 2020. Decarbonising maritime transport: the EU perspective. Site Internet : [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659296/EPRS_BRI\(2020\)659296_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659296/EPRS_BRI(2020)659296_EN.pdf)
- Psaraftis, H. N., and Kontovas C. A. 2021. “Decarbonization of Maritime Transport: Is There Light at the End of the Tunnel?” *Sustainability* 13(1): 237.
- Psaraftis, H. N., Zis T., Lagouvardou S. 2021, A comparative evaluation of market-based measures for shipping decarbonization, *Maritime Transport Research*, volume 2: 100019.

- Tikka, K. and Esau, S. 2023. "Identifying the key decarbonization enablers". *Maritime Decarbonization: Practical Tools, Case Studies and Decarbonization Enablers*, pp. 89-99. Cham : Springer Nature Switzerland.
- U.S. Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics, 2024 Port Performance Freight Statistics Program: Annual Report to Congress (Washington, DC: 2024).
- Wang, Q., Zhang, H., Huang, J. and Zhang, P. 2023. "The use of alternative fuels for maritime decarbonization: Special marine environmental risks and solutions from an international law perspective". *Frontiers in Marine Science*, 9, 2022.
- Wang, S., Wang, X., Han, Y., Wang, X., Jiang, H., Duan, J., Hua, R. and Zhang, Z. 2023. "Decarbonizing in Maritime Transportation: Challenges and Opportunities". *Journal of Transportation Technologies*, 13(2): 301-325.
- Zincir, Burak, Shukla, Pravesh Chandra, Agarwal, Kumar, Avinash. 2023. Decarbonization of Maritime Transport, 1st ed. 2023. Edition Springer.

Sites Internet :

- Clean Air Act. Site Internet : <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text>
- Department of Transportation, California. Site Internet : <https://dot.ca.gov/>
- Department of Transportation, New York. Site Internet : <https://www.dot.ny.gov/index>
- FY 2023 Choice Neighborhoods Implementation Grants. Site Internet : https://www.hud.gov/program_offices/spm/gmomgmt/grantsinfo/fundingopps/fy2023_choice.
- H.R. 8336 – Clean Shipping Act of 2022. Site Internet : <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/8336?loclr=cga-bill>
- Maritime Administration, U.S. Department of Transportation. Site Internet : <https://www.maritime.dot.gov/>
- Northwest Seaport Alliance. Site Internet : <https://www.nwseaportalliance.com/>
- Port of Baltimore/Maryland. Site Internet : <https://mpa.maryland.gov/Pages/default.aspx>
- Port of Houston. Site Internet : <https://porthouston.com/>
- Port of Hueneme. Site Internet : <https://www.portofhueneme.org/>
- Port of Long Beach. Site Internet : <https://polb.com/>
- Port of Los Angeles. Site Internet : <https://www.portoflosangeles.org/>
- Port of New York/New Jersey. Site Internet : <https://www.panynj.gov/port/en/index.html>
- Port of Oakland. Site Internet : <https://www.portofoakland.com/>
- Port of San Diego. Site Internet : <https://www.portofsandiego.org/>
- Port of Savannah. Site Internet : <https://gaports.com/facilities/port-of-savannah/>
- S.1920 – International Maritime Pollution Accountability Act of 2023. Site Internet : <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/1920?s=1&r=45>

United States Code: Merchant Marine Act, 1920, 46 U.S.C. §§ 861-889 (1958)
<https://www.loc.gov/item/uscode1958-009046024/>

U.S. Department of Energy. Site Internet : <https://www.energy.gov/>
U.S. Department of Transportation. Site Internet : <https://www.transportation.gov/>
U.S. Environmental Protection Agency. Site Internet : <https://www.epa.gov/>
U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization. Site Internet
[https://www.energy.gov/eere/us-national-blueprint-transportation-decarbonization-joint-strategy-transform-transportation.](https://www.energy.gov/eere/us-national-blueprint-transportation-decarbonization-joint-strategy-transform-transportation)

Capsule professionnelle 8.

Les technologies digitales au service des transitions : illustrations portuaires africaines

Yann ALIX

Délégué Général – Fondation SEFACIL

&

Christophe JOUBERT

*International Ports Deputy CRO
PRODEVELOP*

Introduction

Dans la plupart des ports de l’Afrique Atlantique, les transformations digitales s’implantent et se développent selon trois principales dimensions :

- La première est d’ordre réglementaire et légal. Sous la pression des conventions et règles internationales, la dématérialisation des procédures et des échanges d’informations constitue des étapes obligées vers toujours plus de modernisation et de transparence dans la gestion des chaînes de valeur logistiques ;
- La deuxième est d’ordre économique et organisationnel. Sous la pression des opérateurs économiques tels que les armements, les manutentionnaires ou encore les intégrateurs logistiques, les autorités publiques et parapubliques sont incitées à « accélérer leurs transformations digitales » pour être toujours mieux

connectées et dématérialisées à des solutions privatives déjà mises en place et éprouvées ; et,

- La troisième est d'ordre financier et stratégique. Sous la pression des bailleurs de fonds, des agences multilatérales et autres banques de développement, les parties prenantes des chaînes de valeurs africaines sont invitées à toujours plus de transparence pour lutter contre la corruption et les tracasseries administratives. La dématérialisation des procédures administratives et douanières constitue une transformation numérique qui accompagne de surcroît une simplification dans la gestion et la transmission des informations liées aux mouvements de marchandises.

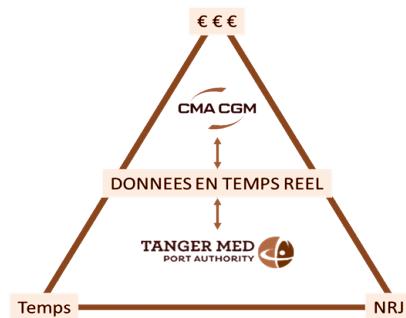
Une quatrième dimension lie de manière tacite digitalisation et environnement. La déclinaison de solutions technologiques de pointe ne se matérialise plus seulement dans des gains d'efficience et de productivité. La motivation de la transition numérique n'est plus arbitrée que sur l'autel de la rentabilité ou de l'intégralité ; elle s'argumente dorénavant sur les gains écologiques et environnementaux. Plusieurs illustrations vont mettre en perspective comment et combien l'accompagnement des solutions digitales les plus avancées permet de mesurer les gains environnementaux, de l'attente du navire à l'ancre à sa gestion à quai en passant par les réductions d'émissions. Des meilleures pratiques aux réalités opérationnelles, ces réalités sont discutées à l'aune des contraintes et des opportunités rencontrées dans différents écosystèmes portuaires de l'Afrique Atlantique.

1. Réduire l'impact environnemental des temps d'attente des navires à l'ancre

Nombre d'études de la CNUCED et de la Banque Mondiale démontrent que la perte de productivité et la cherté du passage de la marchandise dans la plupart des ports africains débutent dans les temps d'attente prolongés sur les rades. La saturation des terminaux explique en partie cette réalité nautique qui a comme conséquence d'accroître la pollution atmosphérique aux abords de ports qui sont bien souvent des agglomérations ou des métropoles. Les technologies digitales, à travers la gestion intelligente et prédictive des données, permettent de « moniturer » ces temps d'attente. Elles permettent surtout de mieux considérer les fenêtres d'arrivée des

navires, agissant en amont sur le calcul des vitesses de navigation en concertation avec les armements. Une expérience pilote a été initiée par l'autorité portuaire de Tanger Med via les services de la Capitainerie comme l'illustre la figure 1 ci-après.

Figure 1 : Triptyque des gains générés par une gestion coordonnée et dynamique des données maritimes et portuaires entre un armement de lignes régulières et une capitainerie portuaire

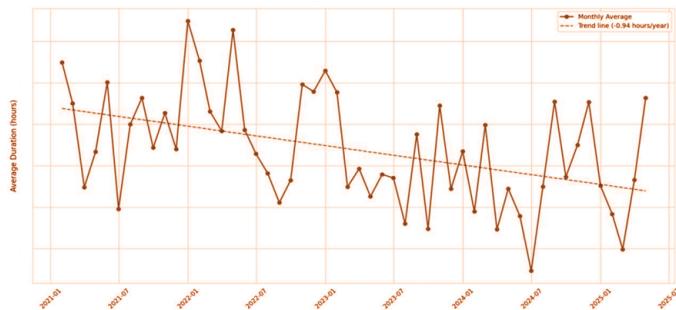


Source : Dr. Yann ALIX – Fondation SEFACIL – 2023

A l'aide d'un algorithme nourri par des jeux de données fournies autant par le navire que par la Capitainerie, l'ETA (*Estimated Time of Arrival*) est recalculé en temps réel et de manière dynamique. Côté armement, l'ajustement en temps réel de la vitesse commerciale peut être simulé pour arriver de manière optimisée en rade. Côté terre, la réduction du temps d'attente en rade se traduit en réduction des pollutions atmosphériques générées par les navires en attente. Surtout, l'optimisation de la gestion du navire, depuis la rade jusqu'à son placement à quai et son opération sur le terminal, permet de réduire considérablement les émissions de GES et de particules fines.

PRODEVELOP a mis au point la solution POSIDONIA avec des applicatifs orientés directement sur le calcul réel des gains issus d'une gestion numérique efficiente des mouvements de navires en attente. Le cas d'Algésiras, très documenté, permet de constater l'exact impact de la mise en place de la solution sur les GES émis par les navires en rade mais aussi dans la gestion des mouvements d'escale (Figures 2 à 5).

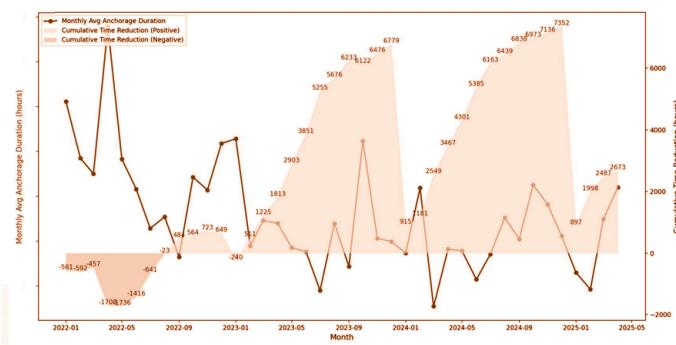
Figure 2 : Evolution mensuelle du temps d'attente à l'ancre des navires de type porte-conteneurs (Janvier 2021/Juillet 2025)



Source : PRODEVELOP, 2025

L'usage partagé des données a permis une réduction de 26 % du temps d'attente sur la période à l'étude. En d'autres termes, la figure 3 met en avant que les temps dits « perdus » avant la mise en place de la solution numérique se sont transformés en temps « gagnés ». Au total, ce sont 7300 heures qui ont été sauvées sur la période à l'étude (Figure 3).

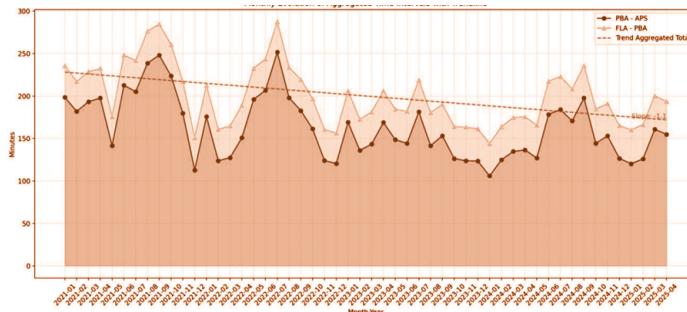
Figure 3 : Evolution cumulée des gains de temps d'une gestion digitale prédictive de l'attente en rade des porte-conteneurs (Janvier 2022/Mai 2025)



Source : PRODEVELOP, 2025

La même démarche de monitoring du temps a été entreprise pour la mise à quai des porte-conteneurs, avec la démonstration que l'usage optimisé des données permet de réduire de 32 % le nombre total de minutes requises (Figure 4).

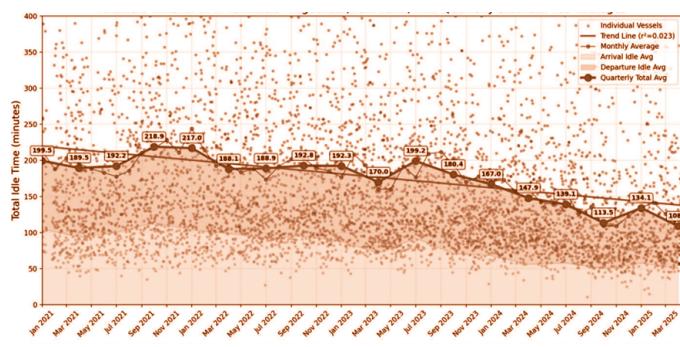
Figure 4 : Evolution de la gestion des temps de mise à quai des porte-conteneurs par agrégation mensuelle et courbe tendancielle (Janvier 2021/Avril 2025)



Source : PRODEVELOP, 2025

Et pour terminer avec les opérations du navire à quai, les gains de temps ont aussi été calculés sur le « *Cargo Operation Total Idle Time* » afin de qualifier et de quantifier l’inefficacité opérationnelle sur l’interface entre le navire et le terminal à conteneurs, en prenant en compte autant les mouvements de mise à quai que les mouvements de départ du quai, incluant l’embarquement et le débarquement des pilotes. C’est une division presque par deux (45 % exactement) qui est constatée dans le total du « *Idle time* ». (Figure 5).

Figure 5 : Evolution du temps total d’inefficacité opérationnelle tant dans le sens des arrivées que des départs des porte-conteneurs (Janvier 2021/Mars 2025)

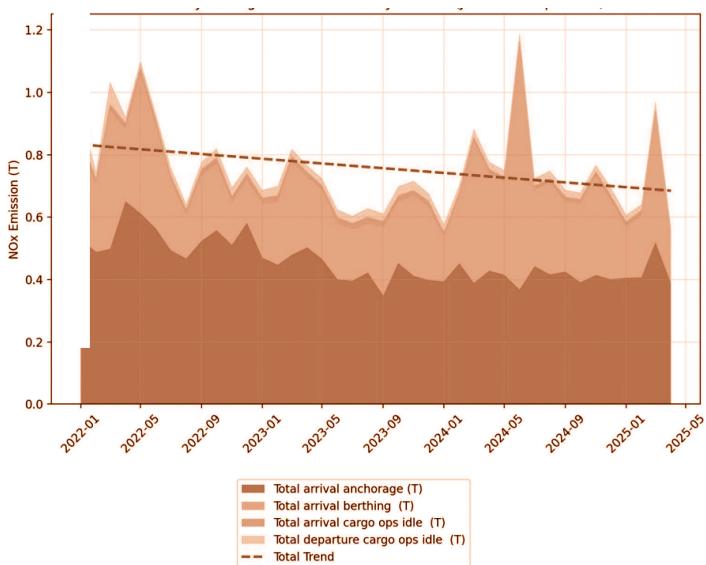


Source : PRODEVELOP, 2025

L’agrégation de toutes ces données se décline en premier lieu en performance opérationnelle et en optimisation fonctionnelle (navires,

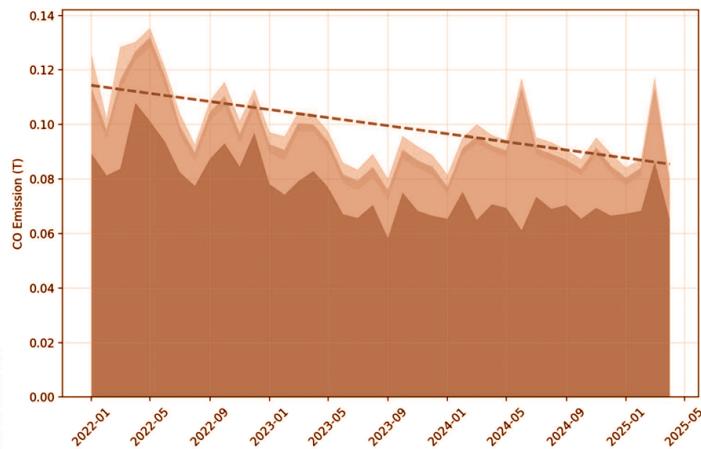
quais, matériels, personnels dockers, etc.). Ce qu'il est intéressant de soulever, c'est qu'une traduction écologique et environnementale a aussi été rendue possible en plaquant les données collectées aux connaissances en matière de pollution atmosphérique. Le résultat est inspirant puisque les analyses permettent de démontrer une réduction de 20 % des émissions de NOx (Figure 6) et de 26 % des émissions de GES (Figure 7).

Figure 6 : Répartition de la réduction totale des émissions de NOx selon les séquences analysées depuis l'arrivée du navire en rade à son départ annoncé (Janvier 2022/Mai 2025)



Source : PRODEVELOP, 2025

Figure 7 : Répartition de la réduction totale des émissions de GES selon les séquences analysées depuis l'arrivée du navire en rade à son départ annoncé (Janvier 2022/Mai 2025)



Source : PRODEVELOP, 2025

Au-delà de ces premières illustrations pratiques et opérationnelles, une des premières leçons à tirer de cette expérience paraît évidente : sans partage de données, la confiance entre les parties prenantes ne peut se traduire en observations/recommandations avisées. La transformation digitale au service des transitions énergétiques passe invariablement par des cadres communs où l'échange des données constitue le carburant de la réussite collaborative. Les anglosaxons parlent de PORT CDM (*Port Collaborative Decision Making*) pour que ces solutions de plateforme digitale intègrent un maximum de parties prenantes dans la gestion amont/aval du transfert des marchandises, du bateau vers la terre et inversement, juste à temps (*just-in-time*).

Les solutions numériques peuvent inclure d'autres marqueurs écologiques et environnementaux qui sont directement concernés par les activités des navires. A Cotonou (Figure 8), Douala (Figure 9) ou encore Banjul (Figure 10), des cartographies dynamiques des pollutions de l'eau permettent de comprendre de manière scientifique l'impact des activités nautiques des navires accostant aux différents terminaux des ports. Ces mesures permettent de qualifier et de quantifier les phénomènes. C'est une étape essentielle dans la gestion environnementale des nuisances et autres externalités négatives générées par les activités des navires : comprendre ce que l'on mesure en identifiant avec précision et méthodes les polluants recherchés, sur quelles zones, selon quelle périodicité, etc.

Figure 8 : Cartographie de différents paramètres physico-chimiques de l'eau aux abords des installations portuaires de Cotonou au Bénin



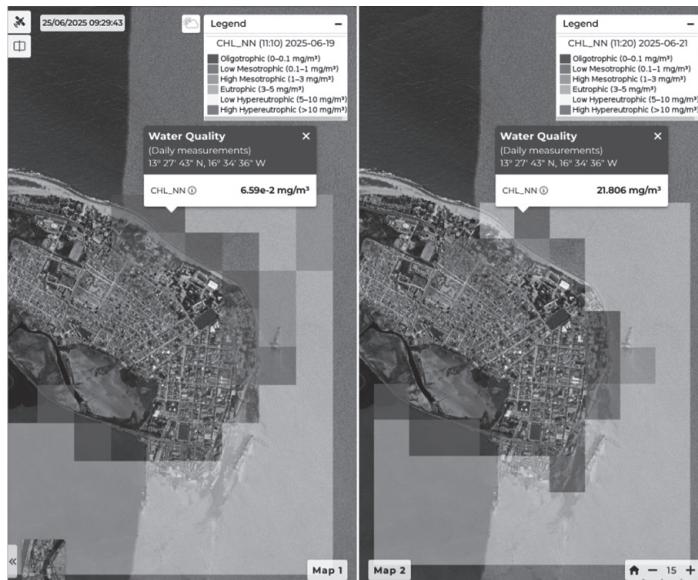
Source : PRODEVELOP, 2025

Figure 9 : Cartographie de différents paramètres physico-chimiques de l'eau dans l'estuaire du fleuve Wouri au Port Autonome de Douala – Cameroun



Source : PRODEVELOP, 2025

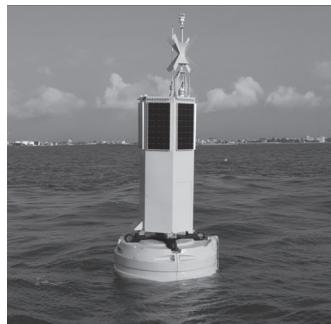
Figure 10 : Cartographie de différents paramètres physico-chimiques de l'eau face à l'agglomération et aux installations portuaires de Banjul – Gambie



Source : PRODEVELOP, 2025

Il s'avère pertinent de rappeler que ces déploiements actuels en place dans trois ports de l'Afrique Atlantique se réalisent sans investissements lourds dans des équipements spécialisés. Ils résultent des apprentissages issus d'un projet de recherche européen (I2PANEMA) déployé initialement au Port d'Hambourg en Allemagne. Cela a permis de mettre au point une solution digitale souple (POSIDONIA GREEN) puisqu'elle repose sur l'usage et le traitement d'images satellitaires. Le progrès en matière d'internet des objets permet d'affiner l'approche scientifique par la connectivité d'autres sources d'informations comme les signaux issus des stations d'analyse des particules dans l'air et dans l'eau ou encore les flux de données générées par des bouées intelligentes et connectées. Ces matériaux dépassent leurs fonctions initiales de balisage, de sécurité ou encore de protection de la navigation. Ils deviennent des objets flottants connectés qui se « chargent et se déchargent » en informations selon les capteurs qui y sont installés (Figure 11).

Figure 11 : Bouée de mesures océanographiques et météorologiques de dernière génération au Port Autonome de Cotonou

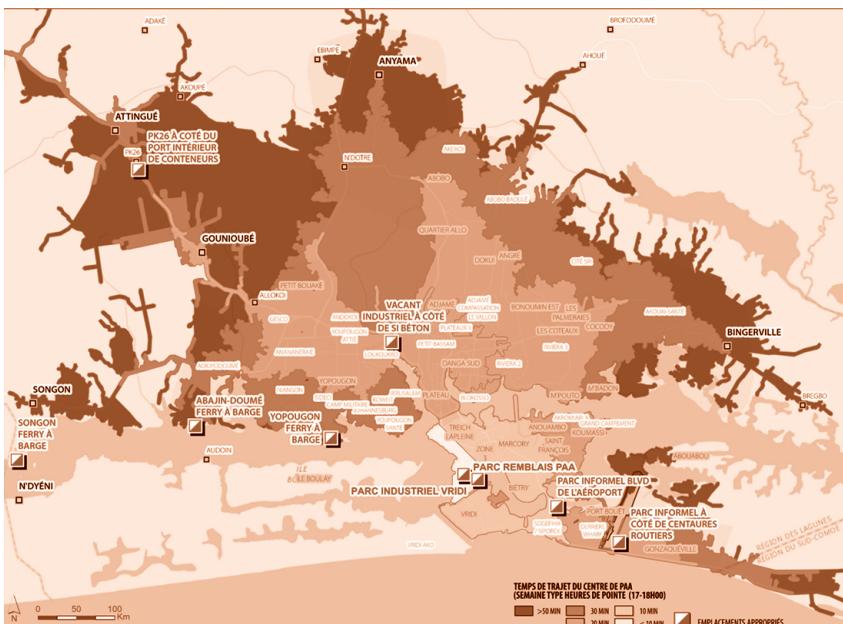


Source : MOBILIS, 2025

Sur le plan de la méthode, il est possible d’ajouter des « couches supplémentaires » d’informations pour disposer d’un travail plus fin sur les impacts et les mesures correctives à apporter. A titre d’exemple, la collecte des données issues des mouvements de camions (circulation des poids lourds au sein de l’enceinte portuaire, gestion des temps d’attente aux abords des terminaux, etc.) affine les diagnostics et surtout permet de proposer des mesures correctives, voire de pousser des innovations managériales pour réduire les nuisances écologiques et environnementales. A titre purement illustratif, un important travail de recherche opérationnel a été réalisé pour le compte des intérêts portuaires et publics du District d’Abidjan au début des années 2020. La détermination de différents scénarios de localisation d’aires de stationnement de délestage routier a été cartographiée aux périphéries de la densité métropolitaine abidjanaise (Figure 12). Le monitoring et la simulation des solutions proposées ont été appréhendés autant dans une perspective d’optimisation économique et logistique que dans une cohérence environnementale et sociétale. L’outillage digital devient un outil d’aide à la prédiction pour anticiper les externalités négatives. Il permet de proposer des solutions à multiples variables et orientations dans un objectif d’accompagnement à la réduction des impacts écologiques et environnementaux.

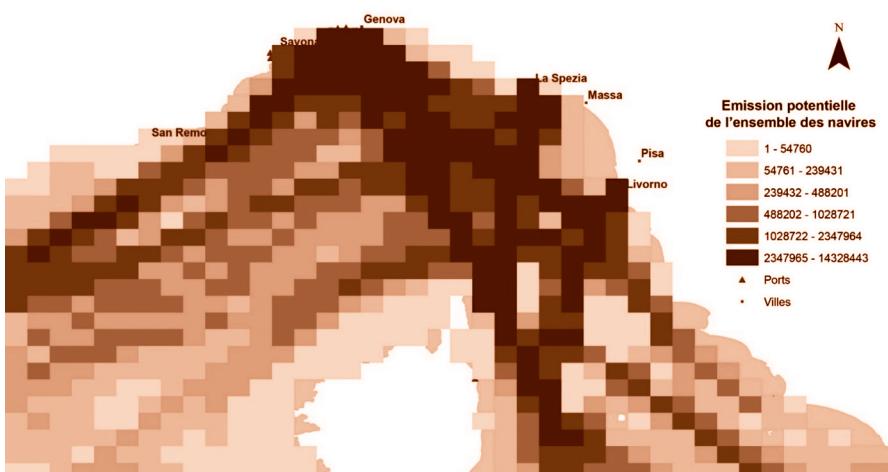
Autre illustration, le croisement de sources et de données pour produire de nouvelles informations qui peuvent aider à la prise de décision ou dans le choix des investissements pour une autorité portuaire, un opérateur de terminal, etc. La figure 13 met en perspective une cartographie des pollutions atmosphériques des navires de commerce sur un territoire donné.

Figure 12 : Scénarisation de la localisation des aires de délestage routier et simulation des temps de trajets depuis et jusqu'aux terminaux à conteneurs du Port Autonome d'Abidjan



Source : CPCS 2021

Figure 13 : Cartographie des estimations d'émissions des navires dans le Golfe de Gênes (Nox, SOx et CO₂)



Source : Kerbiriou, Alix & Serry, 2023

Le calcul des émissions est possible par le croisement des données techniques des navires (bases de données IHS & Lloyd's) avec toutes les caractéristiques des moteurs et de leur consommation énergétique. Ensuite, ces données deviennent « dynamiques » selon le statut de navigation dudit navire. En clair, il peut être produit une analyse de sa pollution atmosphérique selon qu'il soit en escale, ou en mouvement ou encore à l'ancre grâce aux données poussées par l'*Automatic Identification System* (AIS) embarqué et obligatoire dans tous les navires de commerce. La base de données de l'International Maritime Organisation (IMO) renseigne sur les différentes typologies d'émissions polluantes, ce qui conclut l'approche pour calculer les niveaux moyens d'émissions et les agréger sur une zone géographique prédéterminée.

Dans cette perspective, le développement de la solution digitale POSIDONIA SMART met à disposition des autorités un outil de calcul des émissions atmosphériques des navires. Cet outillage technologique devient indispensable pour estimer l'empreinte carbone au sein d'une enceinte portuaire. Elle apporte surtout une démonstration scientifique des contrôles et des mesures correctives à mettre en place pour améliorer la gestion environnementale de l'interface port-ville. Pour bon nombre de grands ports urbains comme Abidjan, Dakar, Conakry ou encore Lomé ou Pointe-Noire, il en va de la démonstration écologique et environnementale d'un « *droit à opérer et à croître* » pour reprendre la formule anglosaxonne « *Licence to operate, Licence to growth* ». Tous ces établissements présentent des projets d'extension/modernisation de leurs installations. Il va sans dire que parmi les conditionnalités à la croissance figurent les démonstrations d'un impact maîtrisé sur l'environnement. Les outils digitaux concourent à ces démonstrations et consolident des argumentaires en vue de préparer l'avenir. Ils sont indispensables pour justifier le développement des activités portuaires, tant auprès des acteurs économiques que des décideurs publics. Ils doivent être disponibles et accessibles, pour toutes et tous car l'expression de la société civile sur les terres portuaires africaines deviendra toujours revendicative en matière d'écologie et d'environnement.

Conclusion

La digitalisation dans le monde portuaire demeure trop souvent perçue comme un outil de dématérialisation des procédures et un vecteur de fluidité/sécurité dans la transmission des données entre

toutes les parties prenantes impliquées dans la gestion du passage des marchandises. La première révolution digitale dans les ports de l’Afrique Atlantique a été portée par les opérateurs de manutention qui ont installé des TOS (*Terminal Operating System*) pour optimiser la gestion des escales et des mouvements de conteneurs sur les espaces concédés. Aujourd’hui, du Système d’Information Portuaire (SIP) au Système d’Information Communautaire (plus connu sous le nom de Port Community System – PCS) en passant par le Maritime Single Window (MSW), la quasi-totalité des écosystèmes portuaires de l’Afrique Atlantique dispose de tous les moyens digitaux et technologiques. Tous sont devenus des « Smart Port » où les interconnexions entre systèmes et objets sont garanties et déployées.

Et pourtant, la confusion règne souvent car les périmètres et prérogatives de chacune des parties prenantes s’entremêlent et se superposent, générant une résistance au changement des pratiques. La cohérence dans le déploiement des outils pâtit d’un manque de préparation dans l’interconnectivité des solutions mais surtout dans la formation des personnels censés intégrer ces usages technologiques dans leurs activités professionnelles. Les innovations digitales peuvent aussi apparaître peu en phase avec les réalités observées sur le terrain, notamment à l’échelle de la gestion du transit qui emploie un nombre important de petites structures privées aux moyens/compétences informatiques limités. Le fameux « *leap frog technologique* » ne s’improvise pas, surtout dans la gestion sensible des flux documentaires et des flux financiers attachés aux transactions liées aux importations et exportations de marchandises.

Ces retours d’expériences qui relèvent de l’organisation, du management et de la conduite du changement doivent nourrir la capacité à utiliser les nouvelles technologies dans le cadre des transitions écologiques et énergétiques. En Afrique Atlantique comme ailleurs, les problématiques énergétiques et écologiques sont intimement liées. Elles sont même au cœur des préoccupations d’avenir des autorités les plus innovantes comme Singapour ou Rotterdam. En Asie et en Europe, l’optimisation énergétique post-carbone constitue même le plus grand défi, en particulier dans l’édification des modèles d’affaires économico-écologiques.

Abidjan, Cotonou ou encore Kribi revendiquent les mêmes aspirations, car ils sont convaincus qu’en matière de gestion écologique et énergétique, les ports ne peuvent plus faire l’économie de diagnostics clairs sur les besoins et ce que peuvent apporter les technologies digitales pour atteindre les objectifs. Les autorités portuaires doivent se saisir d’un « **agenda de l’innovation digitale au service**

des transitions écologiques et énergétiques » pour orchestrer une gestion intelligente et coordonner des réponses collectives et collaboratives. Pour cela, l'agenda doit partir des réalités digitales existantes et de la gestion des données avec un « *qui fait quoi sur quoi pour quoi et pourquoi !* ». Cette formule barbare met en perspective une étape cruciale qui identifie ce que l'on cherche, avec quels jeux de données et pour quelles finalités. Cette étape et toutes les suivantes permettent d'établir un véritable agenda digital qui dépasse la seule sphère de l'autorité portuaire pour impliquer et inclure toutes les autres composantes actives dans les chaînes logistiques.

C'est la condition nécessaire pour aussi mettre en place des réponses digitales efficaces qui s'adaptent aux contraintes vécues pour les transformer en opportunités de changement. Ces étapes indispensables prennent en compte la rapidité de l'innovation et ses conséquences dans la gestion 4.0 des opérations maritimes, portuaires et logistiques. L'intelligence artificielle rappelle d'ores et déjà combien les changements digitaux et leur puissance peuvent modifier les pratiques et les opérations dans le secteur crucial des transports et de la logistique.

Les transitions écologiques et énergétiques, pour qu'elles ne succèdent pas des injonctions réglementaires notamment, doivent être incluses dans l'agenda de l'innovation digitale et de la transformation numérique. Les autorités portuaires de l'Afrique Atlantique ont la responsabilité d'éditer ces agendas qui accompagnent mais aussi sécurisent et renforcent les chaînes de valeur.

Le dernier mot de conclusion revient à l'essentiel : sans formation professionnelle et continue, sans politique de gestion des ressources humaines adaptée, sans leadership des promoteurs de la transformation, alors les transitions seront incomprises. Elles seront même impossibles si les personnels n'adhèrent pas. Et pour cela, il faut encore et toujours produire de la sensibilisation et travailler pour que les professionnels des secteurs maritimes, portuaires et logistiques conjuguent économie-écologie-énergie comme le triptyque d'avenir des écosystèmes productifs de l'Afrique Atlantique.

Postface

Ports, territoires et transition énergétique

Dr Alain GOHOMENE

*Secrétaire Permanent CREMPOL/ARSTM
Enseignant ARSTM*

Introduction

Les ports sont à la fois les témoins et les acteurs des transitions énergétiques successives qui touchent les territoires. Leur capacité à intégrer les énergies de demain sera déterminante pour construire des chaînes logistiques décarbonées et dessiner les contours des villes portuaires durables. La transition énergétique désigne l'ensemble des transformations du système de production, de distribution et de consommation d'énergie effectuées sur un territoire dans le but de le rendre plus écologique. Elle implique une production et une consommation plus sobres et efficaces. Elle vise à répondre à l'urgence climatique et à limiter le réchauffement global en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

À l'échelle mondiale, le secteur maritime joue un rôle clé dans la transition énergétique. Il représente près de 3 % des émissions globales de CO₂ liées aux activités humaines. Les ports, carrefours stratégiques du transport maritime et de la logistique mondiale, sont directement concernés par cette problématique. Dans ce contexte global, l'Afrique présente des caractéristiques et des défis spécifiques qui méritent une attention particulière. Selon l'OCDE, le continent ne contribue qu'à environ 3 à 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, mais subit de plein fouet les impacts du

changement climatique. Ses ports, comme ceux de Dakar, d'Abidjan ou de Durban, sont en pleine expansion, en lien avec la dynamique économique et démographique du continent. Les ports africains doivent relever le défi de la transition énergétique et écologique sans compromettre leur compétitivité.

En effet, les activités portuaires sont sources de pollutions diverses, affectant les populations et les écosystèmes environnants. Leur consommation énergétique, encore largement carbonée, doit être profondément transformée. La gouvernance complexe des ports africains, avec de multiples acteurs publics et privés, complique la coordination d'une stratégie cohérente de transition énergétique.

La présente contribution analyse les enjeux de la transition énergétique pour les ports africains. Elle vise à éclairer les décideurs sur les enjeux de la transition énergétique et à formuler des recommandations pour relever ce défi majeur.

1. La transition énergétique dans les ports africains : état des lieux

Avant d'analyser les défis et d'envisager des recommandations pour la transition énergétique des ports africains, il est essentiel de dresser un état des lieux de la situation actuelle. Cette analyse permet de comprendre le point de départ de cette transformation et les progrès déjà réalisés ou en cours.

Trois aspects principaux méritent d'être examinés pour disposer d'un panorama complet : les expériences et initiatives déjà mises en œuvre, l'impact environnemental des activités portuaires à l'heure actuelle, ainsi que les niveaux de consommation énergétique et d'émissions de gaz à effet de serre.

Cette section vise ainsi à offrir un diagnostic détaillé de la transition énergétique dans les ports africains à l'heure actuelle. Les informations fournies permettent de prendre pleinement conscience des enjeux et de mesurer le chemin restant à parcourir. Cette analyse constitue un préalable essentiel pour éclairer les recommandations qui seront formulées par la suite.

1.1. Les ports, moteurs de la transition écologique

Face aux défis environnementaux et économiques, les ports s'engagent résolument dans la transition énergétique. De nombreuses

initiatives voient le jour pour réduire l'empreinte carbone de ces hubs logistiques essentiels à l'activité mondiale.

Au port de Bordeaux, par exemple, l'accent a été mis sur la production d'énergies renouvelables, avec l'installation de 7 580 panneaux photovoltaïques sur le toit de la base sous-marine. Un projet de smart port city y est également développé, visant à mieux interconnecter la ville et le port autour des enjeux énergétiques et numériques.

Plus au nord, le Port du Havre a fait des choix symboliques, fermant après 53 ans de service sa centrale thermique à charbon, au profit d'une nouvelle usine d'éoliennes offshore. Un signe fort de sa transition industrielle et énergétique.

À La Rochelle, la transition passe par une approche plus intégrée avec le projet « Territoire zéro carbone ». La ville et le port planifient conjointement leurs actions pour limiter l'impact environnemental des activités portuaires, tout en développant de nouvelles synergies dans une logique d'économie circulaire.

Ailleurs, comme au port de Rotterdam, les résultats sont déjà tangibles. Ce leader européen a ainsi réduit ses émissions de CO₂ de 27 % entre 2016 et 2020, montrant l'efficacité de sa stratégie bas-carbone.

Plus largement, les ports s'engagent sur de multiples fronts : électrification des quais, expérimentation de carburants verts pour les navires, installation d'éoliennes en mer, de panneaux solaires ou encore de systèmes hydroliens. Autant d'innovations qui font d'eux de véritables vitrines de la transition énergétique¹.

Lieux stratégiques de l'activité économique mondiale, les ports jouent ainsi un rôle moteur dans la construction d'un avenir plus durable. En s'ouvrant davantage à leur territoire d'ancre, ils deviennent de véritables laboratoires de la transition écologique.

1.2. Expériences et initiatives existantes dans les ports africains

Bien que la transition énergétique soit encore à un stade précoce dans la plupart des ports africains, quelques initiatives inspirantes ont déjà vu le jour ces dernières années.

Au Port Autonome d'Abidjan (PAA), la direction a pris un engagement fort en faveur de la protection de l'environnement. Une

¹ Face au défi énergétique, l'urgence de réinventer les ports / Connaissances des énergies. (2021, mai 14). <https://www.connaissancesdesenergies.org/tribune-actualite-energies/face-au-defi-energetique-lurgence-de-reinventer-les-ports>

Politique Qualité Environnement a été définie et prise en compte dans le plan stratégique du port. Cette politique vise à minimiser l'impact environnemental des activités portuaires, à prévenir les pollutions et à s'inscrire dans une démarche de développement durable. Elle s'articule autour de plusieurs axes : satisfaction des clients, respect des exigences légales, réduction des impacts environnementaux significatifs, prévention des risques professionnels, optimisation des infrastructures, confidentialité de l'information et renforcement de la gouvernance. La mise en œuvre de cette politique a permis au PAA d'obtenir la certification ISO 14001 en 2015, confirmant son engagement en matière de management environnemental. Des actions concrètes comme la gestion des déchets des navires, la réduction des pollutions ou l'amélioration de la performance énergétique témoignent de la volonté du port d'Abidjan d'opérer sa transition écologique.

Ainsi, le PAA s'est engagé à améliorer l'efficacité énergétique, à maîtriser la consommation en consommables et à mettre en œuvre le tri sélectif des déchets pour protéger l'environnement. Ces mesures visent à réduire la consommation d'électricité et d'eau, à promouvoir l'utilisation d'énergies renouvelables, à adopter des pratiques de gestion durable des ressources et à encourager le recyclage des déchets industriels. En outre, le port s'efforce de gérer les risques majeurs et de promouvoir l'éducation au développement durable dans toutes ses activités.

Dans le même sens, au port de San Pedro, plusieurs actions ont été entreprises pour amorcer la transition énergétique. L'optimisation des opérations vise à réduire les temps d'escale des navires, et par la même occasion, les pollutions liées à ces temps d'escale. Le port autonome de San Pedro s'est notamment engagé dans l'initiative « San Pedro plus verte », pour promouvoir son image de port écologique et vert, en intégrant un domaine dédié à l'éco-diversité dans ses travaux d'extension.

Au port de Dakar, au Sénégal, la transition énergétique commence également à être prise en compte. L'autorité portuaire a lancé des études pour mesurer précisément ses consommations énergétiques et ses émissions de gaz à effet de serre. Ces audits constitueront une base essentielle pour définir une stratégie adaptée au contexte local.

Un autre exemple inspirant est celui du port de Tanger Med au Maroc. Le groupe Tanger Med s'est engagé dans une stratégie ambitieuse de développement durable visant à atteindre la neutralité carbone d'ici 2030. Dans cette optique, plusieurs actions concrètes

ont déjà été initiées. Tout d'abord, un processus de transition énergétique a permis l'installation de 1,9 MW de capacité photovoltaïque sur les toits des bâtiments du complexe portuaire. De plus, la consommation d'éclairage public a été réduite de 55 % grâce au déploiement massif de l'éclairage LED. Tanger Med Utilities prévoit également de construire des parcs photovoltaïques d'une capacité totale de 11 MW dans une première phase. Sur le plan de la mobilité durable, 5 véhicules électriques Renault ZOE ont été intégrés à la flotte en 2021, avec l'objectif d'atteindre 100 % de véhicules de service électriques d'ici 2023.

Bien que prometteuses, ces premières initiatives restent de portée limitée. La plupart des ports africains ont encore des marges de progression immenses à combler pour engager une véritable transition énergétique. Une approche globale et des investissements majeurs seront nécessaires.

1.3. Principaux impacts environnementaux des activités portuaires

Les activités portuaires génèrent différents types de pollutions affectant les écosystèmes et les populations riveraines. La pollution de l'air est l'un des enjeux essentiels. Les émissions des moteurs des navires, véhicules, engins de manutention et groupes électrogènes entraînent des rejets importants de dioxyde de carbone (CO_2), d'oxydes d'azote (NOx) et de particules fines. Ces polluants ont des effets avérés sur la santé des travailleurs portuaires et des habitants alentours. Ils contribuent aussi largement au changement climatique. Une étude menée en 2016 sur le port de Bonneuil-sur-Marne, en Île-de-France, a mis en évidence un impact certain des activités portuaires sur les niveaux de particules PM10 et de poussières sédimentables, tant sur le port que dans les zones limitrophes proches, bien que les niveaux restent en-dessous des seuils réglementaires annuels.

Les ports peuvent également être le lieu de nuisances olfactives selon les activités qui y sont menées, bien que les industriels soient soumis à des réglementations et à des bonnes pratiques sur cette question.

Au port de Tanger Med, une attention particulière est portée à l'économie circulaire avec la mise en œuvre d'une stratégie collective de gestion des déchets pour la zone industriello-portuaire. Cette approche a permis de traiter plus de 2000 tonnes de déchets sur le complexe portuaire en 2021, ainsi que 355 tonnes de déchets générés par les navires. Une gestion éco-responsable des ressources en eau

est également déployée. Ces actions visent à réduire significativement l'impact environnemental des activités portuaires.

L'importante production de déchets solides dans les ports, notamment les déchets plastiques, pose également de sérieux défis. Beaucoup finissent dans la mer, sur les berges ou dans les villes alentour, faute de systèmes efficaces de collecte et de traitement.

Enfin, l'érosion côtière due à l'élévation du niveau de la mer et à des phénomènes climatiques extrêmes menace de nombreux ports africains implantés en bord de mer. À Sfax, notamment, l'érosion côtière due à la montée du niveau de la mer menace directement la zone portuaire, la moitié de la ville étant potentiellement submersible à terme.

Les activités portuaires africaines devront réduire drastiquement ces différentes pollutions et impacts pour s'inscrire dans une véritable transition écologique.

1.4. Niveaux actuels de consommation énergétique et d'émissions

La consommation énergétique des ports africains reste aujourd'hui très dépendante des énergies fossiles, générant d'importantes émissions de gaz à effet de serre.

La consommation moyenne d'électricité d'un port africain est difficile à estimer. Cependant, il est certain que des écarts importants existent entre les ports. Les principales sources d'émissions directes de CO₂ sont les moteurs des navires, les groupes électrogènes de secours et les engins de manutention. Les émissions indirectes proviennent majoritairement de la production d'électricité, encore largement carbonée en Afrique. Au total, les émissions moyennes sont estimées à 2 kg de CO₂ par tonne de fret, soit l'équivalent de 2 millions de tonnes de CO₂ par an pour l'ensemble des ports du continent.

Au Port de San Pedro, par exemple, les principales sources de consommation d'énergie identifiées sont l'éclairage, la fabrique de glace, les groupes électrogènes, les véhicules et engins, ainsi que les industries portuaires. Les sources d'émissions atmosphériques sont les véhicules, engins de manutention, groupes électrogènes, navires, le transport urbain et les industries.

Certains ports comme Dakar ou Abidjan ont commencé à mesurer précisément leur consommation énergétique et leurs émissions grâce à des audits. Ces diagnostics constituent un préalable indispensable

pour définir des objectifs quantifiés de réduction et engager leur transition énergétique. Au Port Autonome d'Abidjan, des mesures régulières de la qualité de l'air sont effectuées, montrant une corrélation entre les activités portuaires et la pollution atmosphérique (pics de CO₂, CO et NOx).

2. Les défis de la transition énergétique pour les ports africains

Bien qu'indispensable, la transition énergétique des ports africains fait face à des obstacles multidimensionnels qu'il est essentiel d'identifier et de comprendre. Pour mener à bien cette transformation, il est crucial d'analyser les défis techniques, économiques, organisationnels et sociétaux qui se posent.

Trois catégories de défis principaux peuvent être mises en évidence : les défis technologiques et financiers liés aux investissements initiaux significatifs, les défis organisationnels et de gouvernance pour coordonner les parties prenantes, et les défis d'acceptabilité par les communautés concernées. Comprendre ces défis est la première étape pour permettre aux ports africains de les surmonter avec succès et de concrétiser leur transition vers un futur énergétique durable.

2.1. Défis technologiques et financiers

La transition énergétique dans les ports africains pose plusieurs défis économiques et financiers. Tout d'abord, le passage à des sources d'énergie renouvelable comme le solaire et l'éolien nécessite des investissements initiaux importants pour l'installation d'infrastructures et la mise à niveau des équipements portuaires. Cependant, à long terme, cela peut réduire les coûts opérationnels et les émissions de carbone, améliorant ainsi la durabilité environnementale.

La dépendance actuelle aux énergies fossiles peut entraver la résilience climatique des ports africains, les exposant aux risques croissants liés aux changements climatiques. Les coûts de transition énergétique peuvent également être influencés par des facteurs tels que la disponibilité des ressources renouvelables, la technologie et les incitations gouvernementales. L'adoption de ces nouvelles technologies peut également nécessiter une formation et une requalification du personnel portuaire.

L'incertitude économique et les fluctuations des prix des énergies renouvelables et des carburants fossiles peuvent compliquer la planification financière à long terme des ports. Les modèles commerciaux existants doivent être ajustés pour intégrer efficacement les énergies propres et maximiser les avantages économiques et environnementaux de la transition énergétique. En fin de compte, la transition énergétique des ports africains nécessite une approche multidisciplinaire et collaborative pour relever ces défis économiques et financiers tout en contribuant à la durabilité et à la résilience à long terme.

La transition énergétique exige une mobilisation significative de ressources financières pour atteindre les objectifs de décarbonation en Afrique. La nécessité de collaborer avec des partenaires et le secteur privé pour assurer le financement adéquat de ces initiatives a été largement reconnue.

Le coût substantiel des investissements initiaux dans les énergies renouvelables représente un défi tangible. Cette dimension financière peut freiner l'adoption de solutions durables au sein des ports. L'importance des fonds nécessaires pour initier ces transitions peut dissuader certains acteurs de s'engager pleinement dans ce processus novateur.

En outre, l'absence de politiques publiques incitatives et de financements dédiés spécifiquement à la transition énergétique au sein des ports s'avère être un obstacle majeur. En l'absence de telles orientations, il devient ardu de générer la dynamique nécessaire pour un changement significatif.

La transition énergétique en Afrique est également étroitement liée à la résilience climatique. Cette convergence entre la résilience climatique et la transition énergétique souligne l'importance de concilier les efforts pour réduire l'impact environnemental avec la nécessité de maintenir des activités portuaires prospères et durables.

Les opportunités et les défis pour la transition énergétique en Afrique sont explorés dans un concept note qui examine les aspects nécessaires pour atteindre des zéros émissions nettes sur le continent. Cette analyse met en évidence les efforts nécessaires pour transformer les défis en opportunités, en intégrant des stratégies et des technologies qui réduisent l'empreinte carbone des activités portuaires.

2.2. Défis organisationnels et de gouvernance

Dans le contexte de la transition énergétique des ports africains, il est capital de considérer les défis spécifiques auxquels ils sont

confrontés. La responsabilité des ports africains en matière de transition énergétique souligne ainsi la nécessité de faire face à cette transformation incontournable. Les ports africains sont interpellés sur leur responsabilité dans cette transition. Cette prise de conscience souligne l'importance de trouver des solutions adaptées pour répondre aux enjeux énergétiques.

La transition énergétique présente inévitablement des défis organisationnels et de gouvernance pour les ports africains. Ces défis incluent :

- 1. Infrastructure et modernisation** : la modernisation des infrastructures portuaires est nécessaire pour accueillir des équipements plus économies en énergie et faciliter le transport de marchandises liées aux énergies renouvelables.
- 2. Logistique et chaîne d'approvisionnement** : une logistique efficace est cruciale pour minimiser la consommation d'énergie dans le transport des biens énergétiques. Une meilleure coordination des chaînes d'approvisionnement est nécessaire.
- 3. Énergie propre et réduction des émissions** : les ports doivent adopter des solutions d'énergie propre pour réduire les émissions et les impacts environnementaux.
- 4. Gouvernance et régulation** : une gouvernance solide est essentielle pour garantir une transition équitable et coordonnée. Les régulations doivent encourager l'adoption d'énergies propres et la réduction de la consommation d'énergie.

Les ports africains doivent s'adapter pour soutenir la transition énergétique tout en garantissant une logistique fluide et durable, en respectant les réglementations et en favorisant la collaboration internationale.

Le concept de ports « *smart* » et « *sustainable* » est ainsi devenu l'objectif cible pour les autorités portuaires africaines. Cette orientation vers la durabilité et l'efficacité énergétique reflète la nécessité d'adopter des technologies et des pratiques qui favorisent une transition énergétique réussie.

L'une des principales problématiques identifiées est le rôle crucial des ports africains dans la gestion des effets du changement climatique. Les ports jouent un rôle majeur en tant qu'interfaces entre les activités économiques et les contraintes environnementales. Cette reconnaissance a mis en lumière la nécessité de relever les défis technologiques et financiers de la transition énergétique pour préserver les écosystèmes marins et côtiers.

L'appel à une clarification des rôles et des responsabilités dans la transition énergétique a également été un point saillant, avec l'importance d'une coordination efficace entre les différents acteurs, tant publics que privés, impliqués dans les opérations portuaires. Cette coordination s'avère cruciale pour maximiser l'impact positif des mesures de décarbonation et de préservation de l'environnement.

L'obligation d'une étude environnementale pour les opérateurs souhaitant investir dans le port est un impératif. Cette mesure vise à garantir que les investissements portuaires intègrent des considérations environnementales dès le départ. Parallèlement, il s'impose une révision des textes régissant l'investissement dans les zones portuaires en Côte d'Ivoire pour renforcer la lutte contre le changement climatique.

2.3. Défis d'acceptabilité et d'appropriation des parties prenantes

La transition énergétique des ports africains comporte des défis complexes d'acceptabilité et d'appropriation par les parties prenantes. En effet, le manque de sensibilisation et d'information auprès des parties prenantes concernant les avantages inhérents aux énergies renouvelables constitue une première barrière à franchir. Une telle absence de compréhension peut donner naissance à des résistances face aux changements proposés, entravant ainsi la marche vers une transformation énergétique bénéfique.

Une problématique supplémentaire réside dans le manque d'expertise technique locale nécessaire pour la maintenance adéquate des équipements liés aux énergies renouvelables. Cette carence en compétences peut entraver l'efficacité des installations et compromettre leur durabilité à long terme.

Il est également important de noter la nécessité d'adapter les infrastructures portuaires existantes pour permettre une intégration adéquate des énergies renouvelables. Cette adaptation, en plus d'entraîner des ajustements pratiques, peut engendrer des coûts et des complexités supplémentaires.

Enfin, l'absence de données fiables concernant les ressources renouvelables disponibles localement constitue une lacune importante dans la planification stratégique. Sans une connaissance précise des ressources disponibles, la mise en œuvre de solutions appropriées peut s'avérer complexe. La prise en compte de ces défis, ainsi que de ceux financiers, technologiques et organisationnels évoqués plus haut est décisive pour une transition énergétique réussie.

3. Recommandations pour une transition énergétique réussie dans les ports africains

La transition énergétique des ports africains nécessite une approche globale et intégrée pour relever les multiples défis identifiés. Pour accompagner les ports dans cette transformation, un ensemble de recommandations ciblées peut être formulé. Celles-ci visent à fournir des orientations stratégiques autour de quatre axes complémentaires : les solutions technologiques durables, les nouveaux modèles économiques, la coordination des acteurs et l'implication des communautés locales, ainsi que les outils de pilotage et de suivi des progrès.

L'adoption de technologies vertes, la mise en place de financements innovants, une gouvernance inclusive et des mécanismes rigoureux de suivi apparaissent comme des conditions essentielles pour mener à bien la transition énergétique des ports africains. Les recommandations détaillées dans cette section cherchent à explorer des pistes concrètes dans chacun de ces domaines. Elles visent à fournir un cadre stratégique permettant aux ports de s'engager sur la voie d'un avenir énergétique durable, en phase avec les ambitions climatiques mondiales.

3.1. Solutions technologiques durables et adaptées

Lorsque l'on considère les ports africains et leur transition vers des solutions énergétiques durables, plusieurs recommandations technologiques peuvent être envisagées.

Tout d'abord, l'adoption de sources d'énergie renouvelable telles que l'énergie solaire et éolienne pourrait jouer un rôle crucial. Les panneaux solaires installés sur les toits des bâtiments portuaires et les éoliennes offshore pourraient contribuer de manière significative à la production d'énergie propre.

De plus, l'intégration de systèmes de stockage d'énergie, tels que les batteries lithium-ion, pourrait aider à résoudre le défi de l'intermittence des sources renouvelables. Ces systèmes permettraient de stocker l'énergie excédentaire produite pendant les périodes enssoleillées ou venteuses et de la libérer lorsque la demande est élevée.

Une autre approche consisterait à moderniser les infrastructures portuaires pour les rendre plus écoénergétiques. Cela pourrait inclure l'utilisation de technologies de pointe pour optimiser les opérations

de manutention des marchandises et réduire la consommation d'énergie. Par exemple, l'automatisation des grues de chargement et de déchargement ainsi que l'utilisation de véhicules électriques pour le transport terrestre à l'intérieur du port pourraient réduire les émissions et améliorer l'efficacité.

En ce qui concerne la gestion énergétique, le déploiement de réseaux intelligents (*smart grids*) dans les ports permettrait de surveiller et de gérer plus efficacement la consommation d'énergie. Ces réseaux pourraient ajuster la demande en fonction de la disponibilité des sources renouvelables et réduire ainsi les pics de consommation. Ainsi, une approche holistique intégrant les énergies renouvelables, le stockage d'énergie, la modernisation des infrastructures et la gestion intelligente de l'énergie est essentielle afin de réduire l'impact environnemental.

3.2. Nouveaux modèles économiques et financements innovants

Plusieurs recommandations émanant de modèles économiques novateurs et de mécanismes de financement pertinents se profilent comme des pistes prometteuses à explorer.

La mise en place de partenariats public-privé se révèle être une approche judicieuse pour soutenir le financement de projets liés aux énergies renouvelables au sein des ports. Cette stratégie permettrait de partager les coûts et les risques inhérents à de tels projets, tout en favorisant une collaboration dynamique entre les acteurs publics et privés.

Une orientation vers l'utilisation de prêts en monnaie locale plutôt qu'en devises étrangères émerge comme une mesure prudente. Par la réduction des risques de fluctuation des taux de change, cette approche peut renforcer la stabilité des projets et favoriser leur avancement sans les contraintes liées aux variations monétaires.

L'instauration de programmes de financement basés sur les résultats représente une stratégie novatrice et encourageante. Par le biais de l'accomplissement d'objectifs spécifiques en matière de transition énergétique, cette approche introduit une dimension incitative, favorisant l'efficacité et l'efficience dans la réalisation des projets.

Dans le but de fournir une base solide de financement, la création de fonds d'investissement dédiés spécifiquement aux projets d'énergies renouvelables au sein des ports s'impose comme une recommandation clé. Ces fonds offriront une source fiable de ressources

pour soutenir la transformation énergétique des ports tout en catalysant les initiatives durables.

En outre, l'amélioration de l'efficacité énergétique par le biais de la rénovation des infrastructures portuaires est un élément stratégique. La modernisation et l'optimisation des infrastructures existantes par les ports peuvent non seulement réduire leur consommation d'énergie, mais également renforcer leur résilience aux défis énergétiques à venir.

Dans l'ensemble, l'objectif sous-jacent serait de diversifier les sources de financement, d'encourager l'implication du secteur privé et de minimiser les risques inhérents aux projets d'énergies renouvelables au sein des ports. L'adoption de ces mesures novatrices et pragmatiques par les ports africains peut ériger des fondations solides pour une transition énergétique réussie et un avenir portuaire plus respectueux de l'environnement.

Une combinaison de sources de financement innovantes, de partenariats stratégiques et de mécanismes incitatifs est nécessaire pour garantir une transition énergétique réussie dans les ports africains. Ces modèles économiques devront être adaptés aux spécificités régionales et aux besoins locaux, tout en contribuant à la durabilité environnementale et au développement économique à long terme.

3.3. Coordination des acteurs et implication des communautés

La mise en place d'une gouvernance inclusive est un premier aspect important. Il s'agit de réunir l'ensemble des acteurs concernés tels que les autorités portuaires, les compagnies maritimes, les chargeurs et les communautés locales, entre autres. Cette approche permet de créer une vision commune et une stratégie coordonnée, favorisant ainsi la convergence des efforts vers des objectifs partagés. Afin de déterminer les sources d'énergies renouvelables les mieux adaptées à chaque port en fonction de leur localisation géographique, il est préconisé de réaliser des études approfondies. Cette démarche permettrait d'exploiter au mieux les ressources naturelles disponibles et de maximiser l'efficacité des solutions énergétiques proposées.

Pour faciliter les investissements dans les infrastructures d'énergies renouvelables, l'instauration de mécanismes de financement novateurs s'avère essentielle. Ces mécanismes peuvent prendre la forme de partenariats public-privé, d'obligations vertes et d'autres

approches novatrices, créant ainsi des opportunités attractives pour mobiliser les ressources financières nécessaires.

Par ailleurs, dans le but de favoriser une transition harmonieuse pour les communautés locales, il est primordial de les former aux opportunités d'emploi découlant de cette transformation énergétique et de faciliter leur intégration professionnelle au sein des projets. Parallèlement, la mise en place de programmes de sensibilisation permet de partager les avantages des énergies renouvelables et les économies d'énergie réalisées, renforçant ainsi l'adhésion des communautés.

Enfin, une perspective essentielle consiste à intégrer les enjeux climatiques et de transition équitable dans les plans de développement portuaire. Le fait de placer ces considérations au cœur des stratégies peut permettre aux ports africains de contribuer de manière significative aux efforts mondiaux en matière de lutte contre le changement climatique tout en assurant un développement durable et équitable pour leurs communautés locales.

Dans l'ensemble, la réalisation réussie de la transition énergétique au sein des ports africains repose sur une coordination étroite entre tous les acteurs concernés et sur l'engagement actif des communautés locales. Par l'adoption de ces recommandations, les ports peuvent forger une voie résiliente et prospère vers un avenir énergétique durable et responsable.

3.4. Outils de pilotage et de suivi des progrès

Une série d'outils de pilotage et de suivi des progrès s'avère nécessaire. Ces outils sont conçus pour guider et évaluer la mise en œuvre des changements énergétiques, tout en mobilisant l'engagement des parties prenantes à tous les niveaux.

Tout d'abord, la mise en place d'un tableau de bord énergétique offre un moyen efficace de surveiller la consommation et la production d'énergie du port. Par l'intégration des indicateurs clés tels que le taux d'énergies renouvelables utilisées et les émissions de CO₂ générées, ce tableau de bord fournit une vue d'ensemble de la performance énergétique, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées. Grâce à cette approche, les gestionnaires portuaires peuvent quantifier les progrès réalisés et ajuster leurs stratégies en conséquence.

De plus, la réalisation régulière d'audits énergétiques approfondis constitue une étape cruciale pour identifier les opportunités

d'économie d'énergie et les moyens d'accroître la production d'énergie renouvelable. Ces audits permettent d'analyser en détail les processus énergétiques du port et de repérer les domaines à fort potentiel d'amélioration. Cette approche proactive favorise l'efficacité énergétique et stimule l'innovation continue.

La mise en œuvre d'un système de management de l'énergie certifié ISO 50001 offre une structure solide pour orienter la démarche énergétique. Ce système facilite la planification, la mise en œuvre, la vérification et l'amélioration continue des actions visant à accroître l'efficacité énergétique. L'alignement des pratiques du port sur des normes reconnues renforce la gestion méthodique de l'énergie.

La communication régulière des résultats et l'implication des parties prenantes, telles que les employés, les clients et les fournisseurs, sont obligatoires pour la réussite de la transition énergétique. Par la diffusion des progrès accomplis et la sollicitation des commentaires et des idées des parties prenantes, les ports peuvent créer un environnement de collaboration qui stimule l'innovation et renforce l'engagement envers les objectifs énergétiques.

Enfin, la mise en place d'incitations financières et de reconnaissances constitue une stratégie efficace pour encourager l'adoption de bonnes pratiques énergétiques. En récompensant les initiatives positives, les gestionnaires du port peuvent stimuler une culture de l'efficacité énergétique et de la responsabilité environnementale au sein de l'ensemble de la communauté portuaire.

Ces outils de pilotage et de suivi des progrès forment un ensemble complet pour guider la transition énergétique des ports africains. La fusion de ces approches donne l'opportunité aux ports de réaliser des avancées significatives vers une utilisation plus durable et responsable de l'énergie, tout en mobilisant et en alignant efficacement toutes les parties prenantes autour de cet objectif commun.

Conclusion

La transition énergétique représente un défi de taille pour les ports africains, mais également une opportunité unique de transformer en profondeur leurs modèles pour bâtir un avenir durable. Cette transformation implique de surmonter des obstacles techniques, économiques, organisationnels et sociaux. Des investissements massifs dans les énergies renouvelables et des infrastructures éco-efficaces sont nécessaires. De nouveaux modèles de financement innovants

doivent être explorés. La gouvernance des ports doit évoluer pour coordonner efficacement l'implication de toutes les parties prenantes.

Les bénéfices potentiels sont immenses : réduction drastique des émissions de CO₂, limitation de la pollution locale, optimisation des coûts grâce aux économies d'énergie, résilience accrue face aux risques climatiques. Surtout, la transition énergétique offre l'opportunité de placer les ports africains à la pointe des pratiques durables et de renforcer ainsi leur compétitivité.

Pour réussir ce défi, une approche globale est indispensable, combinant des solutions technologiques, de nouveaux modèles économiques, une gouvernance inclusive et des outils de pilotage efficaces. La transition énergétique doit devenir une priorité des stratégies nationales et une mission fédératrice pour les acteurs portuaires africains.

Les ports africains ont l'occasion unique de tirer parti de cette transition pour se positionner comme pionniers d'un transport maritime décarboné. Ils peuvent montrer, en relevant ce défi avec ambition, la voie vers des chaînes logistiques durables au service du développement du continent. La transition énergétique des ports sera ainsi un puissant levier pour accélérer la transition écologique du continent tout entier.

Références bibliographiques

- African Development Bank, 2022. *Résilience climatique et transition énergétique juste en Afrique*. https://www.afdb.org/sites/default/files/2022/05/25/aeo22_chapter2_french.pdf
- Comtois C., 2023. *Transition énergétique : défis et possibilités*. Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT). <https://www.port-montreal.com/fr/component/edocman/general/developpement-durable/762-transition-energetique>
- Face au défi énergétique, l'urgence de réinventer les ports / Connaissances des énergies* (2021, mai 14). <https://www.connaissanceedesenergies.org/tribune-actualite-energies/face-au-defi-energetique-lurgence-de-reinventer-les-ports>
- Transition énergétique : les ports africains interpellés sur leur responsabilité / FratMat*. (s. d.). Consulté le 10 août 2023, à l'adresse <https://www.fratmat.info/article/229066/economie/transition-energetique-les-ports-africains-interpelles-sur-leur-responsabilite>

Présentation des auteurs



Yann ALIX est depuis 2011 le 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 » et co-dirige la collection « Afrique Atlantique ». 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 occupe depuis 2019 le poste de Senior Manager au sein du cabinet de conseil Abington Advisory Ad Astra In-Extenso. Yann Alix travaille sur les nouveaux modèles d'affaires dans les chaînes de valeur mondiales et analyse la transformation d'une économie servicielle dans les secteurs du transport maritime et de la logistique portuaire. Il a publié et dirigé près d'une vingtaine d'ouvrages en français, anglais, espagnol et russe.



Louis BOISGIBAULT est Titulaire d'un doctorat en géographie de Sorbonne Université, diplômé du MBA d'HEC Paris, avec un programme d'échange à la Wharton School de l'Université de Pennsylvanie, et de l'Université Paris-Dauphine (PSL). Il est aussi Expert Technique International d'Expertise France, déployé aujourd'hui comme Conseiller de la ministre de l'Économie de la République du Kosovo pour la transition énergétique. Il a été élu au conseil d'administration de l'International Business Collège de Mitrovica (2024 -2029), une grande école publique kosovare. Il était précédemment Directeur de l'Université nord-américaine privée de Sfax, en Tunisie.



Diplômé de droit de l'université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, de l'Ecole Nationale d'Administration et de MDE Business School/IESE de Barcelone, le Colonel-Major **Karim COULIBALY** est Administrateur Général des Affaires Maritimes et Portuaires. Sa détermination à faire de l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer d'Abidjan, une institution de formation maritime de référence au cœur des enjeux

maritimes mondiaux lui a valu plusieurs distinctions nationale et internationale. Le Colonel-Major Karim COULIBALY a également été auditeur du Centre d'Etudes Stratégiques pour l'Afrique (CESA) de la National Defense University à Washington D.C (USA) ; de l'Institut des Hautes Etudes de Défense Nationale (IHEDN) de l'Ecole de Guerre de Paris.

Actuel Président du Regroupement des Etablissements de Formation Maritime Africains (REFMA) dont le siège est à Agadir au Maroc, le Colonel-Major Karim COULIBALY est Co-Directeur de l'ouvrage « Les Ports Secs : outils d'accélération socio-économique en Afrique Atlantique », édité par la Collection Afrique Atlantique de la Fondation SEFACIL de France.



Alain DAGO GOHOMENE est titulaire d'un PhD en *Port and Customs-Centric Single Window Systems* de l'Université de Portsmouth, au Royaume-Uni. Il est actuellement enseignant-chercheur et Secrétaire permanent du Centre de Recherche Maritime et Logistique (CREMPOL) à l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM) en Côte d'Ivoire, où il dirige des travaux de recherche portant sur l'efficacité portuaire, la logistique et les systèmes de commerce numérique. Il est un ancien diplômé de l'Université Liverpool John Moores (Royaume-Uni), où il a obtenu un MPhil en *Port Competitiveness in West Africa*, un Master's Degree en *Container Port Concession*, ainsi qu'un Bachelor of Science en *Maritime Business and Management*. Son parcours académique témoigne d'une forte spécialisation dans les domaines du commerce maritime, de la gestion portuaire et du développement stratégique de la compétitivité portuaire en Afrique de l'Ouest. Son expertise couvre les systèmes de guichet unique portuaire et douanier, les opérations maritimes ainsi que le droit maritime.



Conor FÜRSTENBERG STOTT est un expert reconnu du secteur maritime et offshore, fort de plus de 25 ans d'expérience dans les opérations, la gestion d'actifs et la sécurité (QHSSE). Professionnel complet, il a exercé aussi bien à bord qu'à terre, occupant des postes de direction chez Maersk FPSOs avant de rejoindre en 2019 Fürstenberg Maritime Advisory (FMA), où il agit comme Partner & Principal Adviser. Titulaire d'un EMBA de Henley Business School, d'un Diploma in Ship Management (Lloyd's Maritime Academy) et d'un Master Unlimited Certificate of Competency, Conor combine une solide expertise technique à une vision stratégique des enjeux maritimes contemporains. Acteur engagé de la transition énergétique maritime, il contribue activement à la recherche et à la sensibilisation autour des carburants alternatifs, notamment l'ammoniac, et participe aux initiatives de l'Ammonia Energy Association et de Zero Carbon Shipping.



Sofia FÜRSTENBERG STOTT est une figure majeure de l'industrie maritime mondiale, reconnue pour son travail novateur dans les domaines de la durabilité, de l'innovation et de la décarbonisation du transport maritime. Ingénierie chimiste de formation à l'Université de Lund (Suède), Sofia a renforcé son expertise avec un Executive MBA en transport maritime et logistique à la Copenhagen Business School (Danemark), ainsi que des études exécutives à la Haas School of Business de l'Université de Californie, à Berkeley. Sa carrière couvre des postes clés au sein du groupe A.P. Moller-Maersk, où elle a dirigé des programmes d'innovation, et chez DNV GL, où elle s'est spécialisée dans le conseil en transport maritime vert. En 2017, elle a fondé Fürstenberg Maritime Advisory (FMA), un cabinet de conseil dédié à l'accompagnement des opérateurs et des parties prenantes maritimes dans leur transition vers des opérations à faibles ou à zéro émission de carbone. L'expertise de Sofia allie durabilité, gestion de l'innovation, coopération intersectorielle et leadership du changement – faisant d'elle l'une des voix les plus respectées dans la construction de l'avenir du monde maritime.



Après une formation universitaire sanctionnée d'une Maîtrise en BIOCHIMIE, d'un CES en CHIMIE ORGANIQUE, d'un CES en GENETIQUE et d'une formation professionnelle en Master, option Management de la Qualité Totale, **Elisabeth GBAHOU** a exercé dans plusieurs entreprises de la place en tant que Responsable Qualité. En fonction au Port Autonome d'Abidjan depuis Mars 2009, elle est actuellement Assistante, chargée du Département Management de l'Environnement, de la Santé et de la Sécurité au Travail au sein de la Direction du Contrôle, de l'Audit et de la Qualité (DCAQ). Chercheure associé au Centre de Recherche Maritime, Portuaire et Logistique (CREMPOL) de l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM), elle est aussi auditeur certifié ICA multi référentiel Qualité-Sécurité-Environnement auprès de l'organisme de certification AFNOR, selon les référentiels ISO 9001, 14001 et 45001.



Mme **GUIHARD-KOIDIO Florentine** est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en informatique de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) et un diplôme d'Etudes Supérieures des Techniques d'Organisation du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAME) de Paris. Elle intègre le milieu portuaire en octobre 1989 au Port Autonome d'Abidjan. Mme GUIHARD-KOIDIO participe activement à la création du Réseau des Femmes Professionnelles du secteur Maritime et Portuaire de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (RFPMP-AOC) en 2007. En octobre 2017, elle est élue Coordonnatrice Générale au cours de l'Assemblée Générale élective de Lagos (Nigeria). En août 2024, à la fin de son mandat, elle a été désignée Présidente du Comité de Veille Stratégique. Mme GUIHARD-KOIDIO est Expert instructeur de la CNUCED dans le

programme TrainForTrade ; Chercheure associé au CREMPOL (ARSTM) Abidjan. Elle est Officier dans l'ordre du mérite maritime de Côte d'Ivoire.



Christophe JOUBERT. Passionate about leveraging technology to drive business transformation, I bring over 20 years of experience in digital strategy, innovation, and project management worldwide. With a background in IT consulting, academia, and a decade in maritime operations, I specialize in developing software solutions for port authorities, shipping companies, and terminal operators.

I have collaborated with industry leaders to tackle complex challenges and enhance operational performance, focusing on port logistics, vessel efficiency, and supply chain visibility. As a forward-thinking leader, I stay at the forefront of emerging technologies such as AI, IoT, and blockchain to deliver innovative, results-driven solutions.

Currently serving as International Ports Deputy COO at Prodevelop, I oversee global operations and drive digital transformation initiatives that help organizations remain competitive in a rapidly evolving industry.



Khalidou KANE est un ingénieur malien spécialisé dans le domaine des transports terrestres, maritimes et fluviaux. Fort d'une solide expérience dans la planification, le suivi-évaluation et la gestion technique des infrastructures de transport, il occupe actuellement le poste de Sous-directeur des Études, de la Planification et du Suivi-évaluation à la Direction nationale des Transports terrestres, maritimes et fluviaux du Mali. Diplômé de l'École Nationale d'Ingénieurs (ENI-ABT), il a également suivi plusieurs formations spécialisées au Mali, en Égypte et en Chine, notamment sur la gestion portuaire, la sécurité et la réglementation navale, ainsi que sur la gestion axée sur les résultats et les négociations commerciales dans le cadre de la ZLECAF. Polyvalent et engagé dans le développement du transport durable au Mali, Khalidou Kane met son expertise au service de la modernisation du secteur et du renforcement des capacités institutionnelles, contribuant ainsi à l'amélioration de la sécurité, de la performance et de la gouvernance des transports au niveau national.



Jean-Marie KOFFI est le secrétaire général de l'AGPAOC (Association de Gestion des Ports de l'Afrique de l'Ouest et du Centre) et le secrétaire exécutif de l'association Panafricaine de Coopération Portuaire (APCP). Spécialiste en coopération internationale, commerce maritime et gestion portuaire, il totalise plus d'une vingtaine d'années d'expérience dans le domaine portuaire et maritime. En sa qualité de Secrétaire Général de l'AGPAOC, il conduit plusieurs projets sur la gestion durable des ports.



Spécialiste chevronné de la *supply chain* à l'international, **Jean-Pierre LAMBLIN** a forgé son expertise au fil des années, naviguant entre postes opérationnels et commerciaux, tant chez les prestataires logistiques que chez les importateurs. Mais depuis deux décennies, son combat a pris une nouvelle dimension : « réduire l'empreinte carbone des ports et des chaînes d'approvisionnement, sans sacrifier la performance économique ». Innovateur dans l'âme, il a développé des processus d'optimisation des volumes et de planification multimodale, qui ont permis à une grande enseigne française d'articles de sport de réduire ses émissions de CO₂ et ses coûts de 20 %, preuve que rentabilité et écologie peuvent faire bon ménage. Aujourd'hui, son terrain de jeu s'étend aux ports africains, où il déploie son savoir-faire en matière de calcul des émissions maritimes et portuaires. En exploitant les données européennes et celles de l'IMO, il propose des solutions intégrées aux systèmes d'information portuaires pour mesurer, optimiser et agir.



Hervé MALAZOUE est responsable des opérations maritime et logistique à GEMINI transport, au Togo. Il a participé à plusieurs projets liés à ses domaines d'expertise et d'investigation que sont les transports maritimes et terrestres, l'écologie industrielle et territoriale, l'économie portuaire et les dynamiques des sociétés littorales, ainsi que la mobilité urbaine et l'aménagement des villes africaines. À ce jour, il poursuit ses investigations et est impliqué dans la préparation d'un ouvrage collectif scientifique regroupant plus d'une trentaine de chercheurs internationaux de divers horizons sur les problèmes de santé dans les villes portuaires pour une sortie prévue en février 2026 chez ROUTLEDGE .



Diplômé de l'institut des sciences humaines et juridiques de la Mer de Nantes saint Nazaire en France, Dr **Paul MANLAN** est Consultant formateur expert en matière de commerce international. Il a été sélectionné suite à ses différentes interventions en entreprise (SAGA / ADM UNICAO/ BNI/BICICI/ GESTOCI, CCI-ABJ, CCF-CI, SIR, EURO CHAM), en tant qu'ancien Directeur import des sociétés SETACI/ECHOREST / MICE ; Enseignant, formateur à l'école des Douanes et à l'Ecole Nationale d'Administration, au Groupe PIGIER, mais aussi à 2ie à Ouagadougou, Formateur des formateurs à l'IPNEPT. Depuis janvier 2020, il intervient en tant qu'expert consultant pour le compte de plusieurs structures. À ce jour, il est aussi Consultant formateur pour le compte de l'Office ivoirien des chargeurs (OIC). Il est auteur de plusieurs ouvrages sur le commerce international en Côte d'Ivoire.



N'GUESSAN Atsé Alexis Bernard est Enseignant-chercheur avec le grade de Maître de Conférences des universités (CAMES), à l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Il est titulaire d'un Doctorat en géographie, spécialité Ports et transports maritimes. En 2015, il a effectué un stage postdoctoral au laboratoire Espaces, Nature et Culture (ENeC), UMR 8185 de l'Université Paris Sorbonne (Paris IV) en France. En 2017, il a été accueilli au sein de l'équipe GRIF de la faculté d'aménagement, école d'architecture, de l'Université de Montréal au Canada, dans le cadre du projet de création d'un village-modèle en Côte d'Ivoire. L'obtention en 2024 du certificat de qualification en Villes Portuaires Durables, délivré par l'International Institute of Ports and Cities (IIPC) et l'Association Internationale Villes Ports (AIVP), lui permet de proposer des solutions innovantes pour la gestion et l'optimisation des activités portuaires en Afrique de l'Ouest. Il est également Chercheur au Centre de Recherche Maritime Portuaire et Logistique (CREMPOL) de l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM) d'Abidjan. N'GUESSAN A. Alexis B. est point focal en Côte d'Ivoire du réseau « Afrique Atlantique ». Il a co-dirigé trois ouvrages collectifs parus aux Editions EMS (France). Il co-dirige ce quatrième ouvrage intitulé *Ports et transition énergétique en Afrique Atlantique*.



Le Professeur **Michel NGUESSAN** est un universitaire et praticien interdisciplinaire spécialisé en gestion des ports et des terminaux portuaires. Il est titulaire d'un Master of Science en Gestion des Ports et des Terminaux Portuaires de Lamar University (Center for Advances in Port Management). Il est Chercheur associé au Centre de Recherche Maritime, Portuaire et Logistique (CREMPOL) de l'Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer (ARSTM) à Abidjan, en Côte d'Ivoire, où ses recherches portent sur la gestion, la planification et le développement des infrastructures portuaires.

Titulaire d'un Doctorat en Informatique et d'un autre Doctorat en linguistique, il adopte une approche systémique des enjeux maritimes. Il est également Professeur associé à Governors State University, dans l'Illinois (États-Unis), où il enseigne et mène des recherches en sciences et technologies de l'information. Son travail de recherche vise à établir un pont entre la transformation numérique, la planification des infrastructures et les opérations portuaires.

Comité scientifique et de lecture

BOSSON Eby Joseph, Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire

COULIBALY Sidiki Youssouf, Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire

Guy Merlo MADOUNGOU NDJEUDA, Maître de Recherches, CENAREST, Gabon

KOUKOUGNON Wilfried Gauthier, Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire

KOFFI Yebouet Stéphane, Maître de Conférences, Université Péléforo GON COULIBALY, Côte d'Ivoire

LOBA Akou Don Franck Valery, Professeur Titulaire, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire

N'GUÉSSAN Atsé Alexis Bernard, Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire

NGUÉSSAN Michel, Governors State University, Illinois, Etats-Unis

OURA Kouadio Raphaël, Directeur de Recherches, Université Alassane OUATTARA, Côte d'Ivoire

SEKA Aba Clément, Institut Universitaire Abidjan, Côte d'Ivoire

Yann ALIX, fondation SEFACIL, France



Achevé d'imprimer par Sepec numérique – 01960 Péronnas
N° d'imprimeur : SN0000012021 – Dépôt légal : Novembre 2025

Imprimé et façonné en France