

**Évaluation de scénarios de plan d'aménagement
de ports minéraliers en Guinée maritime**

M. Diallo, D.L. Kourouma,
R.S. Mandjee, J.-P. Waaub

G-2019-77

October 2019

La collection *Les Cahiers du GERAD* est constituée des travaux de recherche menés par nos membres. La plupart de ces documents de travail a été soumis à des revues avec comité de révision. Lorsqu'un document est accepté et publié, le pdf original est retiré si c'est nécessaire et un lien vers l'article publié est ajouté.

Citation suggérée : M. Diallo, D.L. Kourouma, R.S. Mandjee, J.-P. Waaub (October 2019). Évaluation de scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime, Rapport technique, Les Cahiers du GERAD G-2019-77, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Avant de citer ce rapport technique, veuillez visiter notre site Web (<https://www.gerad.ca/fr/papers/G-2019-77>) afin de mettre à jour vos données de référence, s'il a été publié dans une revue scientifique.

The series *Les Cahiers du GERAD* consists of working papers carried out by our members. Most of these pre-prints have been submitted to peer-reviewed journals. When accepted and published, if necessary, the original pdf is removed and a link to the published article is added.

Suggested citation : M. Diallo, D.L. Kourouma, R.S. Mandjee, J.-P. Waaub (October 2019). Évaluation de scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime, Technical report, Les Cahiers du GERAD G-2019-77, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Before citing this technical report, please visit our website (<https://www.gerad.ca/en/papers/G-2019-77>) to update your reference data, if it has been published in a scientific journal.

La publication de ces rapports de recherche est rendue possible grâce au soutien de HEC Montréal, Polytechnique Montréal, Université McGill, Université du Québec à Montréal, ainsi que du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019
– Bibliothèque et Archives Canada, 2019

The publication of these research reports is made possible thanks to the support of HEC Montréal, Polytechnique Montréal, McGill University, Université du Québec à Montréal, as well as the Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies.

Legal deposit – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019
– Library and Archives Canada, 2019

GERAD HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Tél. : 514 340-6053
Télec. : 514 340-5665
info@gerad.ca
www.gerad.ca

Évaluation de scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime

Mariama Diallo ^{a, b, c, d}

Dan Lansana Kourouma ^{b, d}

Rehamtula Shazmane Mandjee ^{b, f}

Jean-Philippe Waaub ^{b, c, g}

^a *Sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal (UQÀM), Montréal (Québec), Canada, H2X 3Y7*

^b *GEIGER, UQÀM, Montréal (Québec), Canada, H3C 3P8*

^c *GERAD, HEC Montréal, Montréal (Québec), Canada, H3T 2A7*

^d *CNSHB, Boussoura, B.P. 4334, République de Guinée*

^e *CÉRE, Université de Conakry, Conakry, B.P. 3817 République de Guinée*

^f *Consultante spécialiste en SIG freelance et chargée de projet SIG pour IMPACT initiatives*

^g *Département de géographie, (UQÀM), Montréal (Québec), Canada, H3C 3P8*

mariama.diallo99@gmail.com

danlansana@gmail.com

s.mandjee@gmail.com

waaub.jean-philippe@uqam.ca

October 2019

Les Cahiers du GERAD

G-2019-77

Copyright © 2019 GERAD, Diallo, Kourouma, Mandjee, Waaub

Les textes publiés dans la série des rapports de recherche *Les Cahiers du GERAD* n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs. Les auteurs conservent leur droit d'auteur et leurs droits moraux sur leurs publications et les utilisateurs s'engagent à reconnaître et respecter les exigences légales associées à ces droits. Ainsi, les utilisateurs :

- Peuvent télécharger et imprimer une copie de toute publication du portail public aux fins d'étude ou de recherche privée ;
- Ne peuvent pas distribuer le matériel ou l'utiliser pour une activité à but lucratif ou pour un gain commercial ;
- Peuvent distribuer gratuitement l'URL identifiant la publication.

Si vous pensez que ce document enfreint le droit d'auteur, contactez-nous en fournissant des détails. Nous supprimerons immédiatement l'accès au travail et enquêterons sur votre demande.

The authors are exclusively responsible for the content of their research papers published in the series *Les Cahiers du GERAD*. Copyright and moral rights for the publications are retained by the authors and the users must commit themselves to recognize and abide the legal requirements associated with these rights. Thus, users :

- May download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research ;
- May not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain ;
- May freely distribute the URL identifying the publication.

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Abstract : Maritime Guinea is subject to the development of numerous mineral ports enabling the benefits of the mining sector to be fully realized. However, in Guinea, as in most areas with fragile coastal ecosystems, port development has effects on the biophysical and human environment. In this case, it is necessary to put in place effective strategies to assess the mineral port development plan scenarios upstream of the projects. The objective of this study is to assess the scenarios for the development of mineral ports in Maritime Guinea in order to make better decisions. To do this, we have linked multi-criteria decision support (AMCD) approaches in a multi-stakeholder context with Geographic Information Systems (GIS). The process involved a diversity of actors involved in port development issues in Guinea. Eight scenarios and nine criteria for benchmarking scenarios were developed. The scenarios are divided into two groups, the first is linked to the individualistic strategy in the implementation of the ports and the second is part of the strategy of sharing of the ports. The aggregation of scenario performance during the AMCD process was performed using the Visual PROMETHEE software. On the one hand, the GIS enabled the development of environmental stress maps and port development plan scenarios, and on the other, the evaluation of certain criteria. The analysis results show the strengths and weaknesses of each scenario as well as their storage for each of the actors and for the group. The scenarios oriented towards a strategy of sharing infrastructures generate more interest for all the actors. They have the advantage of meeting port infrastructure needs with shared costs. They both create wealth for the national economy and reduce environmental and social impacts.

Keywords : Mineral port, management plan scenarios, assessment, AMCD, GIS, maritime Guinea, halieutic biodiversity

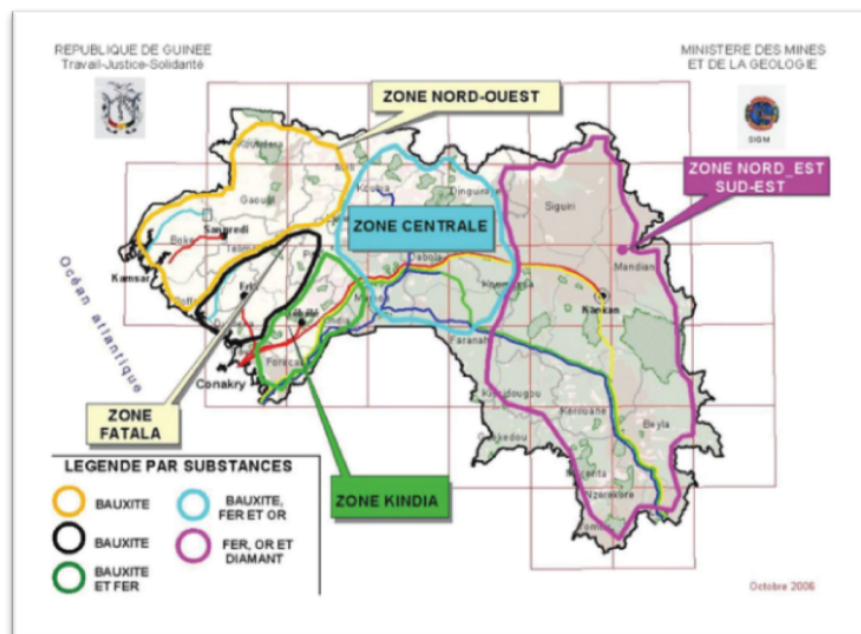
Résumé : La Guinée maritime est soumise à l'aménagement de nombreux ports minéraliers permettant de jouir à plein potentiel des avantages du secteur minier. Cependant, en Guinée comme dans la plupart des régions à écosystèmes côtiers fragiles, l'aménagement des ports entraîne des effets sur les milieux biophysiques et humains. Il est nécessaire dans ce cas de mettre en place des stratégies efficaces permettant d'évaluer les scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en amont des projets. Cette étude se fixe comme objectif, d'évaluer les scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime pour prendre de meilleures décisions. Pour ce faire, nous avons couplé les approches d'aide multicritère à la décision (AMCD) dans un contexte multi-acteurs, et les systèmes d'information géographique (SIG). Le processus a impliqué une diversité d'acteurs concernés par les problématiques de développement des ports en Guinée. Huit scénarios et neuf critères d'évaluation comparative des scénarios ont été élaborés. Les scénarios sont répartis en deux groupes, le premier est relié à la stratégie individualiste dans la mise en œuvre des ports et le second s'inscrit dans la stratégie de mutualisation des ports. L'agrégation des performances des scénarios lors du processus d'AMCD a été réalisée au moyen du logiciel Visual PROMETHEE. Les SIG ont permis d'une part d'élaborer les cartes de contraintes environnementales et les scénarios de plan d'aménagement de ports et, d'autre part, d'évaluer certains critères. Les résultats d'analyse montrent les forces et les faiblesses de chaque scénario ainsi que leur rangement pour chacun des acteurs et pour le groupe. Les scénarios orientés vers une stratégie de mutualisation des infrastructures suscitent plus d'intérêts pour l'ensemble des acteurs. Ils ont l'avantage de satisfaire les besoins en matière d'infrastructures portuaires avec des coûts partagés. Ils permettent à la fois de créer des richesses pour l'économie nationale et de réduire les effets environnementaux et sociaux.

Mots clés : Port minéralier, scénarios de plan d'aménagement, évaluation, AMCD, SIG, Guinée maritime, biodiversité halieutique

1 Introduction

La République de Guinée regorge d'importantes ressources minières. Elle figure parmi les plus grands producteurs de bauxite dans le monde, dont 40 milliards de tonnes prouvées (Ministère des Mines et de la Géologie, 2018). Elle dispose de nombreux autres gisements dont le fer (20 milliards de tonnes), l'or (700 000 tonnes), le diamant (500 millions de carats), etc. Les réserves de bauxite y sont estimées à environ 40 milliards de tonnes, ce qui correspond au tiers des réserves mondiales. Elle est aussi surtout connue pour l'importance de ses deux grands gisements de fer à savoir les monts Nimba et Simandou. Ces gisements sont répartis sur tout le territoire national comme le montre la carte de répartition du potentiel minier (figure 1). L'exploitation de ces gisements entraîne des besoins importants en infrastructures de transport, dont les ports minéraliers.

Malgré les efforts fournis pour l'exploitation de ces gisements, le secteur minier guinéen peine à optimiser les avantages tirés de ces ressources, en partie à cause de l'insuffisance des infrastructures. C'est dans ce contexte que le Gouvernement guinéen a fait appel au partenariat Public-Privé afin de mettre en œuvre des infrastructures nécessaires au développement de son secteur minier.



Source : Ministère des Mines et de la Géologie, République de Guinée

Figure 1: Répartition du potentiel minier en Guinée

L'État guinéen aurait dû jouer un rôle de levier en incitant les sociétés minières à la mutualisation des infrastructures, et éviter ainsi la dispersion des moyens et la démultiplication des infrastructures portuaires le long de la côte. En effet, en absence de mutualisation des infrastructures, la réalisation de multiples projets d'aménagement pourrait avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes côtiers en Guinée maritime. De plus, la réalisation des études d'impact environnemental et social (ÉIES) des ports manque de rigueur. Il y a aussi une quasi-absence de synergies entre les acteurs concernés notamment le gouvernement, les miniers et la société civile (Richard, 2012 ; Diallo et al., 2017).

Par ailleurs, la plupart des pays africains peine à réaliser l'évaluation environnementale stratégique en amont des projets (Samoura, 2011). Ce manque de prise en compte des préoccupations environnementales et sociales au niveau stratégique constitue une faiblesse du processus décisionnel. Sur le plan du contexte géographique, il est déjà établi que l'environnement côtier et marin de la Guinée est soumis à une forte pression anthropique qui a pour conséquences la perturbation des écosystèmes, la pollution des eaux marines et la baisse du stock halieutique (Guinée/PNUE, 2006 ; INS-environnement, 2013).

Actuellement, l'aménagement de treize (13) ports est projeté ou en cours de réalisation sur le littoral guinéen. Ce littoral d'environ 300 km de côte est bordé de forêts de mangrove abritant une riche biodiversité (Guinée-PNUE, 2006 ; Camara et al., 2016). Il fait l'objet d'importantes activités de pêche qui constituent une source de revenus pour la communauté côtière et l'État (Enda Diapol, 2007 ; PRAO-Guinée, 2018). En 2017, sa contribution à l'économie nationale s'élève à environ 136 millions de \$US (INS-RG, 2019, p.203). Les femmes jouent un rôle prépondérant dans ce secteur. En outre, les activités de pêche assurent la sécurité alimentaire pour une bonne partie de la population guinéenne. Ainsi, la politique sectorielle de la pêche en Guinée se fixe comme objectif principal « d'améliorer considérablement la contribution du secteur de la pêche et de l'aquaculture au développement économique de la Guinée, à la sécurité alimentaire, à la réduction durable de la pauvreté et à la protection environnementale ».

Dès lors, la question qui se pose est : comment réaliser les infrastructures minières et portuaires associées, avec le moins d'effets négatifs sur les ressources halieutiques ? Pour tenter de répondre à cette question, cet article vise à évaluer les effets de différents scénarios de plan d'aménagement de ports sur les ressources halieutiques en tenant compte des critères environnementaux, sociaux et économiques. Les critères techniques ne sont pas pris en compte du fait que l'étude met l'accent sur la conservation de la biodiversité halieutique. L'évaluation est effectuée à l'aide du modèle d'évaluation environnementale stratégique de plans d'aménagement de ports tel que présenté dans Diallo et al. (2019). Ce modèle intègre d'une part, l'aide multicritère à la décision dans un contexte multi-acteurs (AMCD) pour l'élaboration des scénarios ainsi que des critères, et d'autre part l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) pour l'élaboration des cartes de contraintes environnementales, la spatialisation des scénarios et leur évaluation au regard des critères spatiaux. En effet, le couplage AMCD-SIG a été utilisé dans différents domaines tels que l'aménagement du territoire ; la gestion des ressources naturelles et l'évaluation environnementale (Prévil et al., 2003 ; Vazquez et al., 2013b ; Guay, 2016 ; Vulevic et Dragovic, 2017), pour améliorer le processus d'aide à la décision.

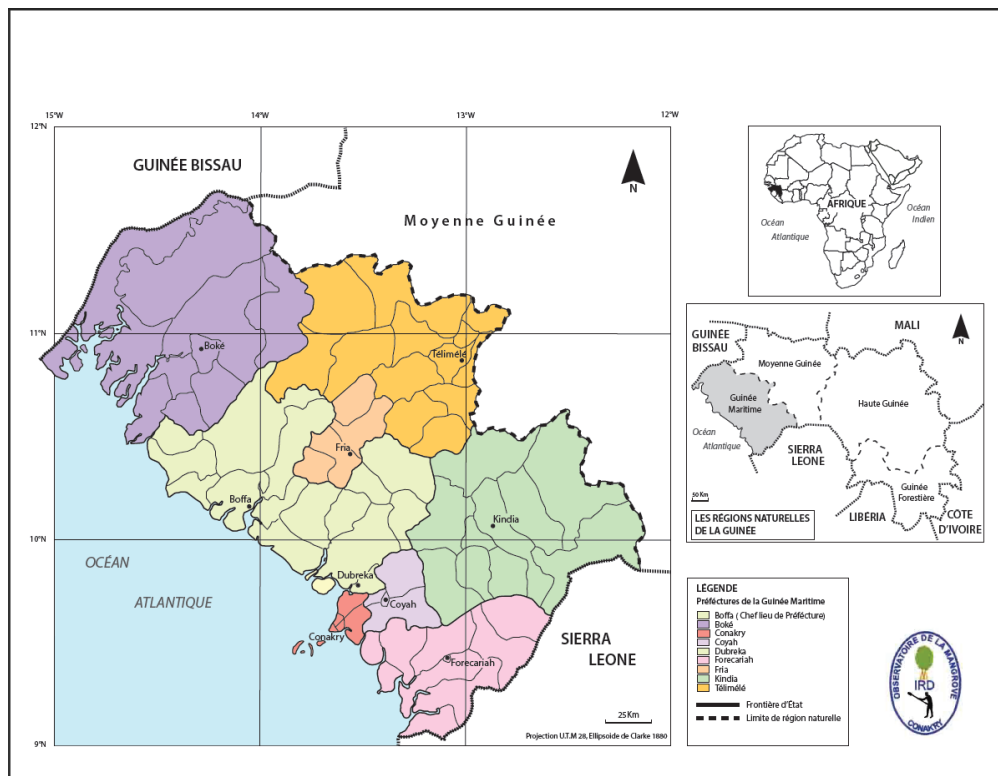
Les enquêtes de terrain ont été réalisées dans les préfectures de Boké, de Boffa, de Forécariah et dans la région spéciale de Conakry, entre novembre 2015 et février 2016. Elles ont concerné l'administration publique, les experts des institutions de recherche, la société civile et le secteur privé. Elles ont permis l'identification préliminaire des enjeux majeurs de l'aménagement des ports en Guinée maritime. Ces enjeux ont ensuite été soumis à la table de concertation organisée à Conakry pour consolidation et validation. Davantage d'informations sur cette table sont évoquées dans la deuxième section de cet article. La concertation avec les acteurs impliqués au processus de planification de l'aménagement des infrastructures portuaires a ainsi permis d'élaborer huit (8) scénarios de plan d'aménagement de ports en Guinée maritime. Elle a permis en outre d'identifier les enjeux majeurs et de les structurer en neuf (9) critères pour l'évaluation des scénarios.

L'article comprend neuf (9) grandes sections. Cette première section introduit l'étude, et aborde succinctement la problématique, le contexte, l'objectif, la méthodologie et les résultats attendus. La deuxième section présente le territoire d'étude et les contraintes environnementales reliées à chaque site d'aménagement des ports en Guinée maritime. La troisième section fait état de la participation des acteurs au processus d'ÉES des scénarios de plan d'aménagement des ports. La quatrième section décrit les différents scénarios avec une représentation cartographique à l'appui. La cinquième section mentionne les critères et indicateurs élaborés ainsi que leur mode de calcul. La sixième section aborde la pondération des critères par les différents acteurs qui ont pris part à la table de concertation à Conakry. La septième section présente la matrice des préférences élaborée et qui est intégrée au logiciel Visual PROMETHEE. La huitième section établit la synthèse des principaux résultats de l'analyse multicritère. La neuvième et dernière section aboutit à la conclusion et présente les limites de l'étude et quelques recommandations.

2 Territoire d'étude et contraintes environnementales

Le territoire touché par l'aménagement des ports se situe dans la région de la Guinée maritime nommée autrement la « Basse Guinée » (figure 2). Il couvre une superficie de 47 063 km² avec une densité

moyenne de 53 habitants par km². Les préfectures suivantes sont concernées : Boké, Boffa, Forécariah et la région spéciale de Conakry, capitale de la République de Guinée. Les infrastructures portuaires existantes et projetées se situent tout le long de la zone côtière ou dans les estuaires des principaux grands fleuves de la Guinée notamment le Tinguilinta (Rio Nunez) et le Kogon (Rio Componi) dans la préfecture de Boké, la Fatala (Rio Pongo) dans la préfecture de Boffa, la rivière Moribayah et la Forécariah dans la préfecture de Forécariah. Situé dans la partie ouest du pays, le littoral dans son ensemble est caractérisé sur 20 à 80 kilomètres de large par la présence quasi continue de marais maritimes colonisés par les forêts de mangrove, à l'exception du cap Verga et de la presqu'île de Conakry (Rossi et al., 2000). La mangrove couvre une superficie approximative de 270 000 hectares (PRAO-Guinée, 2015).



Source : Adapté de Rossi et al., 2000

Figure 2: Localisation de la Guinée maritime, Guinée, Afrique de l'Ouest

Son plateau continental s'étend sur 43 000 km² (jusqu'à 200 miles marins) et est reconnu comme le plus vaste de la région ouest-africaine (Domain et al., 1999; Diakité et al., 2015). Le climat de type subguinéen, est influencé par les courants alizé nord, alizé sud, celui des Canaries et le contre-courant alizé (Guinée/PNUE, 2006). Deux saisons couvrent l'année, la saison des pluies qui s'étale de mai à octobre et la saison sèche. La pluviométrie est abondante sur la côte, et oscille entre 2 296 - 4 500 mm par an (République de Guinée, 2007; INS-RG, 2019).

La zone côtière guinéenne accueille six (6) sites Ramsar (figure 3) dont la superficie est estimée à 155 091 hectares (INS-environnement, 2013). Il s'agit de l'île Tristao, de l'île Alcatraz, du Delta du Konkouré, du Rio Pongo, des îles de Loos et de l'Estuaire de la Méllakoré. L'établissement du statut d'aire protégée pour l'estuaire de la Méllakoré est en cours. En outre, la zone côtière guinéenne abrite les plus grandes plaines rizicoles de front de mer (Sidibé et al., 2015).

La population de la Guinée maritime était estimée à 4 305 494 habitants en 2014 (INS-RG, 2015). L'ethnie Soussou est majoritaire sur la côte. Cependant, les petites communautés de Nalous, de Baga, de Landouma, de Mikiforé, de Balanta et de Mandeniyi restent parsemées sur toute la zone côtière, elles représentent les autochtones de la zone côtière. Les Peuls sont présents partout sur le littoral en

raison de leurs activités économiques et pastorales. Quelques pêcheurs migrants tels que les léonais, sénégalais et bissagais sont également présents sur le littoral.

La section suivante présente les différentes préfectures concernées par les aménagements portuaires, ainsi que les contraintes environnementales reliées à chacun des sites (tableau 1).

Tableau 1: Préfectures et contraintes environnementales des sites portuaires

Préfecture	Superficie (km ²)	Population en 2014	Sites portuaires concernés	Synthèse des contraintes environnementales
Boké	11 145	450 278	Kamsar, Kabata, Tarensa, Dapillon, Katougouma Bogoroya, Dobali	À Boké, tous les ports sont fluviaux et localisés dans les estuaires du fleuve Rio Nunez. Ces estuaires bordés par des écosystèmes de mangrove constituent des zones de nourriceries et de frayères pour des ressources halieutiques. Le projet de port de Dobali est situé au sein de l'aire marine protégée (AMP) des îles Tristao. L'AMP du Delta de Kapatchez est localisée à environ 30 km au sud de Kamsar. C'est une zone de migration, de reproduction, de frayère et de nourricerie des espèces de faunes côtières et marines. Boké occupe le deuxième rang après Boffa en termes d'exploitation des ressources halieutiques en Guinée maritime. Sa production en 2017 est estimée à 52 612 tonnes.
Boffa	5 050	212 583	Cap Verga, Baralendé	Contrairement à Baralendé, Cap Verga n'est pas couverte par l'écosystème de mangrove, toutefois elle possède de belles plages de sable blanc qui sont des zones de nidification pour les tortues marines. Elle est également attrayante pour les touristes. Ces deux sites sont situés entre les aires protégées Kapatchez et Rio Pongo. Par la richesse de son écosystème en biodiversité, le Rio Pongo est classé comme Hot-spot. Sur l'ensemble du littoral, la préfecture de Boffa enregistre la plus grande production en ressource halieutique, soit, 65 064 tonnes en 2017.
Forécariah	4 384	242 942	Senguelen, Konta, Matakang	Forécariah possède de grandes plaines aménagées notamment à Kaback et à Kakossa qui sont souvent confrontées aux inondations. Comparativement aux autres préfectures de la basse côte, la production en poissons à Forécariah est relativement faible, soit 19 348 tonnes en 2017. De nombreux sites culturels sont rencontrés dans la localité de Forécariah.
Région spéciale de Conakry	450	1 660 973	Port autonome de Conakry	Le Port Autonome de Conakry à caractère multi-usagers, constitue le principal port commercial du pays. Englouti dans la capitale, il semble atteindre sa capacité de charge. En 2016, environ 1 115 navires de tous types y ont été enregistrés. Le trafic minéralier représentait 101 navires contrairement aux porte-conteneurs dont les activités étaient les plus importantes avec 223 navires en 2015. Il représente le poumon économique du pays. En 2017, sur 291 195 tonnes de produits de pêche débarqués, 37 064 tonnes relèvent de la pêche artisanale.

Source : Doumboyah et Magassouba, 2014 ; Nodalis, 2014 ; INS-RG, 2015 ; INS-Environnement, 2018 ; INS-RG, 2019

La carte qui suit (figure 3) présente quelques contraintes environnementales de la Guinée maritime. Elle représente les aires marines protégées, les ports minéraliers (existants et en projet) et les principaux ports de pêche.

3 Concertation et acteurs impliqués au processus décisionnel

Une table de concertation a eu lieu à Conakry au mois de février 2016 au sein du Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB). En effet, compte tenu de l'importance des résultats

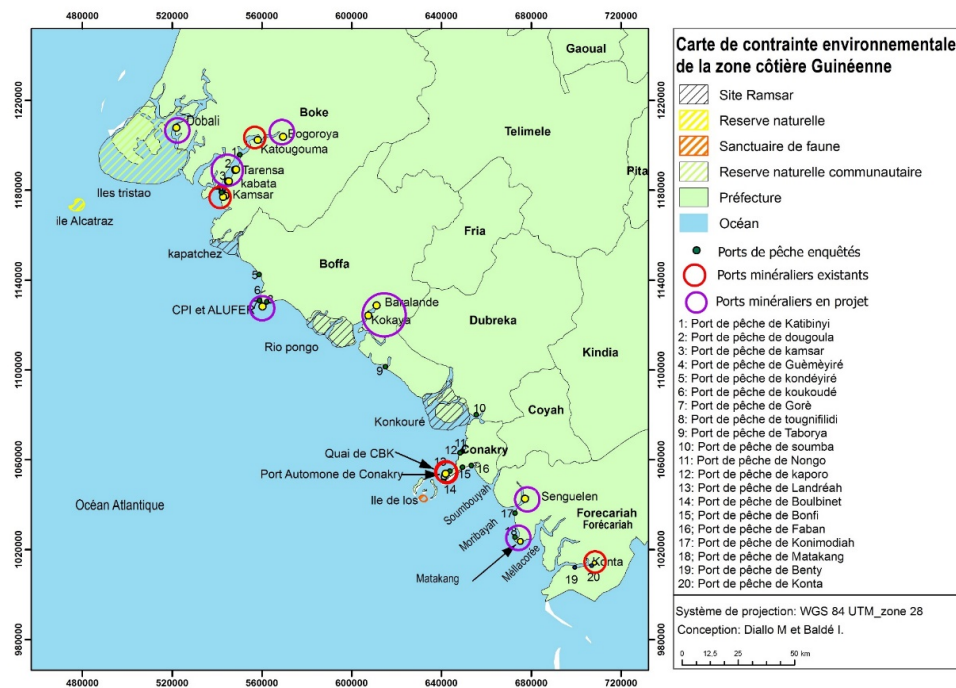


Figure 3: Contraintes environnementales de la Guinée maritime

attendus de l'étude pour la prise en compte de la conservation des ressources halieutiques dans la planification des ports le long de la côte guinéenne, le CNSHB a manifesté un intérêt particulier pour l'étude et s'est positionné comme ancrage principal. Toutefois, il faut aussi noter une forte implication du ministère responsable des transports maritimes tout au long de ce processus de concertation et de collecte des données. Enfin, il convient de mentionner l'accompagnement administratif du Bureau guinéen d'études et d'évaluation environnementale (BGÉÉE) dont les préoccupations cadrent avec les objectifs de l'étude.

Selon la typologie présentée par Prades et al. (1998) et que nous avons adoptée, les acteurs présents à la table de concertation (tableau 2) appartenaient aux quatre catégories suivantes : i) les représentants du gouvernement ou de l'administration publique ; ii) les experts des institutions d'enseignement et de recherche ; iii) la société civile représentée par certaines organisations non gouvernementales (ONG) locales ; et iv) le secteur privé représenté par les compagnies minières responsables de l'aménagement et de l'exploitation des infrastructures portuaires. Ces acteurs sont au nombre de 25 et ont été mandatés par leurs institutions d'attache à la suite de lettres d'invitation adressées aux différentes structures concernées.

Il est à noter que, avant l'atelier de concertation autour de la table à Conakry, une équipe restreinte de 4 chercheurs : un halieute, une biologiste environnementaliste, un écologiste et un géologue-cartographe se sont réunis au CNSHB pour saisir les données collectées sur le terrain, les organiser et structurer les enjeux en critères. Le géologue-cartographe a élaboré les cartes de contraintes environnementales et de scénarios. Ces résultats ont permis d'animer la discussion au tour de la table, et de mieux définir les enjeux, les critères et indicateurs. Dans la même logique, quatre scénarios élaborés sur la base du plan Directeur d'aménagement des infrastructures minières et connexes en Guinée (Nodalis, 2014) et des préoccupations recueillies lors des enquêtes de terrain ont été présentés aux acteurs pour appréciation et amélioration. Cet exercice a abouti à une proposition de nouveaux scénarios par les acteurs présents conformément à la section 4 de cet article. Chaque acteur a ensuite pondéré sur 100 points les critères retenus, en fonction de l'importance relative qu'il leur accorde (voir section 6). Le processus de concertation s'est étendu sur quatre mois avec plusieurs types d'échanges : des rencontres individualisées et des groupes de discussion avec les acteurs (entretiens semi-dirigés), un atelier de

concertation d'une journée organisée en présence de tous les acteurs, des échanges par courriel sur les discussions tenues ou sur des précisions avec certains acteurs.

Davantage de détails sur les scénarios et critères élaborés sont abordés plus bas aux sections 4 et 5. Le tableau 2 présente les acteurs qui ont pris part au processus décisionnel. Parmi eux, 18 ont attribué des poids aux critères selon leur importance relative. Malgré les consignes données au début du processus de concertation, nous ignorons les raisons qui ont motivé certains acteurs à ne pas se prononcer sur les poids (ces acteurs sont désignés par * au tableau 2). Nous estimons tout de même que les 18 acteurs présents notamment six (6) pour l'administration publique, trois (3) pour la société civile, quatre (4) pour le secteur privé et cinq (5) pour les experts sont représentatifs pour effectuer une évaluation comparative des scénarios. Ils représentent également divers acteurs clés de l'aménagement des ports en Guinée maritime. Dans le même sens, l'implication d'un maximum d'acteurs se justifie par la prise en compte des préoccupations et des arguments sur l'opportunité de la planification. Comme le souligne Lavaud-Letilleul (2014) dans l'aménagement des projets portuaires, les écologistes se focalisent souvent sur les enjeux reliés au maintien des habitats et à la biodiversité. Quant aux habitants proches du projet, ils se préoccupent de l'évolution de la qualité de vie. Les points de vue des élus locaux varient entre le soutien au projet dans la mesure où il y a des opportunités d'emplois et des revenus fiscaux, et l'opposition du fait des impacts négatifs potentiels sur l'environnement biophysique et humain. À l'instar de cet auteur, nous dirons que les points de vue varient, donc pour mieux prendre en compte des préoccupations des uns et des autres, il faut élargir le débat et concerter au mieux les acteurs.

Les jeux de poids des critères sont exposés à la section 6 de cet article.

Tableau 2: Acteurs impliqués au processus décisionnel

Catégories d'acteurs	Parties prenantes à la concertation
Administration publique ou Gouvernement	1. Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB). Départements Gestion du navire GLC et organisation de la campagne de recherche, ministère de la Pêche, de l'Aquaculture et l'Économie maritime. 2. *Observatoire national de la pêche (ONP), ministère de la Pêche. 3. Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC); ministère de l'Environnement des Eaux et forêts (MEEF). 4. Direction nationale de la pêche maritime (DNPM), ministère de la Pêche, de l'Aquaculture et l'Économie maritime. 5. Bureau d'études stratégiques (BÉS), ministère des Mines et de la Géologie. 6. Direction nationale du plan (DNP), ministère du Plan et de la Coopération internationale. 7. Office guinéen des parcs et réserves (OGUIPAR), MEEF. 8. *Direction de l'Aménagement du territoire et de l'urbanisme, ministère de la Ville et de l'Aménagement du Territoire.
Experts	9. CNSHB - Département de socioéconomie. 10. *CNSHB - Département de la pêche artisanale. 11. *CNSHB - Département de la pêche industrielle. 12. *CNSHB - Département de la gestion du littoral. 13. Centre d'études et de recherche en environnement (CÉRE), Université de Conakry. 14. École doctorale (ED) du Centre de recherche scientifique de Conakry Rogbané (CERESCOR). 15. Observatoire national de développement de la République de Guinée (ONDRG), ministère du Plan et de la Coopération internationale. 16. Bureau guinéen d'études et d'évaluation environnementale (BGÉEE), MEEF. 17. *Direction nationale des mines et de la géologie, ministère des Mines et de la Géologie. 18. * Département de génie chimique, Université Gamal Abdel Nasser de Guinée.
Société civile	19. Partenariat recherche environnement média (PREM) - ONG locale. 20. Action pour le développement durable (ADD) - ONG locale. 21. Confédération nationale des professionnels de la pêche (CONAPEG).
Secteur privé	22. Eurasian - Société minière et responsable du projet de construction du port à Kokaya. 23. Alufer - Société minière et responsable de construction du port à Cap Verga. 24. CPI - Société minière et responsable du projet de construction du port à Cap Verga. 25. GAC-EGA - Société minière et membre affilié à la gestion du port de Kamsar.

4 Description et spatialisation des scénarios de plan d'aménagement

L'élaboration de scénarios peut se faire de façon participative avec une implication de plusieurs acteurs ou rester l'apanage d'un seul décideur et de son analyste (Guay, 2016). Sur la base d'une revue de la littérature, du plan Directeur de l'aménagement des infrastructures minières et connexes (Nodal, 2014), de l'expérience et de l'expertise de l'équipe de recherche, quatre (4) scénarios ont été préalablement proposés aux acteurs à la table de concertation organisée à Conakry afin de stimuler leurs contributions. Au regard des enjeux reliés à l'aménagement de ports, de nouveaux scénarios ont été proposés par certains acteurs et d'autres ont été jugés inacceptables, dont certains actuellement planifiés par des compagnies minières. Au final, huit (8) scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime ont été retenus pour les fins de cette évaluation. Ce choix prend en compte les préoccupations et intérêts des uns et des autres, notamment sur la sensibilité des composantes environnementales et sociales du milieu (présence d'aires marines protégées, activités génératrices de revenus dont la pêche), la proximité des sites minières, l'accessibilité des sites portuaires, le déplacement de population, etc.

Chaque scénario résulte des combinaisons de plusieurs ports, à la fois des ports côtiers (front de mer) et fluviaux, ou uniquement des ports côtiers. Leur aménagement pourra se faire progressivement jusqu'en 2030, période à laquelle suffisamment de barrages hydroélectriques, tels que les projets identifiés et analysés par Kourouma (2005) et Samoura (2011), seront réalisés en Guinée pour répondre aux besoins du secteur minier. Ces besoins s'inscrivent dans un cadre de transformation sur place de toute la quantité de bauxite produite en alumine, mais aussi la réalisation des infrastructures ferroviaires et routières nécessaires reliant les sites miniers aux ports. Le projet transguinéen qui incarne assez d'espoirs pour le gouvernement et les compagnies minières évoluant dans le sud du pays s'inscrit dans ce cadre.

Les cartes de scénarios ont été produites sous ArcGIS, utilisant les données de limites administratives de la Guinée, les calculs de volume de marchandises pour chaque port (tableau 17), ainsi que les données sur les aires marines protégées (Bonnin et al., 2013). Toutes les données ont ensuite été vérifiées par des visites de terrain qui ont permis de géoréférencer les sites portuaires et les données manquantes. Selon les scénarios élaborés, ces données ont été superposées sur une image satellite de Digital Globe de manière à obtenir une vision d'ensemble des ports et des enjeux reliés à leurs aménagements.

Au regard des préoccupations qui ont été formulées lors des échanges entre les acteurs, les scénarios ont été répartis en deux (2) catégories de stratégies :

- Stratégie 1. Scénarios individualistes et d'investissements privés

Dans ce cas, le développement des infrastructures se fait de façon illimitée voir anarchique selon la demande des entreprises minières. Cette stratégie est basée sur la construction de nombreux ports ou même de simples quais dont la capacité ne pourra supporter que les besoins d'une seule compagnie. Il s'agit dans certains cas, des petits ports fluviaux qui se réalisent dans des espaces réduits offrant de faibles capacités d'accueil et de développement pour les navires à grands gabarits. Cinq scénarios s'inscrivent dans cette stratégie, soit les *scénarios 2, 3, 4, 5 et 6*.

- Stratégie 2. Scénarios de mutualisation des infrastructures

La mutualisation des infrastructures est une stratégie concertée qui répond aux politiques minières et de la pêche. Elle favorise la transformation locale et la promotion de l'investissement privé, la protection des ressources, la pérennisation de la pêche artisanale, la préservation des habitats naturels et de la biodiversité halieutique. Il s'agit de la réalisation de grandes infrastructures portuaires dont l'exploitation est mutualisée. C'est dans ce cadre d'ailleurs que le plan directeur d'aménagement des infrastructures minières connexes a été élaboré par le gouvernement guinéen avec le soutien de la Banque mondiale (Nodal, 2014). Trois scénarios s'inscrivent dans cette stratégie, soient les *scénarios 1, 7 et 8*.

Nous précisons qu'il existe de nos jours 7 ports en activités sur la zone côtière guinéenne, soient les ports de Kamsar, de Katougouma, de Dapilon, de Tarenza, de Bel-Air Minning (cap Varga), du port Autonome de Conakry et de Konta. Par contre dans cette étude, les scénarios de plan d'aménagement des ports minéraliers avaient été modélisés sur la base des 5 ports (Kamsar, Katougouma, Dapilon, port Autonome de Conakry et Konta) qui existaient il y a de cela 6 mois, ce qui fait que les ports de Tarenza et de Bel-Air Minning (Cap Varga) sont considérés comme des projets de ports. Cette étude étant arrivée à terme, toute modification majeure pourrait avoir des conséquences sur des résultats attendus.

Dans la modélisation des scénarios, les 5 ports déjà existants sont pris en compte comme c'est le cas des scénarios 1, 2, 3, 4, 5, et 6 ; et dans d'autres, il y a plutôt une réduction des ports existants comme c'est le cas des scénarios 7 et 8. Les différents scénarios retenus et leur spatialisation sont présentés ci-dessous (figures 4 à 11).

Scénario 1 : Situation existante améliorée (5+1 ports)

Le statu quo (figure 4) correspond aux améliorations minimales nécessaires à apporter à la situation existante. Les ports existants sont les suivants : Kamsar, Dapilon, Katougouma, Conakry et Konta. Seul le Port autonome de Conakry est côtier et multi-usager. Dans ce scénario, la réalisation d'un nouveau port multi-usager à Matakang est proposée. Ce nouveau port pourrait assurer le relai de celui de Conakry qui a presque atteint sa capacité de charge. Il va assurer la manutention d'importantes quantités d'hydrocarbures et des minerais provenant du sud-est du pays, d'une partie du centre et de la zone de Kindia.

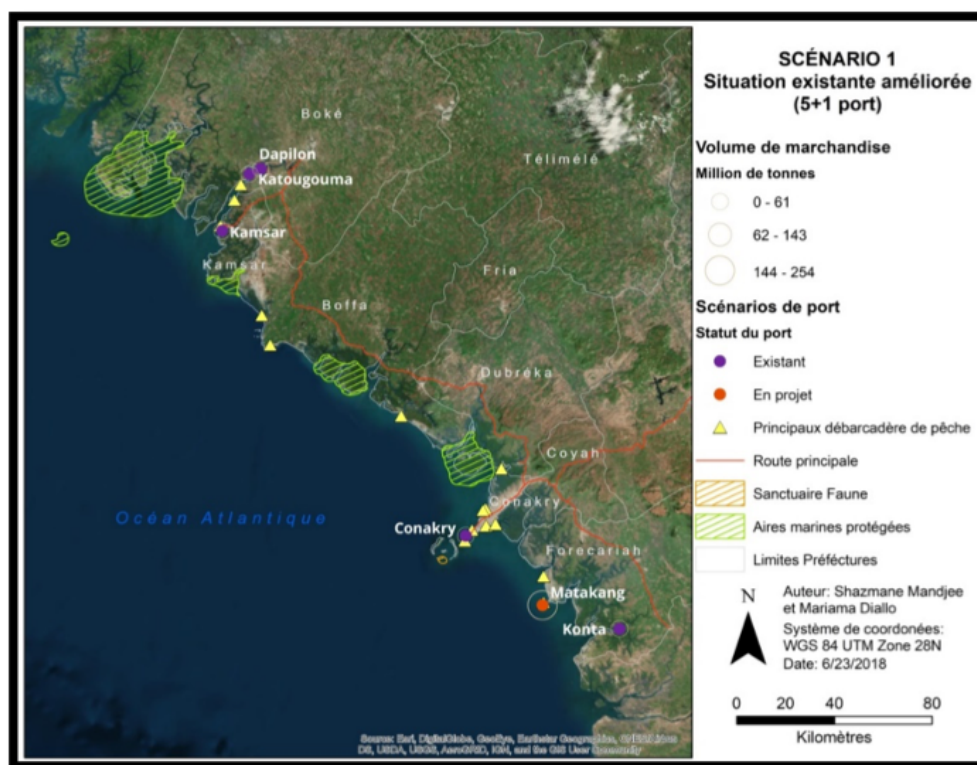


Figure 4: Spatialisation du scénario 1 : situation existante améliorée (5+1 ports)

Scénario 2 : Cap Varga et Senguelen (5+1 ports)

Il s'agit à ce niveau du maintien des ports déjà en place et de la construction de 2 nouveaux ports à Cap Varga et à Senguelen (figure 5). Le port de Cap Varga doit aussi être multi-usager pour combler

le déficit de capacité du Port Autonome de Conakry. Il assurera la manutention des marchandises diverses et celle des minerais provenant des localités du nord-ouest, du centre et de la zone Fataala. Quant au port de Senguelen, il servira pour le transport des minerais de fer du sud-est du pays.

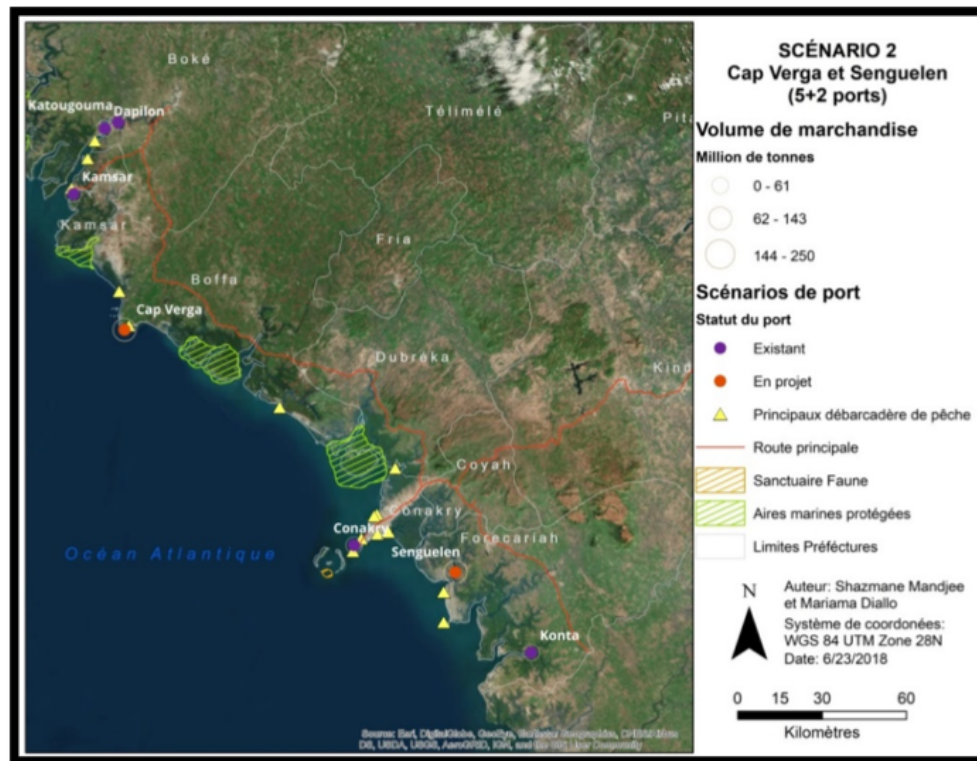


Figure 5: Spatialisation du scénario 2 : Cap Verga et Senguelen (5+2 ports)

Scénario 3 : Matakang et Cap Verga (7+2 ports)

Dans ce scénario (figure 6), le maintien des ports existants (Kamsar, Dapilon, Katougouma, Conakry et Konta) et la réalisation de 2 nouveaux ports multi-usagers à Cap Verga et à Matakang sont préconisés. Le rôle de chacun est décrit dans les scénarios précédents.

Scénario 4 : Matakang, Cap Verga et Tarenza (5+3 ports)

Ce scénario (figure 7) inclut le maintien des ports existants et l'aménagement de trois nouveaux ports soit, Tarenza, Cap Verga et Matakang. Tarenza sera un petit port fluvial situé à la limite des ports de Dapilon et de Kamsar. Ce scénario pourra assurer l'acheminement des produits minéraliers de toutes les régions de la Guinée.

Scénario 5 : 5 nouveaux ports (5+5 ports).

Il est question dans ce scénario (figure 8) d'aménager cinq autres ports en plus des ports existants sur le littoral. Ces nouveaux ports à réaliser sont : Matakang, Senguelen, Cap Verga, Bogoroya, et Baralendé. Les deux derniers sont des petits ports fluviaux à vocation minéralière. Ce scénario, comme le précédent, pourra assurer le transport de tous les produits minéraliers prévus.

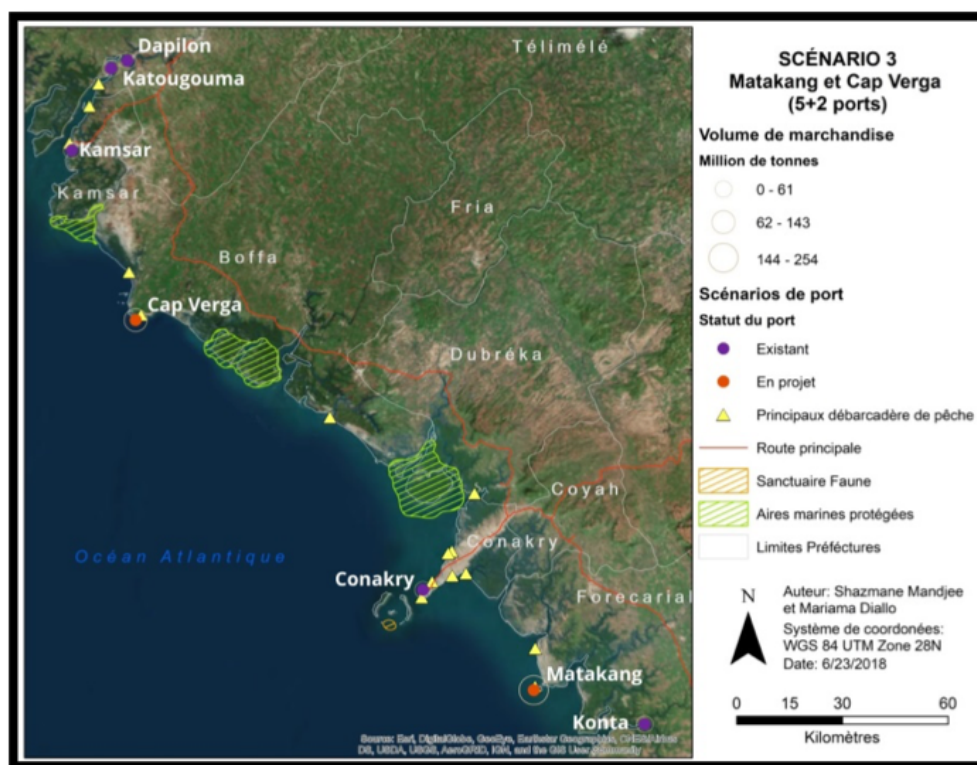


Figure 6: Spatialisation du scénario 3 : Matakang et Cap Verga (5+2 ports)

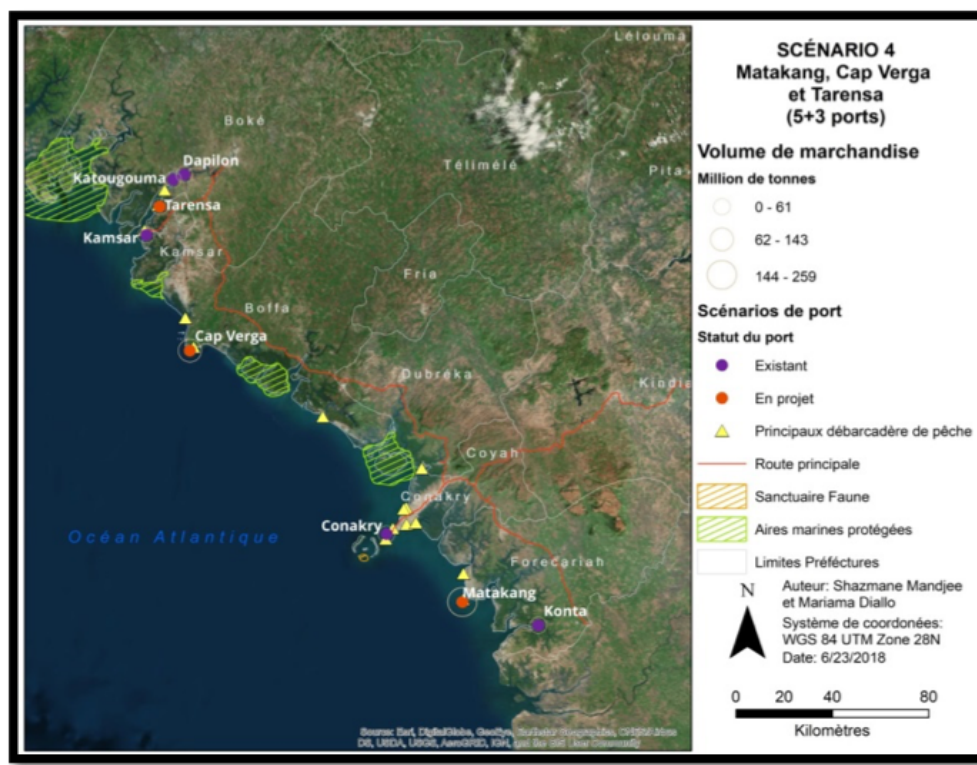


Figure 7: Spatialisation du scénario 4 : Matakang, Cap Verga et Tarensa (5+3 ports)

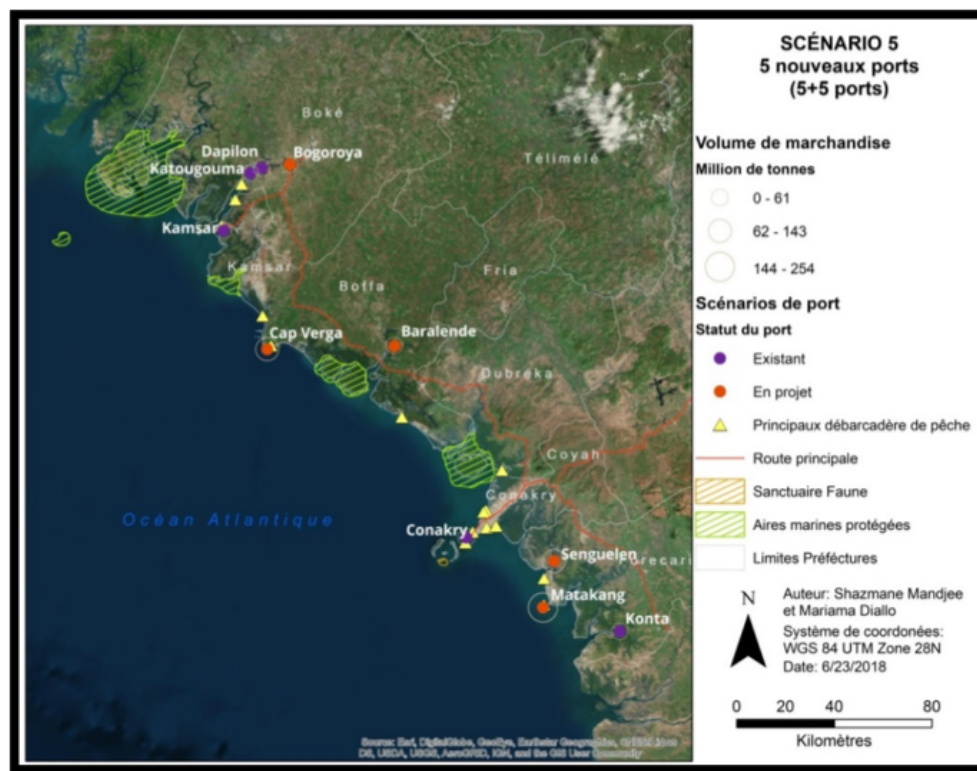


Figure 8: Spatialisation du scénario 5 : 5 nouveaux ports (5+5 ports)

Scénario 6 : 8 nouveaux ports (5+8 ports).

Ce scénario (figure 9) donne l'opportunité à toutes les compagnies minières de réaliser leur propre port. Notons que la plupart de ces compagnies minières ont obtenu le permis de construction de leur infrastructure portuaire. Ainsi, en plus des cinq ports existants de Kamsar, Dapilon, Katougouma, Conakry, et Konta, il y aurait également les huit nouveaux ports de Matakang, Senguelen, Cap Verga, Bogoroya, Baralendé, Tarensa, Kabata et Dobali. Ces ports sont répartis sur toute la zone côtière, de Boké à Forécariah en passant par Boffa, Dubréka, Conakry et Coyah. Pour l'instant et à notre connaissance, seules les préfectures de Dubréka et de Coyah sont épargnées par les projets de construction des ports.

Scénario 7 : 47% alumine (3+2 ports).

Ce scénario (figure 10) inclut l'aménagement de deux mégas ports multi-usagers à Matakang et à Cap Verga en plus des ports de Kamsar, Dapilon et Conakry. Les ports de Katougouma dans Boké et Konta dans Forécariah devraient être fermés et les sites à réaménager. Ce scénario est basé sur l'objectif de transformation sur place de 47 % de la production de la bauxite, en alumine, ce qui pourrait ainsi réduire la quantité de produits miniers à exporter puisqu'une tonne d'alumine aura été produite à partir de 3 tonnes de bauxite (voir tableau 7). Il s'agirait ainsi de l'exportation de 53% de bauxite brute et de 47% de bauxite transformée en alumine. Ce scénario fait l'hypothèse que l'énergie hydroélectrique pourrait combler une grande partie des besoins du secteur minier. Il devrait aussi rehausser les recettes de l'État et créer de nombreux emplois locaux.

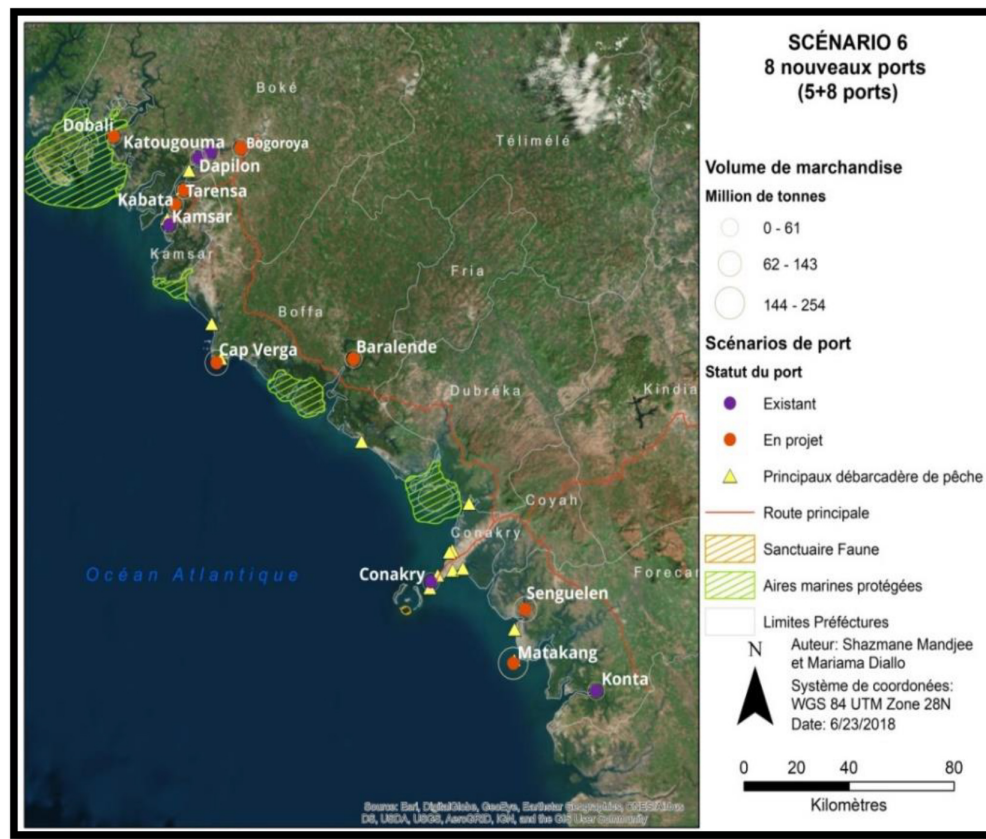


Figure 9: Spatialisation du scénario 6 : 8 nouveaux ports (5+8 ports)

Scénario 8 : 100% alumine (2+2 ports).

Ce scénario (figure 11) n'inclut que 4 ports qui pourront jouir de leur pleine capacité afin de répondre aux attentes de tous les partenaires publics et privés dans la commercialisation des marchandises diverses et des produits miniers. Il s'agit des ports de Kamsar, de Conakry, de Matakang, et de Cap Verga. Comme mentionné pour le scénario 7, les autres ports existants seront fermés et leurs sites reverdis pour redonner un meilleur état aux écosystèmes côtiers. À l'horizon 2030, il est prévu de transformer sur place toute la quantité de bauxite produite, en alumine. Comme dans le scénario 7, une disponibilité suffisante d'énergie hydroélectrique constituera un atout majeur pour la mise en œuvre effective de ce scénario. Les avantages économiques pourraient être plus importants que toutes les autres prévisions.

5 Description des critères et indicateurs d'évaluation

Les scénarios d'aménagements portuaires en Guinée maritime ont été évalués selon neuf critères et indicateurs (tableau 3), regroupés en trois (3) catégories selon les dimensions du développement durable. Roy et Bouyssou (1993) prescrivent que les critères doivent respecter les principes d'exhaustivité, de cohérence et de non-redondance. Suite à cette analyse, sur les quatorze (14) critères préalablement identifiés par les acteurs, neuf (9) ont été retenus dans le cas de cette étude. Pour une meilleure compréhension, certains critères ont été reformulés selon l'objectif général de cette étude, d'autres, considérés comme redondants, ont été regroupés.

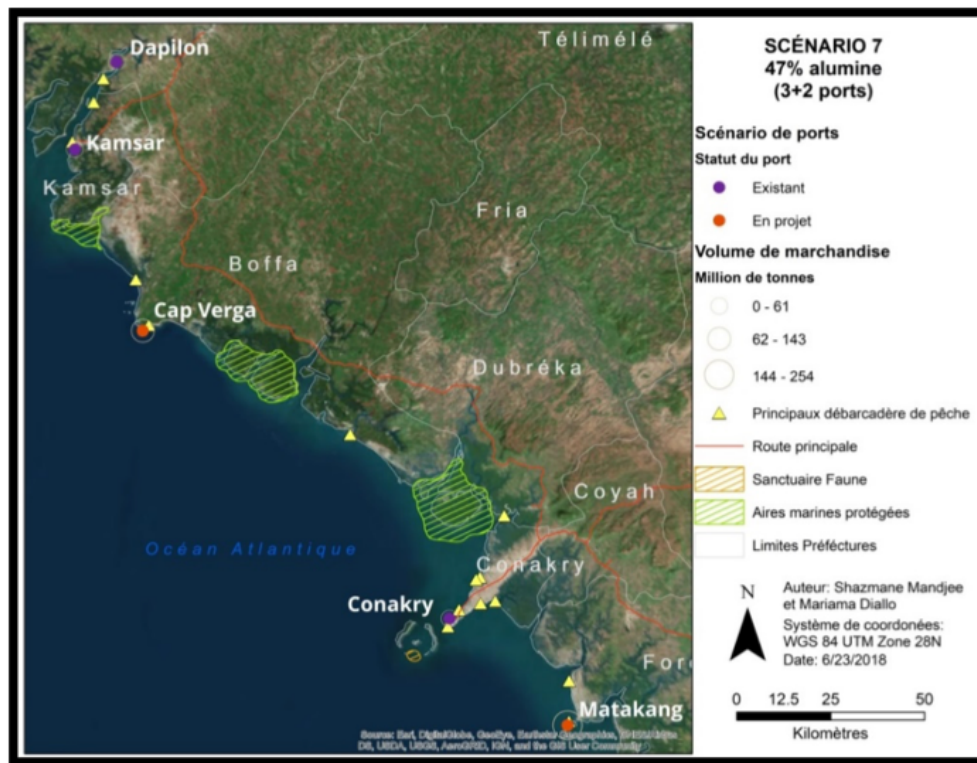


Figure 10: Spatialisation du scénario 7 : 47% alumine (3+2 ports)

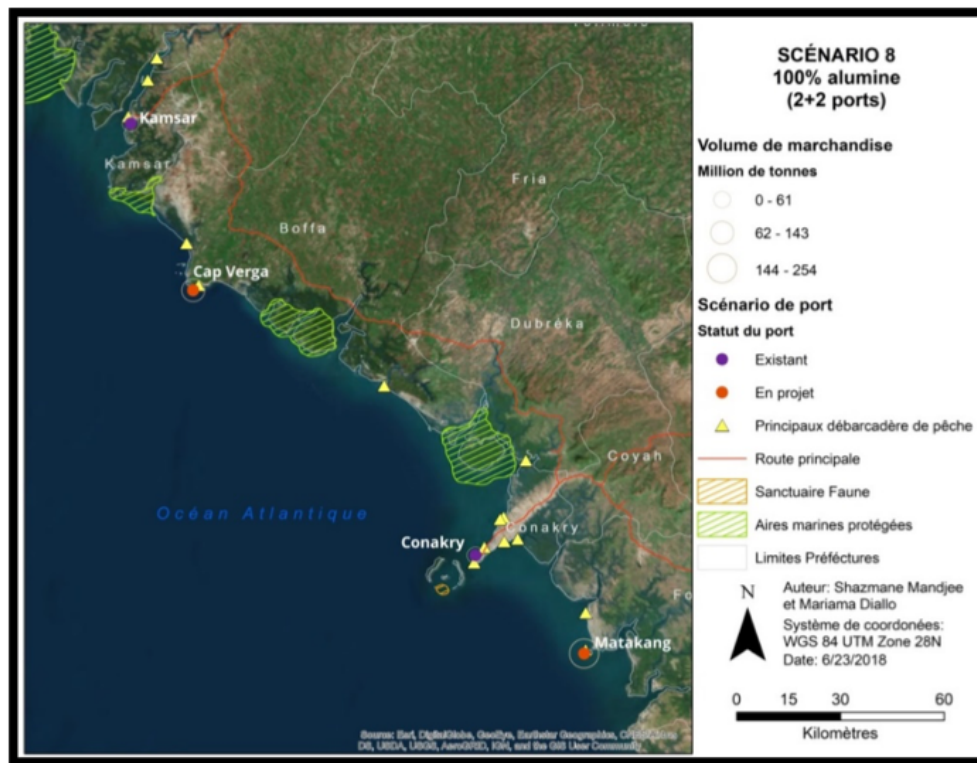


Figure 11: Spatialisation du scénario 8 : 100% alumine (2+2 ports)

Tableau 3: Synthèse des critères et indicateurs retenus

Enjeux	Critères	Indicateurs	Types d'échelle	Sens
Dimension environnementale				
Écosystèmes et biodiversité (ENV1)	Habitats et écosystèmes affectés (ENV1.1)	Superficie des emprises des infrastructures	Numérique	Min
	Communautés benthiques affectées par les sédiments dragués (ENV1.2)	Volume de sédiments dragués	Numérique	Min
Qualité des eaux marines (ENV2)	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	Quantité de substances dangereuses transportées	Numérique	Min
Changements climatiques (ENV3)	Contribution aux émissions de gaz à effet de serre (GES) (ENV3.1)	Quantité de CO ₂ émis	Numérique	Min
Dimension sociale				
Déplacement de populations (SOC1)	Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)	Nombre de personnes déplacées	Numérique	Min
Santé et sécurité des pêcheurs (SOC2)	Risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1)	Niveau de risque	Qualitatif 1= Faible 2= Moyen 3= Fort 4= Très fort	Min
Dimension économique				
Emplois (ÉCO1)	Emplois créés (ÉCO1.1)	Nombre d'emplois projetés	Numérique	Max
Retombées économiques de l'exploitation des ressources halieutiques (ÉCO2)	Perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1)	Nombre de navires	Numérique	Min
Revenus en taxes et redevances (ÉCO3)	Revenus générés par l'État (ÉCO3.1)	Montant des revenus	Monétaire	Max

5.1 Critères environnementaux

5.1.1 Habitats et écosystèmes affectés (ENV1.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Il désigne les habitats terrestres et marins côtiers pouvant être affectés par les infrastructures portuaires et le trafic des navires. Ces habitats concernent les écosystèmes de mangroves, les estuaires, les zones humides, les plages et les eaux marines peu profondes. Le milieu aquatique concerne le bassin du port, le couloir de migration des navires ou le chenal d'accès du port.

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure des habitats et écosystèmes affectés est le nombre total d'hectares des ports constituant le scénario, incluant les portions aquatiques (bassin d'amarrage) et terrestres (tableau 4). Ce tableau fournit également la part des écosystèmes de mangrove par rapport à la superficie totale des habitats potentiellement affectés par la construction des infrastructures portuaires. Les sites portuaires ont été géolocalisés, ce qui a permis de calculer à l'aide d'images *Google Earth* les superficies des aires susceptibles d'être affectées. Ensuite, ces données ont été reportées dans ArcGis pour élaborer les cartes de contraintes environnementales. En effet, nous avons calculé la superficie des emprises des infrastructures et le chenal d'accès des navires au port. Les habitats situés dans l'emprise des infrastructures concernent les mangroves, les rizières, les berges ou la côte, et ceux situés le long des chenaux. Pour calculer le chenal d'accès, nous avons utilisé des données techniques de ports existants

et le rapport de Nodalys (2014). Cependant, le canal de navigation à partir du bassin d'amarrage des navires jusqu'au point de transbordement en mer n'est pas pris en compte dans l'AMCD.

Tableau 4: Habitats potentiellement affectés par les scénarios de plan d'aménagement de ports

Scénarios	Habitats potentiellement affectés			
	Terrestres (ha)	Aquatiques (ha)	Superficie totale (ha)	Perte de mangroves (ha)
Sc1	488,90	6165,10	6 654,00	167,04
Sc2	759,90	8422,30	9 182,20	172,7
Sc3	713,90	10083,10	10 797,00	167,04
Sc4	783,90	10606,91	11 390,81	186,74
Sc5	890,30	11735,06	12 625,36	186,9
Sc6	1 021,73	13284,20	14 305,93	218
Sc7	934,00	8550,70	9 484,70	159,97
Sc8	348,30	7797,70	8 146,00	156,6

5.1.2 Communautés benthiques affectées par les sédiments dragués (ENV1.2)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Il traduit les atteintes aux communautés benthiques par des activités de dragage. Le dragage constitue une activité vitale pour faciliter l'accès des navires au port. Cependant, sa réalisation peut provoquer la destruction d'habitats et la disparition des espèces qui y vivent. La destruction et l'altération des communautés benthiques dont se nourrissent les poissons ont des effets très marquants sur le régime trophique et l'ensemble de l'écosystème.

En effet, les pressions anthropiques qui exercent le plus d'influence sur l'équilibre sédimentaire sont les ports et les barrages fluviaux (Giardinoa, 2018). Le volume de sédiments à draguer dépend du processus de sédimentation des ports et peut se réaliser de manière différente selon la nature du littoral. Les ports situés sur les côtes ayant un fond rocheux ont une sédimentation faible, alors que ceux situés dans les embouchures ou estuaires des fleuves connaissent un taux de sédimentation un peu plus élevé (Ifremer, 1999, p.30). En Afrique de l'Ouest, le volume de sédiments littoraux déposés par an dans un port se situe entre 0,4 - 1,2 million de m³ (Mm³/an) (Degbe, 2009 ; Allersma et Timamns, 1993 in Giardinoa et al., 2018). Le port de Lomé enregistre 1,2 Mm³/an et celui de Lagos se situe entre 0,5–1,0 Mm³/an (Ibid.). Quant au port de Conakry, l'engraissement est de 0,5 Mm³/an (PAC, 2016).

En Guinée, la pluviométrie abondante et les courants de marée induits jouent un rôle important dans le brassage des eaux et dans la mobilisation des sédiments. Ces conditions pourraient entraîner de lourds travaux annuels de dragages dans les embouchures ou les estuaires des fleuves. Trois types de dragage sont généralement considérés : i) le dragage d'entretien pour maintenir la profondeur requise des voies de navigation et le bassin du port ; ii) le dragage d'approfondissement et d'extension portuaire afin d'améliorer le service ; et iii) le dragage d'aménagement de nouvelles aires portuaires. Ce dernier suscite d'importants volumes de sédiments.

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure de ce critère est le volume de sédiments prélevé pour faciliter la navigation (tableau 5). Le dragage concerne le chenal d'accès, le bassin d'amarrage et le cercle d'évitage. Les données techniques qui ont contribué à calculer le volume de sédiments à draguer proviennent : du Port Autonome de Conakry (PAC) et du port de Kamsar ; de la revue de littérature ; des rapports d'ÉIES des sociétés minières en Guinée ; et des données bathymétriques du littoral guinéen. Le chenal d'accès (voir ENV 1.1) et le bassin du port ont été numérisés sur *Google Earth*. Au niveau des ports fluviaux, le chenal d'accès considéré s'étend sur quatre kilomètres à partir du port ; au-delà, la profondeur initiale peut assurer la navigation des barges jusqu'au chargement des navires en haute mer. L'unité de mesure est le m³. Le volume de dragage est donc calculé à partir de la formule suivante :

Volume de dragage = (superficie du chenal + superficie du bassin d'amarrage + superficie du cercle d'évitage) * Dépôt annuel de sédiment * Profondeur moyenne à draguer.

La superficie du cercle d'évitage a été calculée par la formule suivante : $A = \pi r^2$ où A représente l'aire du bassin d'évitage et r son rayon.

La superficie est exprimée en hectare (ha), le dépôt annuel de sédiment en mètre cube par an (m^3/an) et la profondeur en mètre (m).

Tableau 5: Quantité de sédiments à draguer en m^3

Scénarios	Quantité (m^3)
Sc1	3 346 541,50
Sc2	2 410 611,97
Sc3	4 243 774,00
Sc4	4 314 917,39
Sc5	5 257 755,67
Sc6	6 555 335,00
Sc7	4 137 053,43
Sc8	4 065 900,83

5.1.3 Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Il est relatif aux déversements accidentels d'hydrocarbures et de produits chimiques provenant des navires. Les activités portuaires peuvent causer des déversements d'hydrocarbures et affecter ainsi la qualité de l'eau et des sédiments (OCDE, 2011). Le risque de déversement dépend de l'importance du trafic et du tonnage des produits transportés (Kirby et Law, 2010). La sévérité du risque dépend de la quantité d'hydrocarbures et de produits chimiques déversée, ainsi que de la sensibilité des organismes et des habitats exposés (ITOPF, ined.). Il est démontré par exemple que la mangrove est plus sensible aux effets de la pollution par les hydrocarbures que les plages (Ibid.). Toutefois, ces effets peuvent être significatifs pour les plages si la pollution a lieu en période de reproduction des tortues marines.

De nombreux cas de déversements accidentels en mer ont été enregistrés dans le trafic maritime. Par exemple, le naufrage du navire-Prestige en 2002 a affecté les côtes de la Galice en Espagne avec des impacts sérieux sur la biodiversité, les habitats et l'activité de pêche. En Guinée, le port de Kamsar a connu un déversement accidentel d'hydrocarbures en 2011 avec des effets très néfastes sur l'embouchure de Rio Nunez et certaines zones de pêche artisanale (Diallo et al., 2017).

Détermination de l'indicateur de mesure

Ce critère est mesuré quantitativement en fonction des quantités de substances dangereuses transportées. Les substances dangereuses considérées dans cette étude sont les produits transportés dans le cadre des activités minières. Ces produits concernent la chaux, la soude, les hydro fluoro-oiléfinés (HFO), le « distillate diesel-oil » (DDO) et le gasoile. Elles ont été calculées à partir des données de prévisions des compagnies minières sur le vrac solide et liquide.

Les quantités de soude et de chaux dépendent des besoins de l'industrie de l'alumine. Pour une éventuelle transformation sur place de la bauxite extraite en alumine, nous avons fait des simulations pour déterminer les quantités de bauxite pouvant être produites, les matières tels que la soude, la chaux, l'eau et l'énergie nécessaires dans le cas de l'utilisation du procédé Bayer. Pour ce faire, les données de la littérature sur la production d'une tonne d'alumine (Larrourou et Leveau, SD) telles qu'indiquées à la colonne scénario de base au tableau 7 ont été utilisées et appliquées proportionnellement à la quantité d'alumine du scénario (tableau 6).

Tableau 6: Quantités de substances à importer pour l'industrie minière

Substances dangereuses	Quantités de substances en tonnes à importer pour l'industrie minière							
	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5	Sc6	Sc7	Sc8
Soude	1710000	2710000	2710000	2710000	2950000	3190000	4700400	8290400
Chaux	1710000	2710000	2710000	2710000	2950000	3190000	4700400	8290400
HFO	270000	370000	370000	380000	490000	510000	350000	330000
DDO	137000	187000	187000	188000	239000	241000	185000	165000
Gazole	345000	275000	375000	380000	585000	600000	380000	360000
Total	4172000	6252000	6352000	6368000	7214000	7731000	10315800	17435 800

Le tableau 7 qui suit est une contribution dans le développement du secteur d'alumine en Guinée selon les données de la production de bauxite et d'alumine projetées par les compagnies minières, et que nous avons utilisées pour chaque scénario dans cette étude. Nous précisons ici que les résultats issus de ce tableau ne sont pas pris en compte dans l'AMCD. Par ailleurs, il est important de noter que d'autres produits chimiques tels que le chlore et le cyanure sont importés en Guinée dans le cadre de l'industrie de l'or et du diamant. De 2010 à 2014, 15 800,4 kg/an de chlore et 5 722 601,2 kg/an de cyanure ont été importés en moyenne (INS-RG (2016)).

Tableau 7: Estimation des quantités de matières pour la production d'alumine par scénario

Matières	Sc de référence	Scénarios (Sc)							
		Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5	Sc6	Sc7	Sc8
Alumine (Tonnes)	1	1,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,9.10 ⁷	3,1.10 ⁷	4,7.10 ⁷	8,2.10 ⁷
Bauxite (Tonnes)	3	4,2.10 ⁷	6,7 .10 ⁷	6,7.10 ⁷	6,7.10 ⁷	7,3.10 ⁷	7,9.10 ⁷	1,1.10 ⁷	2,0.10 ⁷
Soude (Tonnes)	0,1	1,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,9.10 ⁷	3,1.10 ⁷	4,7.10 ⁷	8,2.10 ⁷
Chaux (Tonnes)	0,1	1,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,7.10 ⁷	2,9.10 ⁷	3,1.10 ⁷	4,7.10 ⁷	8,2.10 ⁷
Eau (tonnes)	8	1,3.10 ⁷	2,1.10 ⁷	2,1.10 ⁷	2,1.10 ⁷	2,3.10 ⁷	2,5.10 ⁷	3,7.10 ⁷	6,6.10 ⁷
Charbon (tonnes)	3 000	5,1.10 ⁷	8,1.10 ⁷	8,1.10 ⁷	8,1.10 ⁷	8,8.10 ⁷	9,5.10 ⁷	1,4.10 ⁷	2,4.10 ⁷
Thermies	0,459	7,8.10 ⁷	1,0.10 ⁷	1,0.10 ⁷	1,0.10 ⁷	1,3.10 ⁷	1,4.10 ⁷	1,8.10 ⁷	3,8.10 ⁷
Énergie KWH	3489	5,9.10 ⁷	8,1.10 ⁷	8,1.10 ⁷	8,1.10 ⁷	1,0.10 ⁷	1,1.10 ⁷	1,4.10 ⁷	2,8.10 ⁷

5.1.4 Contribution aux émissions de gaz à effet de serre (GES) (ENV3.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Il prend en compte les émissions de gaz à effet de serre liées au fonctionnement des infrastructures portuaires, du trafic des navires, du transport par train et par camion. En effet, ces activités portuaires nécessitent l'utilisation de fortes quantités de combustibles fossiles qui sont des sources d'émissions de gaz à effet de serre (OCDE, 2011). À titre d'exemple, en 2011 les émissions mondiales des navires dans les ports ont été estimées à 18 millions de tonnes de CO₂ (OCDE, 2014). Les porte-conteneurs et les tankers sont les plus grands émetteurs et représentent 85% des émissions par les navires (Ibid). Par exemple, les données de 2004 et de 2007 sur les émissions de CO₂ dans le port de Rotterdam révèlent 0,2 million de tonnes pour la navigation, 0,1 million de tonnes pour les manœuvres, 0,5 million de tonnes pour l'amarrage et 25 millions de tonnes pour l'industrie (Ibid). En Guinée, sur l'ensemble des émissions, 66, 5% proviennent de la biomasse contre 33,43% des produits pétroliers (MEEF ; Ministère de l'environnement, des eaux et forêts), (2018). Selon le MEEF (2018), les émissions de CO₂ à partir des Bulkiers internationaux s'élèvent environ à 104 850 tonnes. Le gazole provenant des navires représenterait 5, 3% des émissions en CO₂.

Le tableau 8 présente les coefficients d'émission des principaux gaz à effet de serre par source et par type de carburant. Pour le calcul de l'indicateur, l'approximation des GES est réalisée directement à partir des consommations de carburants étant donné la faible différence de coefficients d'émissions de CO₂ des carburants. Une analyse plus détaillée pourrait couvrir l'ensemble des GES en CO₂équivalent.

Tableau 8: Coefficients d'émission des carburants par source d'émission

Activités sources d'émissions	Type de carburants utilisés	Coefficient d'émission			
		CO ₂ (t/tcomb)	CO ₂ (g/lcomb)	CH ₄ (g/lcomb)	N ₂ O (g/lcomb)
Navires	Pétrole lourd	3,17	3 090	0,15	1,1
Transport par camions	Diésel	3,15	2 730	0,05	0,1
Transport ferroviaire	Diésel	3,15	2 730	0,15	1,1
Équipements de manutention	Diésel	3,15	2 730	0,05	0,1

Sources : Office fédéral de l'environnement (2018).

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure est la consommation totale de carburants fossiles des scénarios en millions de tonnes. Il est calculé en estimant la quantité totale de carburants des navires de différents types et en appliquant une règle de proportionnalité pour établir la consommation de carburants et autres activités portuaires.

Ainsi, en 2007, une étude (Transport Canada, région de Québec, 2009) réalisée sur les émissions de GES et de polluants au port de Montréal montre que les quantités de carburants consommées par les équipements de manutention du fret représentent 28,5% des quantités consommées par les navires (tableau 9). Pour les locomotives et le camionnage, les valeurs sont respectivement 6% et 5%. La colonne « carburant » est utile, car nous appliquons une proportion en référence aux navires, donc le nombre de navires est un bon indicateur.

Tableau 9: Émission de GES et de polluants au port de Montréal

Activités sources d'émission	Émissions annuelles de GES et de contaminants atmosphériques et consommation de carburant (tonnes)											
	Nox	Sox	CO	HC	PM10	PM2.5	NH3	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Carburant	%*
Maritime (Navires)	943,2	912,3	114,5	29,5	95,09	88,2	0,2	72 875,00	6,5	1,9	24, 83	100
Équipements de manutention du fret	201	2,8	88,1	16,6	15,3	14,8	0,3	19 475,10	1,1	2,1	7,07	28,5
Locomotives	104,6	0,9	19,7	4,5	2	1,8	0,5	4 145,40	0,2	1,7	1,52	6
Camionnage	28,2	0	21,3	3	1	0,9	0,1	3 123,60	0,2	0,3	1,19	5
Total	1277	916	234,7	53,6	114,2	105,8	1,1	99 619,10	7,9	6	34,61	

Source : Transport Canada, région du Québec (2009)

*Le % est calculé en fonction de la quantité de carburant consommée par les navires.

En considérant les données relatives de carburants de cette étude de cas, et celles qui sont estimées pour les navires de tous types par scénario dans notre contexte (tableau 10 pour le scénario 1 à titre d'exemple), nous obtenons la quantité de carburants pour chacun des autres types d'activité pour chaque scénario (tableau 11). C'est la quantité totale du carburant qui a été considérée dans la matrice d'évaluation pour l'analyse multicritère.

L'estimation de la quantité totale du carburant pour tous les types de navires est calculée en prenant chaque type de navire pour chaque port constituant le scénario et en faisant des hypothèses de calcul sur le nombre de jours de voyage selon 4 destinations types (Chine : 42 jours ; Canada : 19 jours, Europe : 11 jours, autres : 19 jours) et sur le nombre de tonnes de carburants par jour de voyage et par type de navire.

Tableau 10: Quantités de carburants pour tous les types de navires pour le scénario 1

Scénario 1	Panamax	Handimax	Capsize	Tanker	Conteneur
Consommation de carburants en tonne par jour	43	34,2	56,5	37,9	32,4
Nombre de navire par pays					
Chine	2146	277	216	34	196
Autres	153	17	0	10	12
Canada	613	35	12	14	25
Europe	153	17	12	10	12
Total	3065	346	240	69	246
Consommation par navire par pays de destination (tonnes de fuel)					
Chine	3 874 773,00	397 267,20	512 568,00	54 598,74	267 321,60
Autres	125 205,25	11 232,26	0,00	7 409,83	7 558,20
Canada	500 821,00	22 464,51	12 882,00	9 879,77	15 116,40
Europe	72 487,25	6 502,89	7 458,00	4 289,90	4 375,80
Total	4 573 286,50	437 466,86	532 908,00	76 178,24	294 372,00
Grand total (Sc1)	5 914 211,60				

La quantité de carburants par type d'activité et par scénario a été estimée par la formule suivante :

$$Q = b_{sc}(n + e + l + c)/100$$

où

Q : quantités de carburants par type d'activité

b : quantités de carburants pour tous les types de navires par scénario

n : navires (100%)

e : équipements de manutention (28,5%)

l : locomotives (6%)

c : camionnage (5%)

Les résultats ont été divisés par 10^6 (million de tonnes), afin d'alléger les chiffres au tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11: Quantités de carburants par type d'activité, pour chaque scénario

Scénarios	Consommation en million de tonnes de fuel (MT fuel)				Total
	Navires	Équipements de manutention	Locomotives	Camionnage	Carburant
Sc1	5,91	1,69	0,35	0,30	8,25
Sc2	5,93	1,69	0,36	0,30	8,28
Sc3	8,51	2,43	0,51	0,43	11,88
Sc4	9,73	2,77	0,58	0,49	13,58
Sc5	11,56	3,30	0,69	0,58	16,13
Sc6	11,79	3,36	0,71	0,59	16,45
Sc7	7,97	2,27	0,48	0,40	11,13
Sc8	9,12	2,60	0,55	0,46	12,73

5.2 Critères sociaux

5.2.1 Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Il est caractérisé par le nombre de personnes affectées par un déplacement physique ou économique dans l'emprise des infrastructures.

La mise en œuvre des projets de développement implique l'acquisition et l'aménagement de terrains, entraînant ainsi des perturbations au sein des communautés accueillant ces projets. Le déplacement des populations peut être physique (perte des habitations) ou économique (perte des moyens d'existence, restriction d'accès à des ressources) (Gellert et Lunch, 2003; Vandergeet, 2003; EGIS, 2016). En Guinée, la construction du port de Bel-Air Mining à Cap Verga dans Boffa a entraîné des déplacements économiques de 11 personnes sur une superficie de 18,74 hectares.

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure est le nombre de personnes susceptibles d'être affectées par les activités portuaires (tableau 12). Ce nombre de personnes à déplacer a été estimé par les outils SIG avec les données démographiques et le découpage administratif de la Guinée maritime ou de la Basse Guinée. Pour ce faire, nous avons utilisé les données de recensement de la population de 2014. On postule ici que la population est uniformément répartie sur un périmètre de recensement donné.

En effet, les méthodes d'estimation de la population sont nombreuses et variées (Robin et Demeules, 2003). Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode de Robin et Demeules qui consiste à « affecter la population d'un périmètre connu (district, sous-préfecture, commune, etc.) à un périmètre d'étude de manière proportionnelle à la surface du périmètre d'étude intersecté par le périmètre connu ». Ainsi, pour calculer le nombre de personnes à déplacer, nous nous sommes limités à l'échelle de la sous-préfecture. Le calcul a été effectué en fonction de la formule suivante :

$$\text{Population déplacée} = (\text{Surface port} / \text{surface sous-préfecture}) * \text{Population sous-préfecture}$$

Tableau 12: Population déplacée par scénario

Scénarios	Nombre d'habitants
Sc1	1288
Sc2	1418
Sc3	1450
Sc4	1494
Sc5	1593
Sc6	1732
Sc7	1065
Sc8	643

5.2.2 Risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires miniers (SOC2.1)

Définition du critère

Ce critère est qualitatif et à minimiser. En effet, la santé et sécurité des riverains constituent un enjeu non négligeable dans le transport maritime. Des études ont prouvé que la croissance continue du trafic maritime et l'expansion rapide des ports causent des risques aux secteurs publics et privés (Mabrouki et al., 2014). Ce risque est relié aux pertes de vies humaines, et de biens économiques, et aux atteintes à l'environnement marin. Pour une évaluation du niveau de risque de la sécurité maritime, plusieurs facteurs entrent en compte, notamment le type, la taille et l'âge des navires, les conditions climatiques (temps et saison), la zone de navigation, etc. (Li et al., 2014). Le niveau de sécurité dans la navigation varie en fonction du flux de trafic (Wu et al. 2015). Le trafic dans les ports peut causer des dégâts importants. Les travaux réalisés par Yip (2008) sur le port de Hong Kong, montrent que la plupart des accidents maritimes se produisent entre les navires de gros porteurs. Ils estiment que les collisions de type cargo-cargo représentent 43,7 %, celles de type cargo-barge s'élèvent à 14 % et celles entre cargo et navire de pêche représentent 3,7 %.

Bien que le risque soit faible dans ce dernier cas, il est judicieux d'y porter beaucoup d'attention dans le contexte guinéen où le nombre de projets portuaires est porté à treize (13) avec une majorité de ports fluviaux sur un littoral de 300 km. Par exemple, deux naufrages ont été mentionnés lors

des enquêtes de terrain. Le premier a eu lieu à Dougoula dans Tarensa (Boké) en 2015 entre une embarcation de pêche et une barge minéralière de la SMB dans le Rio Nunez. Le second s'est produit dans la préfecture de Forécariah en 2014, où une embarcation transportant des passagers pour le port de Benty a heurté un navire-minéralier de la société Forecariah Guinea Mining (FGM) sous l'effet du courant d'eau. Ce dernier cas a enregistré 9 morts sur les 18 passagers à bord. Les sites guineematin.com et visionguinee.com ont témoigné du drame.

À la lumière de ces faits, la cohabitation entre les ports minéraliers et les activités de la pêche artisanale doit être bien considérée dans la planification des projets sur le littoral guinéen. La pêche artisanale est une activité à grande échelle sur le littoral et qui constitue un pourvoyeur d'emplois et d'activités économiques pour la communauté côtière (PRAO-Guinée, 2018).

Pour assurer la sécurité maritime des passagers et des biens et services, des textes réglementaires internationaux (Organisation maritime internationale; OMI) et nationaux (l'article 6 relevant de la réglementation de la pêche artisanale en son arrêté N° 00676/MPA/SGG/2006) sont élaborés. Le code minier prévoit également en son article 145, l'utilisation de techniques et de méthodes adaptées en vue de protéger l'environnement, et la sécurité des travailleurs et de la communauté locale conformément au code de l'environnement ou aux meilleures pratiques internationales (République de Guinée, 2013). Cet article 145 du code minier, vu de façon générale, ne met pas en exergue des mesures spécifiques sur la navigation maritime des bateaux minéraliers à l'intérieur des eaux guinéennes étant donné que les activités portuaires sont parties intégrantes des activités minières qui pourraient avoir des impacts négatifs sur le secteur de la pêche et les passagers rejoignant par exemple une île à une autre.

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur est le niveau de risque d'accidents des embarcations de pêche avec les navires-minéraliers. Il est mesuré par le nombre de ports fluviaux inclus dans le scénario. En effet, ils sont considérés plus dangereux que les ports côtiers. Une échelle de mesure à quatre (4) niveaux est considérée pour l'évaluation du niveau de risque d'accidents des embarcations de pêche avec les navires-minéraliers. Ce niveau de risque pour chacun des scénarios est présenté au tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13: Échelle de mesure du risque d'accidents des embarcations de pêche avec les navires-minéraliers et évaluation des scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers

Nombre de ports fluviaux	Niveaux de risque	Risque d'accidents	Scénario
1	Faible	Existence de 1 port fluvial	Sc8
2	Moyen	Existence de 2 ports fluviaux avec balisage du couloir de migration des navires et sensibilisation des pêcheurs	Sc7
3	Fort	Existence de 3 ports fluviaux, manque de mesure de sécurité	Sc1 Sc3
4	Très fort	Existence de plus de 4 ports fluviaux, volume de trafic très important	Sc2 Sc4 Sc5 Sc6

5.3 Critères économiques

5.3.1 Emplois créés (ÉCO1.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à maximiser. Il représente les opportunités d'emplois directs générés par scénario. Le nombre d'emplois créés dépend de la taille du port, du volume de marchandises manutentionné, du trafic, de l'investissement et du niveau de mécanisation (Dutailly, 1983 ; OCDE, 2014). En effet, évaluer l'impact des activités portuaires sur l'emploi n'est pas une chose aisée. Ceci est dû à la difficulté d'identification des activités et au manque de données exactes qui pourraient conduire à la surestimation ou sous-estimation de l'effet des ports sur l'emploi (Notteboom, 2011). Les activités portuaires génèrent trois types d'effet sur l'emploi (Larame, 2011) :

- i) *les effets directs* sont ceux directement reliés aux activités maritimes et portuaires ;
- ii) *les effets indirects* sont ceux entraînés sur les entreprises d'autres secteurs économiques comme certaines industries de transformation ou de raffinerie implantées à l'intérieur des ports, des entreprises chargées de transporter des marchandises d'un lieu de stockage à l'intérieur du pays au port ou vice-versa, etc. ; et,
- iii) *les effets induits* concernent l'ensemble des services fournis par des tiers pour satisfaire les besoins essentiels des employés directs et/ou indirects et de leur famille.

Dans cette étude, seuls les emplois directs sont considérés.

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure est le nombre d'emplois directs créés. Plusieurs méthodes sont utilisées pour estimer l'effet économique des ports sur l'emploi. Parmi ces méthodes, il y a le modèle Input-Output (Lee et al., 2012 ; Altal-Tura et al., 2016), l'enquête par sondage (SI-PAM, Ined. ; InterVISTAS 2016), l'estimation d'emplois par unité de production (Dutailly, 1983 ; CETMEF, 2005 ; Martin Associates, 2014). Dans cette étude, nous avons privilégié la méthode d'estimation par unité de production pour déterminer le nombre d'emplois générés par type de production. Pour ce faire, nous avons fait une revue de la littérature portant sur des études de cas sur l'impact économique des ports. Le nombre d'emplois par million de tonnes de marchandises ou de produits manutentionnés au port a ainsi été identifié. Les études de cas (tableau 14) ont porté sur les ports : de Montréal, de Tacoma, de Prince-Rupert, de Hedland, de Sept-Îles, du Gabon, de la Guinée (Kamsar et SMB), de Bargny-Sendou au Sénégal, du site web Bolloré logistique sur le terminal à conteneur des ports africains (Abidjan, Lomé, Cotonou, Nigéria et Douala).

Tableau 14: Synthèse des données sur le nombre d'employés par million de tonnes

Type	Port	Quantité (tonnes)	Nombre d'employés	Employés/MT	Sources
Conteneur	Montréal	12 032 966	4 163	346	Comtois et Slack., 2015
	Port Tacoma	12 203 000	6 380	523	Martin Associates, 2014
	Abidjan	1 500 000	500	333	*
	Lomé	1 100 000	300	273	*
	Cotonou	950 000	350	368	*
	Nigeria	650 000	625	962	*
	Douala	530 000	300	566	*
	Pointe-Noire	1 200 000	750	625	*
Vrac solide (minéralier)	Gabon	10 000 000	1 300	130	Journal Gabon Économie (2017-).
	Guinée SMB	15 000 000	5 000	333	Site Web SMB, 2018
	Guinée-Kamsar	17 000 000	2 385	140	Enquête auprès de la CBG, 2016
	Sénégal	12 000 000	2 740	228	Leral.net (2017-).
	Tambabay (Floride)	12 000 000	5 287	441	Mosaic Co, 2013
	Montréal	3 467 394	1 819	525	Comtois et Slack., 2015
	Sept-Îles	28 000 000	4 000	148	Développement économique Sept-Îles (2015)
	Hedland (Australie)	495 600 000	4 905	10	Ancil Allen Consulting, 2017
Vrac liquide	Pince Rupert	24 000 000	980	41	Inter VISTER, 2017
	Montréal	9 525 354	758	80	Comtois et Slack., 2015
Cargo général	Prince-Rupert	12 000 000	500	42	Inter VISTER, 2017
	Montréal	130 167	1425	10947	Comtois et Slack., 2015
	Tacoma	1 000 000	637	637	Martin Associates, 2014
	Prince-Rupert	5 000 000	330	66	Inter VISTER, 2017

Employés/million de tonnes (Employés/MT) = Nombre d'employés * 1 000 000/Quantité de produits

*Site web Bolloré Logistique sur le terminal à conteneur des ports africains, 2018.

L'estimation des emplois a porté sur les conteneurs, les vrac secs (produits minéraliers), les vrac liquides (produits pétroliers), et les cargos. Pour estimer le nombre d'employés pour la manutention

des conteneurs, nous avons fait la moyenne du nombre d'employés pour les ports d'Abidjan, Lomé, Cotonou, Nigéria, Douala et Pointe-Noire. Pour l'emploi estimé au niveau du vrac solide, nous avons fait la moyenne de tous les ports mentionnés dans le tableau 14, exceptés ceux de Hedland et Prince-Rupert considérés comme hyper mécanisés dans la manutention des produits minéraliers. Pour ce qui est du vrac liquide, nous avons majoré de 25% la moyenne du nombre d'employés des ports de Montréal et de Ruper. Pour ce dernier, nous estimons que ces ports sont plus mécanisés que ceux qui devraient être réalisés en Guinée et qui donc nécessiteraient plus de main-d'œuvre. Pour le cargo général, nous avons pris en compte les ports de Tacoma et de Prince-Rupert pour déterminer le nombre d'emplois par million de tonnes de marchandise manutentionnée.

Les sources utilisées sont des références fiables, toutefois, dans une certaine mesure, elles peuvent être éloignées de la réalité guinéenne par le fait que le niveau de mécanisation diffère. Le tableau 15 présente la synthèse du nombre d'emplois directs par million de tonnes de marchandises manutentionnées conformément aux données du tableau 14.

Tableau 15: Nombre d'emplois par unité de production

Produits	Tonnes	Emploi/Mt
Vrac sec (minéralier)	1 000 000	278
Produit pétrolier	1 000 000	100
Conteneur	1 000 000	521
Cargo général	1 000 000	352

Le tableau suivant présente l'indicateur de mesure du critère emploi, il est calculé à partir des données des tableaux 14 et 15 ci-dessus.

Tableau 16: Nombre d'emplois par type de produit et par scénario de plan d'aménagement de ports minéraliers

Scénarios	Emplois			Total emplois
	Vrac sec	Vrac liquide	Conteneurs	
Sc1	101 170	75	7 203	108 448
Sc2	96 401	83	7 216	103 701
Sc3	139 491	93	9 003	148 587
Sc4	141 159	95	9 003	150 257
Sc5	170 206	131	9 016	179 353
Sc6	171 874	135	9 016	181 025
Sc7	109 326	92	9 003	118 420
Sc8	113 297	86	9 003	122 386

5.3.2 Perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à minimiser. Plusieurs études soulignent que le développement des infrastructures portuaires constitue une menace pour les activités de pêche artisanale. Certaines zones de pêche peuvent être abandonnées ou leur accès limité suite au trafic des navires. Le bruit peut appauvrir la biodiversité halieutique et la quantité des espèces dans les zones de pêche et ainsi affecter l'économie locale des pêcheurs (Ng et Song, 2010; Côté et al., 2015). En effet, il y a des liens entre les critères, notamment la pollution de l'eau par les hydrocarbures et autres produits chimiques, qui constituent un facteur pouvant affecter la qualité des produits halieutiques et compromettre ainsi leur commercialisation (ITOPF, ined). Les sédiments dragués peuvent affecter la pêche commerciale telle que cela a été constaté dans la Baie de Narragansett aux États-Unis (Grigalunas et al., 2001).

Dans cette étude, nous émettons l'hypothèse que les moyens de subsistance dépendant de la pêche sur la zone côtière guinéenne risquent de disparaître ou d'être perturbés suite à la disparition et au déplacement des zones de pêche traditionnelle, à la destruction des engins de pêche suite aux collisions entre les bateaux de pêche et les navires, et à la pollution sonore liée au trafic maritime. De ce point de

vue, le rendement des pêcheurs artisans pourrait être affecté, comme c'est déjà le cas dans l'estuaire du Rio Nunez, avec les activités des ports minéraliers de Katougouma et de Dapillon (Diallo et al., 2017).

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure, pour chaque scénario, est le volume de trafic maritime sur le littoral guinéen. Le nombre de navires est estimé à partir de la capacité de charge du port, de la quantité de produits à exporter ou à importer, et du type de navire pouvant assumer le transport (tableau 17). Au niveau des ports fluviaux, ce sont des barges d'une capacité de 5 000 à 8 000 TM qui pourraient assurer le transport minéralier entre les sites portuaires et les zones de transbordement en mer. Pour mieux réduire le trafic de barges, nous avons jugé utile de considérer les barges d'une capacité de 8 000 TM, étant donné que les lits des cours d'eau sont navigables sans contrainte. Cependant, à proximité de chaque port, le chenal d'accès est dragué pour assurer une bonne opération des navires comme indiqué au critère ENV 1.2. Le type de navire Kamsarmax, qui est actuellement utilisé pour le transport de la bauxite de Kamsar est situé dans la catégorie des Panamax.

Tableau 17: Nombre de navires par scénario

Types de navire/capacité	Sc1	Sc 2	Sc 3	Sc 4	Sc 5	Sc 6	Sc 7	Sc 8
Panamax (80 000 TM)	3065	2855	4405	4982	5996	6180	3554	3554
Handymax (35 000 TM)	346	631	631	774	843	911	1257	2172
Capesize (250 000 TM)	240	223	307	383	464	403	279	274
Tankers (10 000 T)	69	75	85	95	131	135	87	86
Barges (8 000 TM)	6145	18020	6145	6895	19570	21870	2000	0
Porte-conteneurs (TPL)	246	249	306	306	310	310	306	306
Cargos conventionnels (TPL)	125	140	157	157	172	172	157	157
Rouliers (RO RO) (TPL)	103	116	129	129	142	142	129	129
Tankers autres (T)	52	59	65	65	72	72	65	65
Chalutiers (T)	395	395	493	493	493	493	493	493
Total	10 785	22 764	12 724	14 279	28 193	30 688	8 326	7 236

TM (tonne métrique) et TPL (tonne de port en lourd)

5.3.3 Contribution aux recettes de l'État (ÉCO3.1)

Définition du critère

Ce critère est quantitatif et à maximiser. De nos jours, le secteur minier guinéen représente environ 90% des recettes d'exportation et fournit 20 à 25% des recettes publiques (25% du PIB du pays) (Egis, 2016). Les recettes de l'État guinéen provenant des activités portuaires proviennent des droits de douane, des impôts et des taxes. Elles couvrent entre autres : la redevance sur le traitement de liquidation (RTL), la taxe d'enregistrement (TE), le prélèvement communautaire (PC), les centimes additionnels (CA), les accises (AC), l'impôt minimum forfaitaire (IMF), l'impôt sur les sociétés (IS), la taxe sur la valeur ajoutée (TVA), le versement forfaitaire (VF), la retenue sur les traitements et salaires (RTS), la contribution foncière unique (CFU), la patente professionnelle (PP), la taxe d'ajustement à l'importation (TAI) et autres (République de Guinée, 2013 ; République de Guinée, 2017 ; PAC, 2017). Ces redevances sont prélevées par le port autonome de Conakry (PAC), les services de la douane et des impôts pour être mis à la disposition du ministère du Budget.

Pour ce qui concerne les ports minéraliers, le revenu en taxes est fonction de la quantité de minerai exportée, au paiement des douanes à l'importation de certains produits nécessaires à l'industrie minière, et à la location des infrastructures portuaires. Le code des investissements privés en Guinée accorde des avantages fiscaux et douaniers, ce qui fait que le secteur minier est redevable seulement au paiement de la RTL (2%), la TE, le PC (0,5%) et les CA (0,28%). Les substances minières font partie des marchandises de la catégorie 1, c'est-à-dire les biens de première nécessité, matières premières de base, biens d'équipement et intrants spécifiques. Le taux cumulé des droits de douane à l'importation s'élève à 27,05%, et l'exportation des minerais est soumise au droit fiscal d'exportation (République de Guinée, 2017).

Le PAC et le port minéralier de Kamsar sont des ports-proprétaires ou landlord, un mode de gestion portuaire formalisé par la Banque mondiale en 2002. Ce mode de gestion favorise une collaboration de l'administration publique responsable des terrains et des infrastructures, avec le secteur privé responsable de la gestion portuaire et de l'entretien des infrastructures. En effet, l'État guinéen bénéficie de la location des infrastructures par les entreprises minières, qui, bien que les ayant construites, les rétrocèdent à l'État qui leur loue. C'est le cas des quais minéraliers du PAC et du port de Kamsar. Cette gestion est sous la responsabilité de l'Agence nationale d'aménagement des infrastructures minières (ANAIM). Elle a pour mission, entre autres, de mettre en place ou de négocier le renouvellement des accords de concession sur la gestion des infrastructures routières, ferroviaires, portuaires ainsi que ceux sur la gestion de l'hôpital de Kamsar. C'est dans ce contexte, et suite à la réalisation du plan directeur d'aménagement des infrastructures minières en Guinée (Nodalis, 2014), qu'elle préconise de fixer le loyer des infrastructures dans une fourchette de 0,55 à 0,90 USD/TM de bauxite, à 3% d'humidité (ANAIM, 2014). Cette disposition aurait dû être appliquée également à la CBG à partir de 2016 (Ibid, 2014).

Le tableau suivant indique les taxes prélevées sur les substances minières et semi-transformées.

Tableau 18: Taxes sur les substances minières et semi-transformées

Substance exportée	Unité de taxation	Taxe	Assiette
Minerai de fer de teneur standard	TM	2%	Prix du minerai de fer (mesuré par le Platt China Iron fines CFR 62%) moins les coûts de transport (mesurés par le Baltique Exchange Capesize Index Route C3-Tubarao/Qingdao)
Bauxite	TM	0,075%	Prix vendeur LME 3 mois de la tonne d'aluminium primaire pour une bauxite en Al ₂ O ₃ de 40%
Alumine	TM	5%	

Légende : LB : Livre US = 0,4535923 kg ; LME : London Métal Exchange ; TM : Tonne métrique, CFR : Coût et fret, en anglais cost and freight

Source : République de Guinée (Code minier 2013, p.135).

Détermination de l'indicateur de mesure

L'indicateur de mesure est le montant des recettes générées par les ports. Ce montant concerne les taxes, les impôts et les redevances sur les activités minières, le loyer des infrastructures, et les recettes issues du PAC qui est à vocation commerciale. Pour le loyer des infrastructures, nous avons retenu la taxe de 0,90 USD/TM de bauxite exportée tel que préconisé par l'ANAIM dans le scénario de maximisation des revenus. Dans cette étude, nous considérons que le port de Cap Verga à Boffa et celui de Matakang à Forécariah sont de type multi-usager et qu'ils vont manutentionner le tiers de la capacité des marchandises du PAC.

Les recettes de l'État sont estimées par la formule suivante :

Recettes = (Produits (tonnes) * prix (\$/T) * Taux de taxe (%)) + (Produits (tonnes) * Loyer des infrastructures (\$/Tonnes)) + autres revenus.

Le tableau 19 présente la contribution des ports aux recettes de l'État. Elle est estimée à partir des données fournies par le ministère du Budget, le Port Autonome de Conakry, le port de Kamsar, et le Code minier 2013 du ministère des Mines. Elles peuvent être sous ou surestimées, donc il y a lieu de les considérer avec beaucoup de prudence.

6 Pondération des critères par les acteurs

À la table de concertation à Conakry, chaque acteur impliqué dans le processus a attribué des poids sur un maximum de 100 points en fonction de l'importance relative accordée à chacun des critères identifiés (tableau 20). Cependant, seul un acteur du secteur privé était présent à cette table, et malgré sa présence, il n'a pas attribué de poids aux critères consignés sur la fiche. Comme le mentionne Vazquez et al., (2013a), lorsqu'un acteur ou un groupe d'acteurs est absent dans un processus, il est

possible de simuler sa position afin de mieux opérationnaliser le processus. De ce point de vue, nous avons sélectionné quatre (4) acteurs du secteur minier guinéen résidant à Montréal pour simuler le rôle des absents.

Tableau 19: Recettes de l'État par scénario de plan d'aménagement de ports minéraliers (million de tonnes)

Produits / Scénarios	Sc1 (US\$)	Sc2 (US\$)	Sc3 (US\$)	Sc4 (US\$)	Sc5 (US\$)	Sc6 (US\$)	Sc7 (US\$)	Sc8 (US\$)
Bauxite	42	46	46	47	47	47	20	0
Alumine	310	485	485	485	527	569	843	1 490
Fer	452	218	487	487	653	653	470	470
Gazole	12	10	13	13	20	21	13	13
DDO	5	6	6	6	8	8	6	6
Autres importés	8 298	8 321	10 368	10 370	10 396	10 401	10	10 358
Total	9 119	9 086	11 406	11 409	11 651	11 699	11 714	12 336

Tableau 20: Jeux de poids des critères attribués par les acteurs

Groupe d'acteurs	Code Acteurs	Poids accordés aux critères en %								
		ENV1.1	ENV1.2	ENV2.1	ENV3.1	SOC1.1	SOC2.1	ÉCO1.1	ÉCO2.1	ÉCO3.1
Gouvernement	Gov1	15	12	14	4	15	4	7	17	12
	Gov2	18	18	12	23	3	7	2	11	6
	Gov3	12	11	13	7	21	18	5	7	6
	Gov4	23	13	12	4	19	7	8	7	7
	Gov5	9	8	9	5	8	22	7	19	13
	Gov6	23	13	12	4	22	3	3	12	8
Secteur privé	Priv1	2	1	6	1	30	6	40	1	13
	Priv2	6	4	5	4	12	12	19	10	28
	Priv3	10	8	10	3	15	17	17	5	15
	Priv4	6	6	6	6	9	11	22	17	17
Société civile	Soc1	15	11	13	8	10	12	12	13	10
	Soc2	15	13	14	1	10	2	15	12	18
	Soc3	15	5	15	5	10	15	10	20	5
Experts	Exp1	27	14	9	6	11	11	4	11	7
	Exp2	20	15	16	8	11	14	4	7	5
	Exp3	26	22	23	15	4	2	1	4	3
	Exp4	18	9	6	4	14	9	10	17	13
	Exp5	14	11	15	4	11	24	7	7	7

Gov1 : Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB) - Département de Gestion du navire GLC et organisation des campagnes de recherche ; ministère de la Pêche.

Gov1 : Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB) - Département de Gestion du navire GLC et organisation des campagnes de recherche ; ministère de la Pêche.

Gov2 : Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC), ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêt (MEEF).

Gov3 : Direction nationale de la pêche maritime (DNPM) ; ministère de la Pêche.

Gov4 : Bureau d'études stratégiques (BÉS), ministère des Mines et de la Géologie.

Gov5 : Direction nationale du plan (DNP), ministère du Plan et de la Coopération internationale.

Gov6 : Office guinéen des parcs et réserves (OGUIPAR), MEEF.

Priv1 : Guinea Alumina Corporation (GAC), Société minière associée de la CBG pour le port de Kamsar.

Priv2 : ALUFER Mining limited, Société minière pour la construction du port de Cap Verga.

Priv3 : China Power Investment (CPI), Société minière pour la construction du port Cap Verga.

Priv4 : Eurasian - Société minière et responsable du projet de construction du port à Kokaya.

Exp1 : CNSHB - Département socio-économie, ministère de la Pêche.

Exp2 : Centre d'études et de recherche en environnement (CERE), Université de Conakry.

Exp3 : École doctorale (ED) du Centre de recherche scientifique de Conakry Rogbané (CERESCOR).

Exp4 : Observatoire national de développement de la République de Guinée (ONDRG), ministère du Plan et de la Coopération internationale.

Exp5 : Bureau guinéen d'études et d'évaluation environnementale (BGÉEE), MEEF.

Soc1 : Partenariat recherche environnement média (PREM) - ONG locale.

Soc2 : Action pour le développement durable (ADD) – ONG locale.

Soc3 : Confédération nationale des professionnels de la pêche (CONAPEG).

Par ailleurs, pour rendre plus lisible les graphiques des résultats de l'analyse à partir du logiciel Visual PROMETHEE, nous avons affecté des codes-couleurs aux critères selon les trois dimensions du développement durable (tableau 20) à savoir : l'environnement en vert, le social en mauve et l'économie en jaune. Dans la même logique, des codes ont été affectés aux différents groupes d'acteurs, les noms de ces acteurs sont consignés au niveau de la légende du tableau ci-dessous.

7 Élaboration de la matrice des performances des scénarios sur les critères

7.1 Choix des fonctions de préférence

Une fonction de préférence définit « comment les différences d'évaluation par paire d'actions sont traduites en degrés de préférence. Elle reflète ainsi la perception de l'échelle d'évaluation par le décideur ou la partie prenante » (Waaub et Bélanger, 2015). La méthode PROMETHEE (Brans et Mareschal, 2002) et sa mise en application par le logiciel Visual PROMETHEE font état de six fonctions de préférence : usuel ; en U ; en V ; à paliers ; linéaire et gaussien. Pour la description des fonctions et des seuils associés, voir à cet effet Brans et Mareschal, (2002), Waaub et Bélanger (2015) et Diallo et al., (2019). Comparativement aux autres méthodes, cette méthode est utilisée dans cette étude à cause de sa simplicité et sa compréhension facile dans l'agrégation des préférences (Guitouni et al., 2010 ; Mareschal, 2018 ; Aenishaenslin et al., 2019). Elle figure parmi les méthodes les plus appliquées dans l'AMCD pour la modélisation des préférences (Mareschal, 2018 ; Veza et al., 2015 ; Kagni, 2016 ; Vulevic et Dragovic, 2017 ; Arcidiacono et al., 2018 ; Filho et al., 2018 ; Mareschal, 2013).

Les fonctions de préférence n'ont pu être déterminées par les acteurs. Elles sont donc identiques pour chacun des acteurs. Cela nous conduit à dire qu'il s'agit d'une simulation réaliste, mais non réelle.

Nous avons donc choisi ici la fonction de préférence linéaire en V pour les critères quantitatifs. Ce type de fonction permet à un acteur de préférer progressivement un scénario S1 par rapport à un autre S2 en fonction de l'écart observé entre leur évaluation. Ceci dit, un seul paramètre est fixé, p appelé seuil de préférence stricte. Ainsi, dans notre cas, la fonction de préférence est mise en œuvre comme suit : le seuil de préférence stricte P est fixé comme la différence des évaluations $g(M) - g(m)$ sur le critère où M = valeur maximale du critère et m = valeur minimale du critère (M, m) (Mouine, 2011 ; Aenishaenslin, 2019). Cela revient à linéariser la préférence progressive entre les valeurs minimale et maximale observées pour chaque critère.

Quant aux critères qualitatifs, ils sont mesurés par des valeurs ordinales en établissant des classes de valeurs qui peuvent se situer à des niveaux soit faible, moyen, fort ou très fort. Ils sont modélisés par la fonction de type usuel. Dans ce cas, lorsqu'il y a un écart entre deux scénarios, le décideur donne une préférence stricte pour le scénario ayant l'évaluation la plus élevée. Pour ce type de fonction, aucun paramètre ne doit être fixé par le décideur ou l'acteur.

7.2 Tableau des performances des scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers selon les critères

Le tableau 21 présente les fonctions de préférence des acteurs et la matrice des performances des scénarios selon les différents critères. La matrice est la même pour tous les acteurs, seuls les poids des critères changent d'un acteur à l'autre (tableau 21, extrait de l'acteur GOUV1). L'hypothèse est faite ici d'une compréhension commune et partagée des évaluations des critères et indicateurs selon des données probantes. Elle reprend les données évaluées pour chacun des critères et indicateurs correspondants.

8 Résultats et discussion de l'analyse multicritère et multi-acteurs

Les résultats de l'agrégation multicritère dans un contexte multi-acteurs, produits par le logiciel Visual PROMETHEE sont interprétés à trois niveaux pour l'analyse comparative des scénarios. Le premier

Tableau 21: Performances des scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers sur les critères pour tous les acteurs

	Gouv1	ENV1.1	ENV1.2	ENV2.1	ENV3.1	SOC1.1	SOC2.1	ECO1.1	ECO2.1	ECO3.1
Unité		Ha	Milion m3	Million de	Mt eq CO2	nombre	4 points	Nombre	Nombre	Million US\$
Cluster/Groupe		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Préférences										
Min/Max		min	min	min	min	min	min	max	min	max
Poids		15,00	12,00	14,00	4,00	15,00	4,00	7,00	17,00	12,00
Fn. de préférence		Forme en V	Forme en V	Forme en V	Forme en V	Forme en V	Usuel	Forme en V	Forme en V	Forme en V
Seuils		absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu
- Q: Indifférence		n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
- P: Préférence		7650	4,15	13,27	8,20	1089	n/d	103701	23452	\$ 3.250,98
- S: Gaussien		n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Statistiques										
Minimum		6654	2,41	4,17	8,25	643	1	103701	7236	\$ 9.085,52
Maximum		14304	6,56	17,44	16,45	1732	4	184856	30688	\$ 12.336,50
Moyenne		10323	4,29	8,23	12,30	1335	3	139501	16874	\$ 11.052,51
Ecart-type		2311	1,15	3,84	2,91	321	1	29212	8519	\$ 1.157,70
Evaluations										
✓ Scénario1	●	6654	3,35	4,17	8,25	1288	Fort	108448	10785	\$ 9.119,00
✓ Scénario2	◆	9182	2,41	6,25	8,28	1418	Très fort	103701	22764	\$ 9.085,52
✓ Scénario3	◆	10797	4,24	6,35	11,88	1450	Fort	148587	12724	\$ 11.405,72
✓ Scénario4	◆	11391	4,31	6,37	13,58	1494	Très fort	150257	14279	\$ 11.408,97
✓ Scénario5	◆	12625	5,26	7,21	16,13	1593	Très fort	179353	28193	\$ 11.650,51
✓ Scénario6	◆	14304	6,56	7,73	16,45	1732	Très fort	184856	30688	\$ 11.699,36
✓ Scénario7	●	9485	4,14	10,32	11,13	1065	Moyen	118420	8326	\$ 11.714,49
✓ Scénario8	●	8146	4,07	17,44	12,73	643	Faible	122386	7236	\$ 12.336,50

est axé sur l'analyse des forces et des faiblesses relatives des scénarios en fonction des critères, avec les profils des scénarios générés par le logiciel Visual PROMETHEE. Le deuxième niveau porte sur une analyse des scénarios pour chacun des acteurs, puis pour l'ensemble des acteurs. Les résultats sont générés par les outils de visualisation suivants : les rangements des scénarios, individuels et pour l'ensemble des acteurs, avec PROMETHEE I et II ; la contribution des critères au rangement des scénarios, avec l'arc-en-ciel PROMETHEE ; les relations entre les critères, avec les plans GAIA-critères ; et, les relations entre les acteurs, avec le plan GAIA-acteurs. Enfin, le troisième niveau concerne des analyses de sensibilité des rangements des scénarios afin d'en connaître la stabilité selon la modification des poids accordés aux critères par les acteurs. Les analyses sont réalisées avec les outils suivants : les figures d'intervalles de stabilité des poids pour chaque acteur, et la fonction « walking weights » (variation progressive du poids d'un critère particulier et influence sur le rangement).

Il est à noter que le logiciel Visual PROMETHEE permet de regrouper les acteurs, les critères et les scénarios en catégories identifiées par un nom de catégorie et une couleur distincte. Des analyses peuvent ainsi être produites en regroupant les critères selon les trois dimensions du développement durable, ainsi qu'en regroupant les acteurs selon les 4 catégories d'acteurs utilisées dans cette étude. Quant aux scénarios, ils sont identifiés par un code de couleur : vert pour les scénarios de mutualisation des infrastructures, et turquoise pour les scénarios individualistes.

8.1 Forces et faiblesses relatives des scénarios : profils des scénarios selon PROMETHEE

Le profil d'un scénario (le terme « Action profile » est utilisé dans le logiciel) permet d'en évaluer la performance selon tous les critères d'évaluation. Il présente les forces et les faiblesses relatives des scénarios. Il est matérialisé graphiquement par la position des critères par rapport aux flux positifs ou négatifs. Les critères ayant un flux positif sont considérés comme les plus performants. La figure 12 qui suit présente le profil des scénarios.

Le scénario 1 (situation existante améliorée : 5+1) bénéficie des meilleurs scores en environnement. Les déplacements de population (SOC1.1) sont faiblement pris en compte par rapport au risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1). Il performe très mal sur la

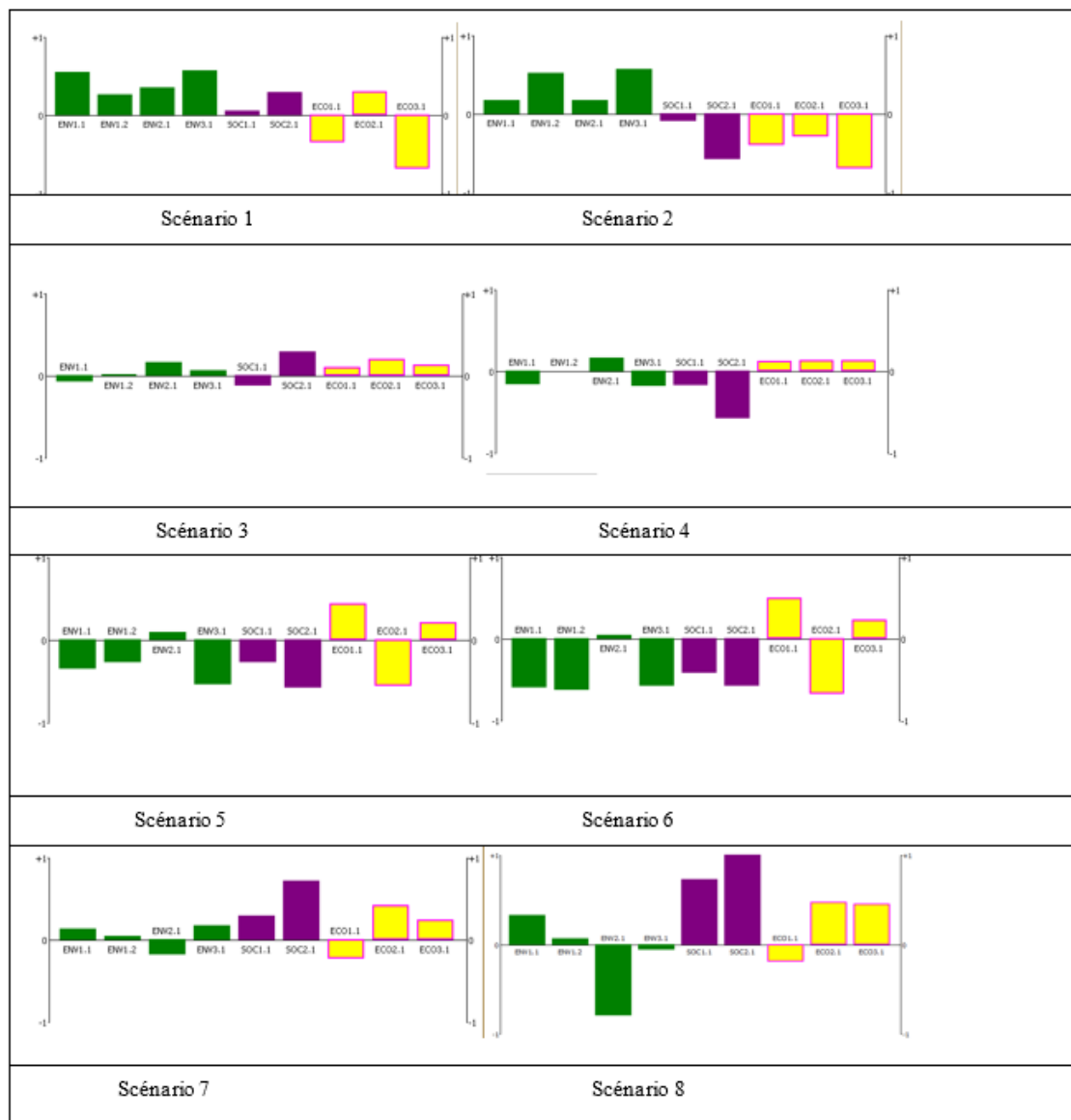


Figure 12: Profil des scénarios

création d'emplois (ÉCO1.1) et la rentabilité économique pour l'État (ÉCO1.3). C'est le statu quo amélioré, il implique beaucoup plus d'exportations de matières brutes (bauxite et fer) qui génèrent moins de revenus pour l'État. Il est composé de petits ports minéraliers. Les ports multi-usagers, manutentionnant les conteneurs et le cargo général, sont plus créateurs d'emplois que les ports minéraliers.

Le scénario 2 (Cap verga et Senguelen : 5+2) n'est performant que sur les critères environnementaux. Les critères sociaux et économiques sont faiblement pris en compte. Le scénario 3 (Matakang et Cap Verga : 5+2) bien qu'ayant moins de forces affirmées, s'avère légèrement performant sur l'ensemble des critères. Il est l'un des deux scénarios qui tiennent compte à la fois de tous les critères économiques.

Les profils des scénarios 4 (Matakang, Cap Verga et Tarenza : 5+3), 5 (5 nouveaux ports : 5+5), et 6 (8 nouveaux ports : 5+8) montrent de mauvais scores sur les enjeux environnementaux et sociaux. Il en est de même pour le critère perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1) contrairement aux deux autres critères économiques qui sont porteurs d'emplois (ÉCO1.1) et de création de revenus pour l'État (ÉCO3.1). Les acquis de ces derniers s'expliqueraient par le nombre important de ports allant de huit (8) à treize (13) ports. Avec ce nombre, il n'est pas étonnant que les enjeux envi-

ronnementaux soient en conflit avec ceux de l'économie. En effet, pour la mise en œuvre des ports, il est nécessaire d'imputer sur les territoires qu'occupent la communauté humaine et aussi les ressources aquatiques. Évidemment le risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1) est relié au grand nombre de ports fluviaux qui entraîneraient un trafic important de navires disséminés sur un plus grand nombre de zones de pêches.

Les scénarios 7 et 8 ont des profits semblables. Le scénario 8 (100% alumine : 2+2) démontre une certaine faiblesse au niveau des critères risque de pollution des eaux marines (ENV2.1), contribution aux émissions de gaz à effet de serre (ENV3.1) et emplois créés (ÉCO1.1). Le risque élevé de pollution des eaux peut s'expliquer par le transport de grandes quantités de produits chimiques (soude, chaux, etc.) nécessaires pour la production de l'alumine. Le score négatif des GES est en lien avec le passage des navires et les activités reliées aux ports (équipements, manutention, transport routier et ferroviaire). Par contre, il est intéressant de constater que c'est le scénario 8 qui performe le mieux sur les enjeux sociaux (déplacement de populations (SOC1.1) et santé et sécurité des pêcheurs (SOC2.1)) et sur les enjeux économiques (perte de rentabilité des entreprises de la pêche artisanale (ÉCO2.1) et revenus en taxes et redevances (ÉCO3.1)). Cependant, il a un mauvais score sur la création d'emplois (ÉCO1.1), car la transformation sur place de la bauxite en alumine réduirait le volume de produits miniers à exporter. Toutefois, il y aurait un effet de compensation par les emplois créés au niveau de l'industrie d'alumine. Par exemple, d'après les données d'enquêtes sur l'usine de Friguia à Fria (région de Boffa) en Guinée, le nombre de travailleurs est estimé à 2 600 personnes pour une production annuelle de 65 000 tonnes d'alumine, soit 2, 1 million de tonnes de bauxite transformées. Le scénario 7 (47% alumine : 3+2), quant à lui, enregistre des faiblesses seulement au niveau des critères risque de pollution des eaux marines (ENV2.1) et emplois créés (ÉCO1.1). Les raisons sont identiques à celles expliquées pour le scénario 8.

8.2 Analyse des rangements des scénarios

8.2.1 Rangements individuels : PROMETHEE I et II

Le logiciel Visual PROMETHEE permet de générer, pour chacun des acteurs, le rangement partiel des scénarios, PROMETHEE I permettant les incomparabilités, et leur rangement complet, PROMETHEE II, du meilleur au moins bon. PROMETHEE I illustre un rangement à partir des flux sortants Φ^+ et des flux entrants Φ^- de chaque scénario, alors que PROMETHEE II est produit à partir des flux nets. Selon Waaub (2012), le flux sortant Φ^+ reflète « le caractère surclassant », il exprime comment un scénario est préféré aux autres ; et le flux entrant Φ^- reflète « le caractère surclassé », il exprime comment les autres scénarios sont préférés à un scénario donné. Ces deux flux permettent d'identifier, dans le rangement PROMETHEE I, des situations d'incomparabilité entre scénarios (les forces de l'un correspondant aux faiblesses de l'autre et inversement). Enfin, le flux net utilisé pour générer le rangement complet des scénarios, PROMETHEE II, résulte de la différence entre le flux sortant et le flux entrant. Le rangement complet des scénarios permet d'identifier des situations d'indifférence entre scénarios, mais ne rend plus compte des situations d'incomparabilité. Malgré cette perte d'information, le rangement complet PROMETHEE II offre une vision synthétique du positionnement relatif des scénarios.

La figure 13 illustre un exemple des rangements PROMETHEE I et II pour l'acteur Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC), MEEF (Gov2).

Pour cet acteur, dans le rangement partiel, nous remarquons une incomparabilité entre les scénarios 7, 2 et 8. Cependant, il ressort du rangement complet, une préférence nette pour le scénario 1 (situation existante améliorée : 5+1), suivie respectivement des scénarios 7 (47% alumine : 3+2), 2 (Cap verga et Senguelen : 5+2), 8 (100% alumine : 2+2) et 3 (Matakang et Cap Verga : 5+2). Il est à noter que les scénarios 7, 2 et 8 sont très proches l'un de l'autre. Les scénarios 6 (8 nouveaux ports : 5+8), 5 (5 nouveaux ports : 5+5), et 4 (Matakang, Cap Verga et Tarensa : 5+3) sont les moins performants.

Le tableau 22 et la figure 14 présentent le rangement complet PROMETHEE II des scénarios pour chacun des 18 acteurs impliqués dans le processus d'ÉES (fréquences des rangs).

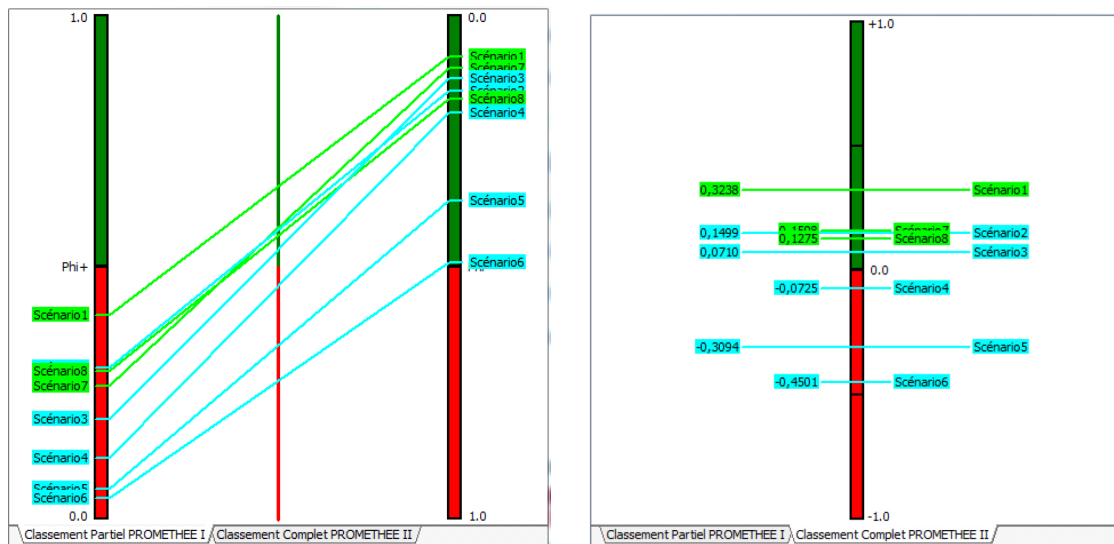


Figure 13: Rangements partiel et complet des scénarios pour l'acteur Gov2

Tableau 22: Rangement complet PROMETHEE II des scénarios pour chacun des 18 acteurs du processus

Acteurs	Rangements individuels PROMETHEE II des scénarios							
	1 ^{er} rang	2 ^e rang	3 ^e rang	4 ^e rang	5 ^e rang	6 ^e rang	7 ^e rang	8 ^e rang
Gov1	Sc 8	Sc 7	Sc 1	Sc 3	Sc 4	Sc 2	Sc 5	Sc 6
Gov2	Sc 1	Sc 7	Sc 2	Sc 8	Sc 3	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Gov3	Sc 8	Sc 7	Sc 1	Sc 3	Sc 2	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Gov4	Sc 8	Sc 1	Sc 7	Sc 3	Sc 4	Sc 5	Sc 2	Sc 6
Gov5	Sc 8	Sc 7	Sc 1	Sc 3	Sc 4	Sc 2	Sc 5	Sc 6
Gov6	Sc 8	Sc 1	Sc 7	Sc 3	Sc 2	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Exp1	Sc 8	Sc 1	Sc 7	Sc 3	Sc 2	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Exp2	Sc 1	Sc 8	Sc 7	Sc 3	Sc 2	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Exp3	Sc 1	Sc 2	Sc 7	Sc 3	Sc 8	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Exp4	Sc 8	Sc 7	Sc 1	Sc 3	Sc 4	Sc 2	Sc 5	Sc 6
Exp5	Sc 8	Sc 7	Sc 1	Sc 3	Sc 4	Sc 2	Sc 5	Sc 6
Soc1	Sc 8	Sc 1	Sc 7	Sc 3	Sc 2	Sc 4	Sc 5	Sc 6
Soc2	Sc 8	Sc 7	Sc 3	Sc 1	Sc 4	Sc 5	Sc 2	Sc 6
Soc3	Sc 8	Sc 1	Sc 7	Sc 3	Sc 4	Sc 2	Sc 5	Sc 6
Priv1	Sc 8	Sc 5	Sc 7	Sc 3	Sc 6	Sc 4	Sc 1	Sc 2
Priv2	Sc 8	Sc 7	Sc 3	Sc 4	Sc 5	Sc 1	Sc 6	Sc 2
Priv3	Sc 8	Sc 7	Sc 3	Sc 1	Sc 4	Sc 5	Sc 6	Sc 2
Priv4	Sc 8	Sc 7	Sc 3	Sc 1	Sc 4	Sc 5	Sc 6	Sc 2

Il apparaît sur ce tableau 22 et cette figure 14 que ce sont les scénarios 8, 7, 1 et 3 qui occupent majoritairement les quatre premiers rangs du rangement individuel des 18 acteurs. Contrairement à l'ensemble des acteurs qui préfèrent le scénario 8, ceux du Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB) - Département de Gestion du navire GLC et organisation des campagnes de recherche (Gov1), du Centre d'études et de recherche en environnement (CERE) (Exp2), et de l'École Doctorale (ED) du Centre de recherche scientifique de Conakry Rogbané (CERESCOR) (Exp3) préfèrent au premier plan le scénario 1. Pour leur part, la performance des scénarios quant à la préservation de l'environnement est une condition *sine qua non* à la préservation des ressources halieutiques. De plus, ils ont également attribué plus de poids aux critères environnementaux.

Les scénarios 7 (10 fois 2^e et 8 fois 3^e), 1 (3 fois 1^{er}, 5 fois 2^e et 5 fois 3^e) et 3 (seulement 4 fois 3^e) sont souvent dans les 3 premiers scénarios. Ils pourraient donc être de bon compromis ou fournir des clés pour améliorer le scénario 8 qui est largement préféré.

Les scénarios 6, 5 et 2 sont les moins préférés par l'ensemble des acteurs.

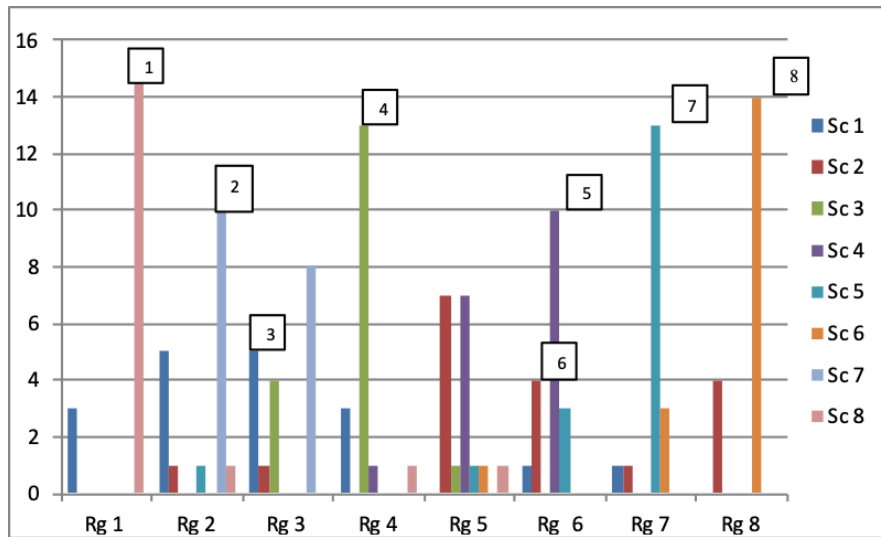


Figure 14: Fréquences des rangs des scénarios pour tous les acteurs

8.2.2 Contribution des critères à la performance des scénarios : graphique Arc-en-ciel de PROMETHEE

L'arc-en-ciel PROMETHEE est une vue désagrégée du rangement PROMETHEE II (Mareschal, 2013). Il permet d'illustrer la contribution des critères à la performance globale des scénarios. Dans un scénario, chaque tranche représente l'apport des critères aux flux nets Phi du scénario en tenant compte du poids du critère. La figure 15 est présentée par ordre décroissant des flux nets, soit du meilleur au moins bon. Un scénario qui a de grandes forces et de grandes faiblesses (Sc2) peut être globalement moins performant qu'un scénario n'ayant pas de grandes forces et peu de faiblesses (Sc7).

La figure 15 est un exemple illustratif des forces et des faiblesses des scénarios par rapport aux critères pour l'acteur Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC), MEEF (Gov2). Nous remarquons que le scénario 1 a une grosse faiblesse sur les critères économiques (ÉCO1.1 et ÉCO3.1). Il en est de même pour le scénario 2 en ce qui concerne les critères sociaux et économiques. Les scénarios 7 et 3 n'ont pas beaucoup de forces, par contre ils performant sur l'ensemble des critères.

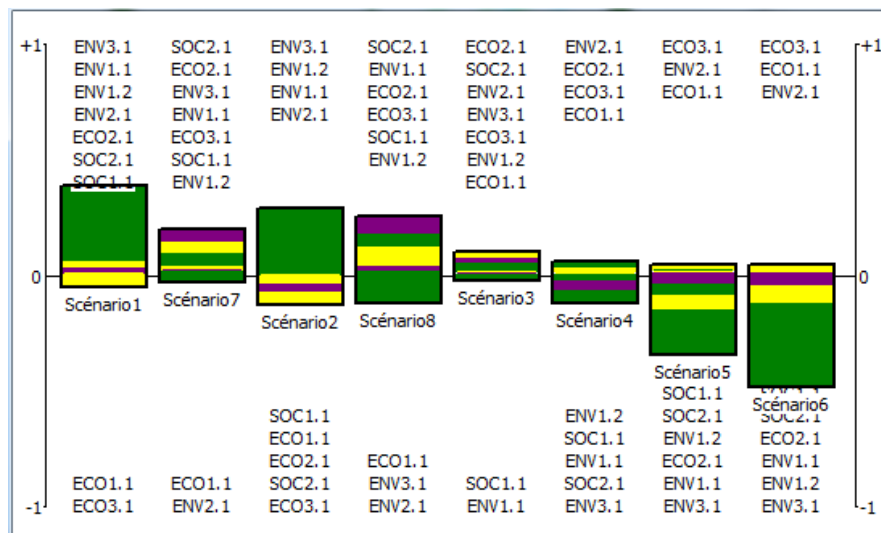


Figure 15: Contribution des critères à la performance des scénarios pour l'acteur GOV2 : Graphique arc-en-ciel

La figure 16 donne une position moyenne par catégorie d'acteurs. Certaines catégories d'acteurs peuvent avoir des positions très diversifiées (GOV et EXP) telles qu'illustrées par la figure 17 (GAIA ;) et d'autres comme SOC et PRIV ont des positions peu éloignées.



Figure 16: Contribution des critères à la performance des scénarios pour les 4 groupes d'acteurs : Graphique arc-en-ciel

8.2.3 Relations entre les critères : analyse du plan GAIA-critères et position de l'axe de décision des acteurs

L'analyse visuelle GAIA permet de mettre en évidence les critères conflictuels, de dégager ceux qui nécessitent un compromis afin de répondre aux attentes de la majorité des acteurs et aussi d'aider le décideur ultime à fixer ses priorités. Le plan GAIA-critère représente les préférences de l'acteur ; les critères ayant une préférence similaire sont orientés dans la même direction, ceux jugés conflictuels sont opposés, et ceux qui sont indépendants sont perpendiculaires (Waaub, 2012). Selon le même auteur, « plus l'axe représentant le critère est long, plus le critère joue un rôle fort dans la différenciation des actions et a une influence sur la décision ».

La figure 17 présente le plan GAIA-critères avec la position de l'axe de décision des différents acteurs du processus décisionnel. En effet, étant donné que tous les acteurs partagent le même tableau des performances (mêmes évaluations des critères et mêmes seuils de préférence), tous les plans GAIA-critères ont la même configuration à l'exception de l'axe de décision qui représente la projection du vecteur des poids des critères. Ainsi, nous avons reporté sur le même plan GAIA-critères, les axes de décision π , dont l'orientation change de position en fonction des poids attribués par chacun des acteurs. Les axes de décision sont représentés respectivement par les lignes rouges pour le secteur privé, roses pour la société civile, bleu marine pour le gouvernement, et noires pour les experts. Les critères sont présentés selon les enjeux environnementaux (en vert), sociaux (en mauve), et économiques (en jaune). Les scénarios correspondant à la stratégie individualiste et d'investissements privés sont représentés

par les cercles bleus (scénarios 2, 4, 5 et 6), et les scénarios adoptant la stratégie de mutualisation des infrastructures le sont par des cercles vert citron (scénarios 1, 7 et 8).

Ainsi, Waaub, (2012) mentionne que « lorsque deux scénarios sont proches, c'est qu'ils sont relativement semblables. De plus, les scénarios distribués à l'extrémité du plan ont les meilleures performances sur les critères pointant dans leur direction. Les scénarios distribués à proximité de l'origine peuvent être interprétés comme de bons compromis en cas de critères conflictuels ».

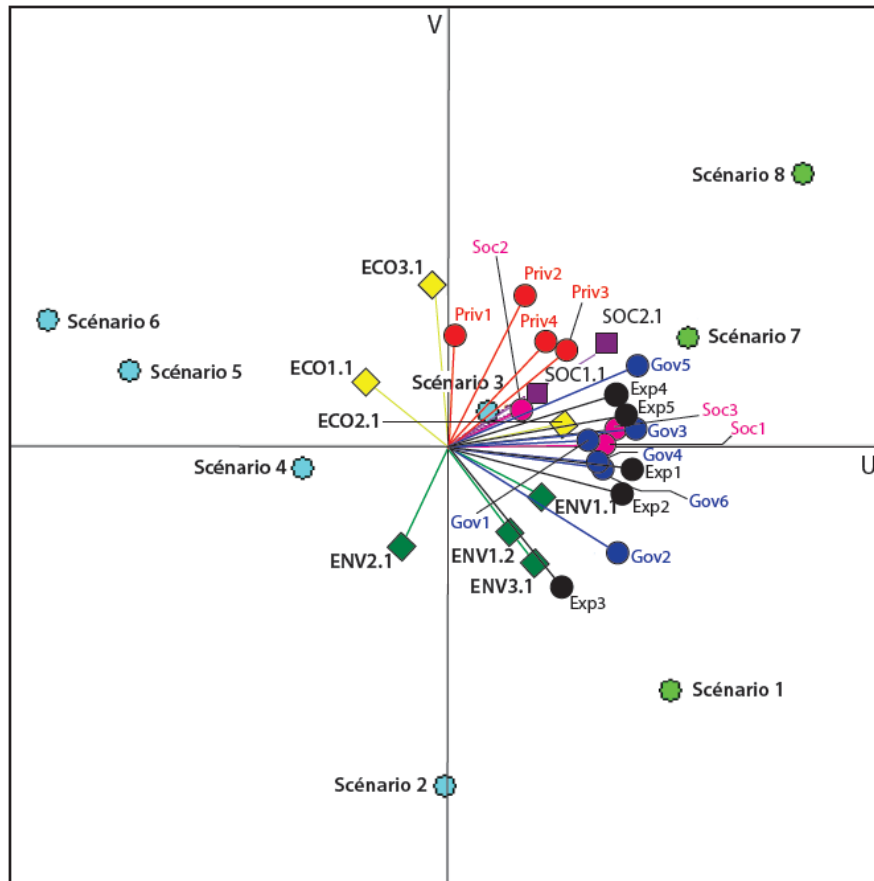


Figure 17: Relation entre les critères : plan GAIA-Critères pour les 18 acteurs

Deux types d'informations ressortent de l'analyse de ce plan GAIA. Le premier concerne le caractère conflictuel des critères et le second la position de l'axe de décision d'un acteur par rapport aux critères et par rapport aux autres acteurs. Le plan GAIA montre ainsi deux groupes de critères qui sont majoritairement en conflit, les critères environnementaux (ENV1.1, ENV1.2, ENV3.1 et ENV2.1) et les critères économiques (ÉCO3.1 et ÉCO1.1).

L'axe de décision de l'acteur GAC (Priv1) est très proche du critère revenu généré par l'État (ÉCO3.1). Ce critère pourrait avoir une influence sur la décision et être l'objet d'une solution vers un compromis. Les critères populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1), risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1) et perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1) se retrouvent à cheval entre l'axe de décision des acteurs privés (Priv1 et Priv2), de la société civile (Soc1 et sc3), des experts (Exp4, Exp5) et du gouvernement (Gov1, Gov3 et Gov4). Cette majorité décisive pour ces critères dénote leur importance dans la prise de décision. Une solution très probable pourrait être trouvée auprès de l'acteur Action pour le développement durable (ADD) - ONG locale (Soc2) en ce qui concerne la question sur les populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1). Les critères environnementaux (ENV1.1, ENV1.2 et ENV3.1) sont très importants pour les acteurs Exp3 et Gov2. Contrairement à tout ce qui vient d'être vu, les critères

risque de pollution des eaux marines (ENV2.1) et emplois créés (ÉCO1.1) s'opposent aux critères importants pour la décision pour l'ensemble des acteurs. En effet, les scénarios 8, 7, 1 et 3 qui se positionnent comme des compromis possibles pour l'ensemble des acteurs sont aussi ceux qui suscitent beaucoup de transport de produits dangereux (ENV2.1) et qui créent moins d'emplois (ÉCO1.1) (sans considérer les emplois potentiels créés par l'industrie de la bauxite en alumine).

En faisant une analyse de l'ensemble des critères par rapport aux scénarios, nous constatons que la majorité des acteurs ont leur axe de décision orienté vers les scénarios 8, 7 et 3. Contrairement aux experts 1, 2 et 3 et aux gouvernements 2, 4 et 6, qui sont plus favorables au scénario 1. Les critères économiques (ÉCO1.1 et ÉCO3.1) sont orientés vers les scénarios 5 et 6, cela s'explique par le fait qu'ils sont pourvoyeurs d'emplois et de recettes à l'État.

8.2.4 Rangement global pour le groupe multi-acteurs : PROMETHEE I et II

Le rangement PROMETHEE I (figure 18) indique une incomparabilité entre les scénarios 7 et 1 d'une part et entre les scénarios 4 et 2 d'autre part. En fonction des flux nets (Φ), le rangement PROMETHEE II (figure 4.31) montre que c'est le scénario 8 qui surclasse tous les autres scénarios ($\Phi=0,1386$), suivi du scénario 7 ($\Phi=0,087$), puis du scénario 1 ($\Phi=0,0850$). Le scénario 3 prend la dernière place dans ce groupe à flux positif. Par contre, le scénario 6 est le moins performant ($\Phi=-0,1721$) suivi respectivement des scénarios 5, 2 et 4. À la lumière de ces deux représentations graphiques, nous constatons que l'ensemble des acteurs est favorable au groupe de scénarios correspondant aux stratégies de mutualisation des infrastructures (cf. section 3) par rapport à ceux correspondant aux stratégies individualistes et d'investissements privés de l'aménagement portuaire. Le scénario 3 (Matakang et Cap Verga : 5+2) se retrouve toutefois juste après ce groupe de tête. Cela confirme ce qui a été montré au tableau 22 et à la figure 14 concernant les fréquences des rangs des scénarios.

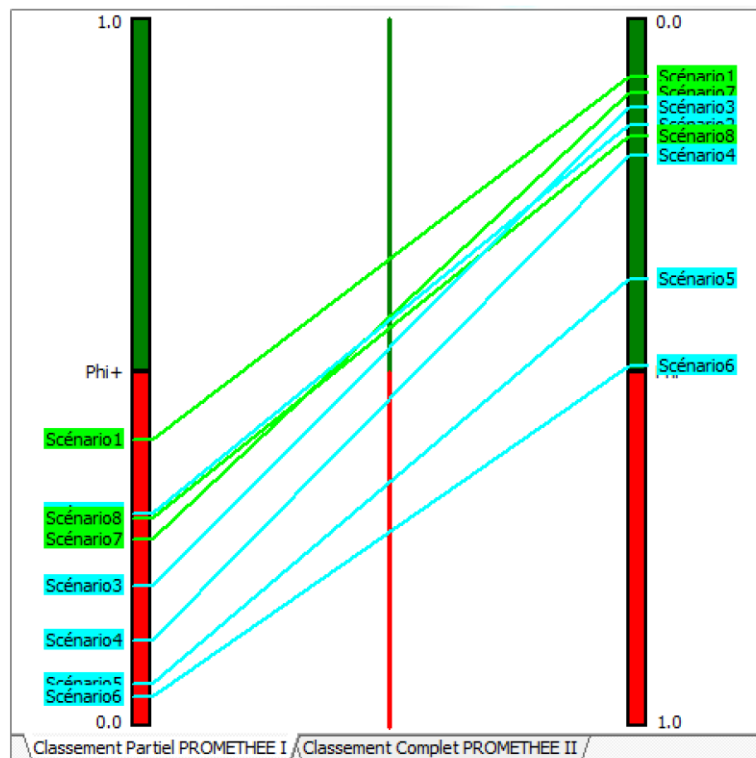


Figure 18: Rangement multi-acteurs PROMETHEE I

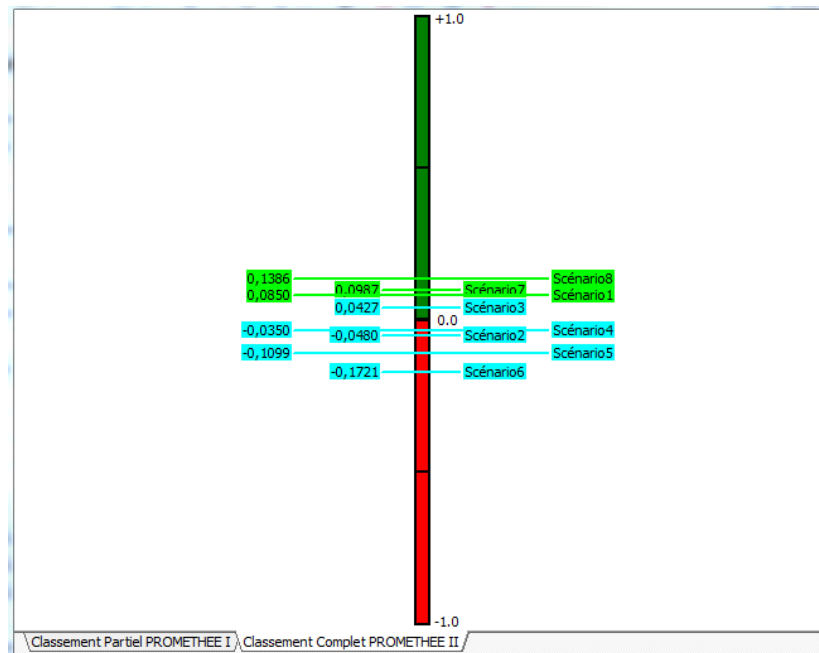


Figure 19: Rangement multi-acteurs PROMETHEE II

8.2.5 Relations entre les acteurs : analyse du plan GAIA - multi-acteurs

Le plan GAIA - multi-acteurs évalue la position relative des acteurs par rapport aux scénarios, permettant ainsi d'identifier des coalitions et des acteurs en conflits. Il est ici convenu que tous les acteurs ont le même poids. « Plus l'axe de décision π est long, meilleure est l'information pour prendre la décision et pour identifier les meilleurs scénarios. Quand un axe de décision est court, l'information est moins bonne et une solution de compromis peut être trouvée proche de l'origine » (Waaub, 2012).

Dans ce cas d'étude, comme le montre la figure 20 l'axe π est long. De plus, le plan conserve 99,2 % de l'information, ce qui indique une forte fiabilité de la représentation. L'axe de décision π de ce plan correspond au vecteur des poids relatifs des acteurs. Il pointe dans le sens des scénarios de meilleurs compromis. Ainsi, le rangement complet (Sc8, SC7, SC1, SC3, etc) peut être estimé, avec une certaine perte d'information liée à la projection dans un plan (analyse en composantes principales), à partir de leurs positions relatives, lorsque projetées orthogonalement sur l'axe de décision. Le plan indique les synergies et conflits entre acteurs.

Trois coalitions d'acteurs apparaissent sur le plan GAIA-multi-acteurs : la première concerne les acteurs du secteur privé (Priv1, Priv2, Priv3 et Priv4) ; la deuxième rassemble trois groupes d'acteurs (Soc2, Soc3, Soc1, Gov5, Exp4, Gov1, Exp5, Gov3, Gov4, Gov6, Exp1, et Exp2) ; et la dernière, quant à elle, concerne seulement les acteurs Gov2 et Exp3. Ce plan illustre aussi que ce sont les scénarios 8, 7, 1 et 3 qui correspondent aux meilleurs compromis pour les acteurs, contrairement aux scénarios 6, 5, 4 et 2 qui sont jugés moins performants du point de vue de l'analyse globale. Toutefois, nous remarquons que les acteurs Priv1 (GAC) et Priv2 (Alufer) ont tendance à préférer les scénarios 6 et 5. Le scénario 2 est également valorisé par les acteurs Gov2 (CPMZZC) et Exp2 (CNSHB – socio-économie). Par leur proximité de l'axe π , les scénarios 3 et 7 peuvent faire l'objet de compromis.

8.2.6 Analyses de sensibilité et de robustesse

Le rangement des scénarios est influencé par deux paramètres, les poids des critères et les seuils de préférences des acteurs. L'analyse de sensibilité permet d'évaluer la stabilité d'un scénario en fonction de modifications dans les paramètres d'un critère, de l'impact du manque de manoeuvrabilité de certains paramètres, et de la nécessité d'avoir une estimation précise des valeurs des paramètres (Mouine, 2011).

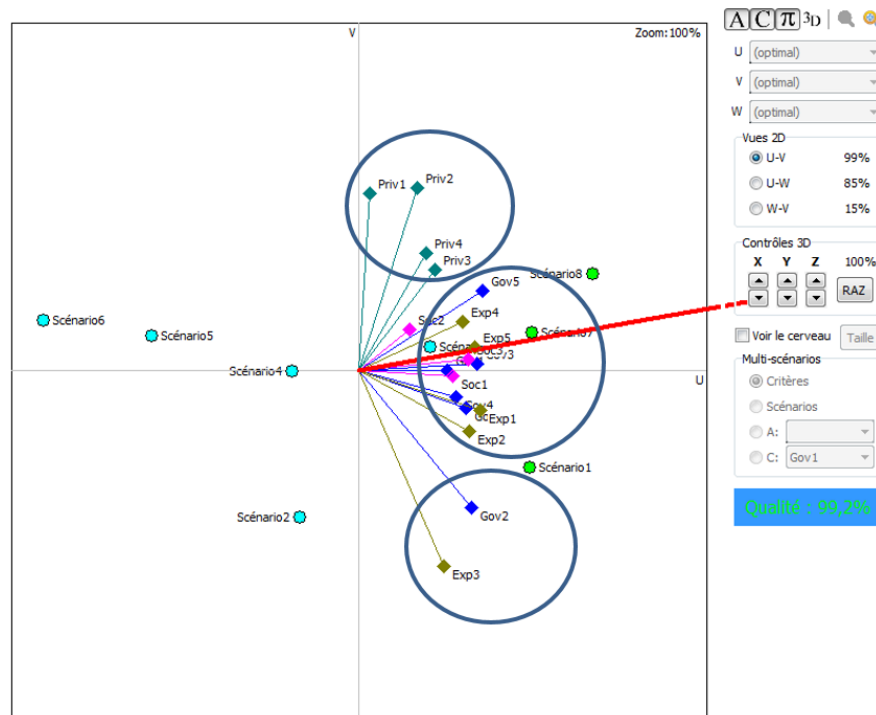


Figure 20: Relation entre les acteurs : plan GAIA - multi-acteurs

La stabilité du rangement des scénarios pour leurs x premières positions, peut être définie par un intervalle, dans lequel les valeurs des paramètres d'un critère se situent sans modifier les résultats quel que soit le changement apporté. Un critère dont une quelconque modification d'un paramètre (ex. : le poids) entraîne un bouleversement des résultats est considéré comme un critère instable (Brans et Mareschal, 2002).

Les outils que constituent les figures d'intervalles des poids des critères pour lesquels le rangement des scénarios pour un acteur demeure stable, et la fonction Walking Weights (variation progressive du poids d'un critère particulier et influence sur le rangement) ont servi à évaluer la sensibilité des critères sur les trois premiers scénarios de chacun des acteurs.

Les premières ont permis d'afficher l'intervalle en deçà (versus au-delà) duquel une variation du poids d'un critère n'entraîne pas (versus entraîne) de modification du rangement des trois premiers scénarios (solution stable versus instable). Ces figures servent à baliser les analyses de sensibilité du rangement des scénarios suite à des modifications du poids des critères. Un écart d'estimation de plus ou moins 5% du poids a été considéré de façon à prendre en compte le fait que la pondération des critères par les acteurs demeure empreinte d'une certaine incertitude. Ainsi, tous les critères pour lesquels une modification du poids de plus ou moins 5% entraîne une modification du rangement des premiers scénarios est considéré comme un critère sensible (solution instable).

La figure 21 présente deux exemples d'intervalles de stabilité du rangement des trois premiers scénarios respectivement en fonction du poids des critères SOC2.1 et ÉCO3.1, dans le cas de l'acteur Gov2. Il s'agit de critères sensibles.

Par la suite, le second outil a permis de visualiser les modifications apportées au rangement des scénarios suite une variation des poids des critères ayant été identifiés comme sensible, et d'en faire une synthèse dans un tableau (tableau 23).

Ce tableau présente les intervalles de stabilité du rangement des trois premiers scénarios pour tous les critères ayant été identifiés comme sensibles, pour chacun des acteurs. Il présente également le

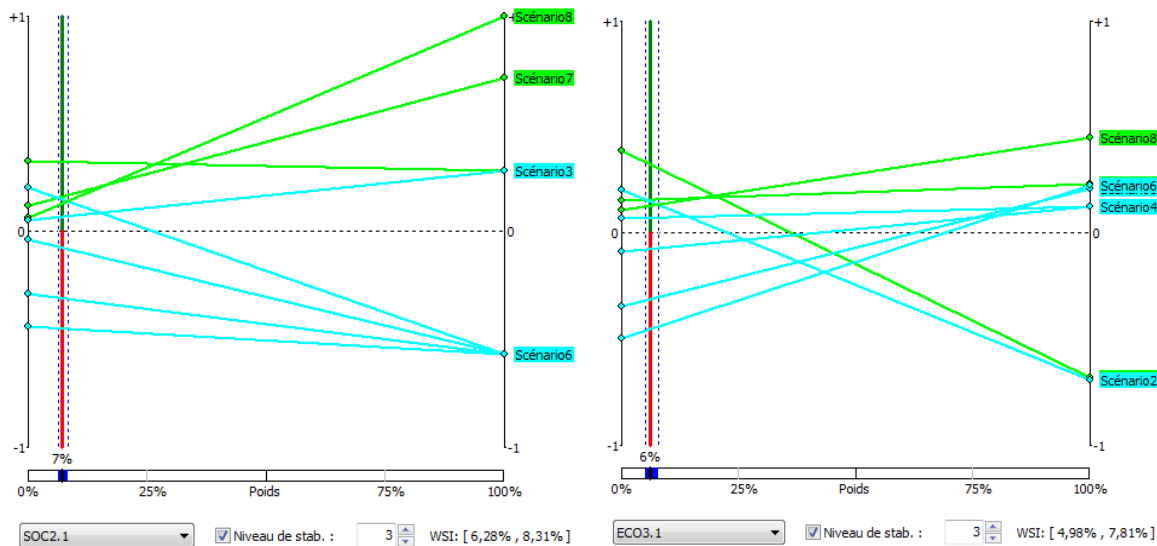


Figure 21: Intervalles de stabilité du rangement des trois premiers scénarios respectivement en fonction du poids des critères SOC2.1 et ÉCO3.1, pour l'acteur Gov2

rangement des quatre premiers scénarios (4 pour identifier un éventuel passage du 4^e au 3^e rang et inversement) suite à la modification du poids du critère concerné.

Pour l'acteur Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB) - Département de Gestion du navire GLC et organisation des campagnes de recherche (Gov1), tous les critères sont stables à l'exception des critères Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1) et Revenus générés par l'État (ÉCO3.1). Les trois premiers scénarios (8, 7 et 1) demeurent inchangés.

Par contre, l'acteur Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC), ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MEEF) (Gov2) connaît 6 critères sensibles sur l'ensemble des 9. Dans ce cas, le rangement initial des trois premiers scénarios exclut le scénario 8, toutefois, avec une légère modification des poids (5%), il pourrait se retrouver dans les 3 premiers scénarios.

L'acteur Direction nationale de la pêche maritime (DNPM) ; ministère de la Pêche (Gov3) connaît moins d'instabilité. Quelques modifications peuvent tout de même entraîner un léger changement de rang entre les scénarios 7 et 1. Le scénario 7 occupant le 2^e rang pour les critères Env1.1 et Env2.1, prends le 3^e rang suite à une modification du poids de ces critères. Dans ce cas, le scénario 1 qui était en 3^e position, occupe le 2^e rang suite à cette modification (tableau 23).

Les acteurs Bureau d'études stratégiques (BÉS), ministère des Mines et de la Géologie (Gov4), Office guinéen des parcs et réserves (OGUIPAR), MEEF (Gov6) et CNSHB - Département socio-économie, ministère de la Pêche (Exp1) ont tous un seul critère « Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1) » qui a un intervalle de stabilité faible. Quelle que soit la modification apportée, les scénarios 8 et 1 se disputent le premier rang, suivi du scénario 7.

Pour l'acteur Partenariat recherche environnement média (PREM) - ONG locale (Soc1), trois critères sont sensibles suite à une petite modification de leur poids. Comme les critères précédents, les scénarios 8, 1 et 7 occupent les trois premiers rangs.

Pour le dernier acteur, Guinea Alumina Corporation (GAC), Société minière associée de la CBG pour le port de Kamsar (Priv1), presque tous les critères sont sensibles à une variation légère de poids (moins de 5%). Contrairement aux acteurs précédents, les scénarios 8, 5 et 7 occupent les trois premiers rangs. Le scénario 1 n'est pas pris en compte par le fait que cet acteur accorde moins d'importance aux critères environnementaux.

Tableau 23: Intervalles de stabilité des critères pour les trois premiers rangs

Acteurs	Critères	Ordre en %	Poids initial en %	Intervalle de stabilité en %	Rangement 1 scénarios	Rangement 2 scénarios
Gov1	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	14	0 - 15	8, 7, 1, 3	1, 8, 7, 3
	Revenus générés par l'État (ÉCO3.1)	-5	12	11 - 20,23	8, 7, 1, 3	8, 1, 7, 3
Gov2	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	12	9 - 14	1, 7, 2, 8	1, 2, 7, 8
	Contribution aux GES (ENV3.1)	-5	23	20 - 24	1, 7, 2, 8	1, 7, 8, 2
	Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)	+5	3	0 - 5	1, 7, 2, 8	1, 7, 8, 2
	Risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1)	5	7	6 - 8	1, 2, 7, 8	1, 7, 8, 2
	Perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1)	5	11	9 - 13	1, 7, 8, 2	1, 7, 8, 2
	Revenus générés par l'État (ÉCO3.1)	-5	6	4 - 7	1, 7, 2, 8	1, 7, 8, 2
Gov3	Habitats et écosystèmes affectés (ENV1.1)	+5	12	0 - 16	8, 7, 1, 3	8, 1, 7, 3
	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	13	0 - 16	8, 7, 1, 3	8, 1, 7, 3
Gov4	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	12	2 - 15	8, 7, 1, 3	1, 8, 7, 3
Gov6	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	12	2 - 15	8, 1, 7, 3	1, 8, 7, 3
Exp1	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	9	0 - 11	8, 1, 7, 3	1, 8, 7, 3
Sociv1	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	+5	13	10 - 14	8, 7, 1, 3	1, 8, 7, 3
	Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)	-5	11	0 - 7	8, 1, 7, 3	1, 8, 7, 3
	Contribution aux émissions de gaz à effet de serre (GES) (ENV3.1)	+5	7	2 - 10	8, 1, 7, 3	1, 8, 7, 3
Sociv3	Risque de pollution des eaux marines (ENV2.1)	5	15	14 - 17	8, 1, 7, 3	8, 7, 1, 3
	Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)	+5	10	5 - 12	8, 1, 7, 3	8, 7, 1, 3
	Revenus générés par l'État (ÉCO3.1)	+5	5	1 - 5	8, 1, 7, 3	8, 7, 1, 3
Priv1	Habitats et écosystèmes affectés (ENV1.1)	+5	2	0 - 3	8, 5, 7, 3	8, 7, 5, 3
	Communautés benthiques affectées par les sédiments dragués (ENV1.2)	5	1	0 - 3	8, 5, 7, 3	8, 7, 5, 3
	Contribution aux émissions de gaz à effet de serre (GES) (ENV3.1)	+5	1	0 - 2	8, 5, 7, 3	8, 7, 5, 3
	Populations déplacées par les projets portuaires (SOC1.1)	5	30	27 - 31	8, 5, 7, 3	8, 7, 5, 3
	Risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires (SOC2.1)		6	4 - 6	8, 5, 7, 3	8, 7, 3, 5
	Emplois créés (ÉCO1.1)	-5	40	39 - 41	8, 5, 7, 3	8, 7, 3, 5
	Perte de rentabilité des entreprises de pêche artisanale (ÉCO2.1)	+5	1	0 - 1	8, 5, 7, 3	8, 7, 5, 3

9 Conclusion

Le processus d'ÉES des scénarios d'aménagement de ports décrit dans Diallo et al. (2019) a été mis en application avec succès pour le cas des scénarios de plan d'aménagement de ports minéraliers en Guinée maritime. Ce processus est basé sur l'AMCD dans un contexte multi-acteurs et sur un SIG. Il a permis d'élaborer huit (8) scénarios et neuf (9) critères pour l'évaluation comparative des scénarios. Les critères élaborés tiennent compte des principaux enjeux reliés au problème posé. Ils ont été structurés selon les dimensions du développement durable avec pour perspective la préservation de la biodiversité halieutique. Un important travail d'évaluation de ces critères par des indicateurs de mesure, s'appuyant sur des données probantes adaptées au niveau stratégique de la décision, a été réalisé. La concertation avec les dix-huit (18) acteurs impliqués au processus a favorisé l'émergence de points de vue tantôt divergents, tantôt consensuels quant à l'aménagement des ports. La prise en compte des priorités des acteurs a été réalisée au moyen des poids attribués aux différents critères. L'évaluation comparative des scénarios a été modélisée au moyen du logiciel Visual PROMETHEE qui met en œuvre les méthodes PROMETHEE et GAIA, pour soutenir les acteurs dans un processus de délibérations en vue de recommander un ou des scénarios au décideur ultime que constitue le gouvernement guinéen.

En effet, le but de cette étude n'est pas de faire un choix quant à un scénario d'aménagement, mais plutôt, d'illustrer les forces et les faiblesses de chaque scénario et d'évoluer vers une solution de plus grand consensus. L'analyse des profils des scénarios et de l'arc-en-ciel PROMETHEE y a contribué. L'analyse des rangements des scénarios montre que ce sont le scénario 8 « 100% alumine (2+2 ports) », le scénario 7 « 47% alumine (3+2 ports) », le scénario 1 « Situation existante améliorée (5+1 ports) », et le scénario 3 « Matakang et Cap Verga (5+2 ports) » qui occupent les quatre (4) premiers rangs du rangement PROMETHEE II. En plus, ils suscitent beaucoup d'intérêt pour la plupart des acteurs du processus. Dans l'analyse individuelle, les scénarios 8, 7 et 1 se disputent la première place pour la majorité des acteurs.

L'analyse globale montre que le scénario 8 crée un consensus au sein de l'ensemble des acteurs, suivi des scénarios 7, 1 et 3.

Le scénario 8 occupant le premier rang, il favorise la réduction du nombre de ports, pouvant entraîner de moindres effets sur les habitats et écosystèmes, les communautés benthiques, les populations déplacées, le risque d'accidents des embarcations de pêche artisanale avec les navires-minéraliers, et la rentabilité des entreprises de pêche artisanale. Cependant, il ne fait pas l'unanimité sur les critères risque de pollution des eaux marines, contribution aux émissions de GES, et emplois créés. En effet, ce scénario nécessite toutefois plus de transports de produits dangereux pour l'industrie d'alumine. En plus, il y aurait plus de grands navires et des activités de manutention très importantes au port qui pourraient être des sources d'émissions de CO₂. Il enregistre un faible taux d'emploi par le fait qu'il suscite moins de ports sur le littoral. Cette situation pourrait toutefois être contrebalancée par des emplois dans la transformation de la bauxite en alumine.

Le scénario 7 classé en deuxième position dans le rangement global ressemble un peu au scénario 8, tout en considérant davantage les enjeux environnementaux.

Le scénario 1 occupe la troisième place du rangement global. Il est plus efficace du point de vue de la prise en compte des enjeux environnementaux. Il intègre les préoccupations sociales bien que le critère populations déplacées par les projets portuaires, soit moins performants que celui du risque d'accidents des embarcations de pêche artisanales avec les navires-minéraliers. Toutefois, il enregistre de grosses faiblesses sur les critères emplois créés et revenus générés par l'État. La moitié des acteurs du gouvernement et des experts préfère ce scénario.

Le scénario 3 occupe le plus souvent le quatrième rang, quels que soient les acteurs. Il est faiblement performant sur tous les critères. Toutefois, il tient compte de tous les enjeux du développement durable.

Le scénario 2 ne performe bien que sur les critères environnementaux. Il occupe le dernier rang aux yeux des acteurs économiques. Il est apprécié par les acteurs du CÉRE, Université de Conakry (Expert 2), et du Centre de protection du milieu marin et des zones côtières (CPMZC), Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêt (MEEF) (Gov2).

Les scénarios 4, 5 et 6, contrairement à certains scénarios, intègrent les préoccupations liées à l'emploi et au risque de pollution des eaux marines. Cela s'explique respectivement par le nombre de projets portuaires et par la quantité de matière brute à exporter. Cependant, les enjeux environnementaux y sont faiblement pris en compte.

Dans l'ensemble, les rangements des scénarios pour les différents acteurs ne sont pas très sensibles à des modifications des poids des critères, sauf pour les acteurs de la société civile.

Les scénarios reliés à la stratégie de mutualisation des infrastructures suscitent de l'intérêt pour l'ensemble des acteurs. De ce point de vue, notre analyse rejoint les recommandations du plan directeur sur l'aménagement des infrastructures minières connexes (Nodalis, 2014). Par contre, contrairement à cette dernière, notre étude traite les enjeux majeurs exprimés par une diversité d'acteurs touchés directement ou indirectement par les aménagements portuaires. Elle apporte également une contribution à la valorisation de la bauxite en Guinée (estimation des quantités de matières nécessaires pour la production d'alumine par scénario; tableau 7).

Les grandes faiblesses relevées au niveau des scénarios 8, 7 et 1 sont reliées à l'emploi et au risque de déversement des produits dangereux sur la côte guinéenne. Comme mentionné plus haut, la question des emplois créés pourrait être résolue par le fonctionnement de l'industrie d'alumine. La rigueur d'application des textes réglementaires de l'Organisation maritime internationale (OMI) pourrait réduire considérablement le risque de déversement accidentel des produits chimiques et pétroliers. Pour rappel, la Guinée a adopté en 1989, le Décret N° 201/PRG/SGG/89 du 8 novembre 1989, portant sur la « Préservation du milieu marin contre toutes formes de pollution » (Guinée/PNUE, 2006). Pour mieux préserver les écosystèmes côtiers, il est nécessaire d'implanter les industries de l'alumine dans les zones éloignées de ces écosystèmes.

10 Références

Acciaro M., Vanelslander T., Sys C., Ferrari C., Roumboutsos A., Giuliano G., Lee Lam J. S. et Kapros S. (2014). Environmental sustainability in seaports : a framework for successful innovation, *Maritime Policy & Management*, 41(5), 480–500.

Aenishaenslin C., Bélanger D., Fertel C., Hongoh V., Mareschal B., Waaub J.-P. (2019). Guide pratique de mise en place d'un processus décisionnel multicritère et multi-acteurs : étapes et outils. Rapport technique, Les Cahiers du GERAD G-2019-02, GERAD, HEC Montréal, Canada.

ANAIM (2014). Rapport d'activités 2013 de l'Agence nationale d'aménagement des infrastructures minières (ANAIM), République de Guinée.

Ancil Allen consulting (2017). An economic study of port Hedland port.

Arcidiacono S.G., Corrente S., Greco S., 2018, GAIA-SMAA-PROMETHEE for a hierarchy of interacting criteria, *European Journal of Operational Research*, 270(2), 606–624.

Artal-Tura A., Gómez-Fuster J.M., Navarro-Azorín J.M. and Ramos-Parreño J.M. (2016). Estimating the economic impact of a port through regional input–output tables : Case study of the port of Cartagena (Spain). *Maritime Economics & Logistics* (2016) 18, 371–390. doi:10.1057/mel.2015.24

Bezerra, A.P.X. de G., dos Santos I.G.S., da Silva M.C.B., Gabriel F.Â., de Holanda R.M., Moares A.S., 2016, Comparative analysis of the environmental impacts of port activities in Pernambuco ports, *GEAMA Journal*, pp. 2447–0740.

Bonnin M., Le Tixerant M., Ly. I. et Ould Zein A. (2013). Atlas cartographique du droit de l'environnement marin. Rapport de recherche. 112p. CSRP-IUCN.

Brans, J.P. & Mareschal, B. (2002). PROMETHEE-GAIA : une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples. Édition de l'Université de Bruxelles (collection "Statistique et Mathématiques Appliquées"). 187p.

Camara S.B., Bamy I.L., Diallo O. et Camara S. (2016). Caractérisation des peuplements de poissons dans l'estuaire de la Mellacorée (Guinée). *Bulletin du Centre national des sciences halieutiques de Boussoua (CNSHB)*. 6(1–2), décembre 2016. ISSN 1819–8732.

CETMEF (Centre d'études techniques maritimes et fluvial) (2005). Club ouvrages maritimes. Section Outre-mer. Compte-rendu de la réunion n° 1 du 6 et 7 décembre 2005.

CETU (2003). Méthodes d'estimations de population. Collection du Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CETU).

Choueri, R.B., Cesar, A., Abessa, D.M.S. Torres R. J., Riba I., Pereira C.D.S., Nascimento M.R.L., Morais R.D., Mozeto A.A., DelValls T.A., 2010, Harmonised Framework for Ecological Risk Assessment of Sediments From Ports and Estuarine Zones of North and South Atlantic, *Ecotoxicology*, 19(678).

Côté, G., Waaub, J.-P. et Mareschal, B. (2015). Évaluation des impacts sur l'environnement en péril. La nécessité d'agir. Les Cahiers du GERAD, G-2015-29. Université de Montréal, Qc, Canada. 26p.

Comtois, C., Slack, B. (2015). Étude économique régionale des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint-Laurent : le transport maritime. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos. CIRRELT, Université de Montréal, 64p.

Darbra, R.M., Ronza, A., Stojanovic, T.A., Wooldridge, C., Casal J., 2005, A procedure for identifying significant environmental aspects in seaports, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 866–874.

Degbe C.G.E. (2009). Géomorphologie et érosion côtière dans le Golfe de Guinée. Master en sciences Océanographique et physique. Chaire internationale en physique mathématique et application (CIPMA-Chaire UNESCO). Université d'Abomey-Calavi (UAC), Benin. Rapport 100p.

Développement économique Sept-Iles (2015). Le point sur l'économie de Sept-Iles. Actes-Document synthèse-version finale. Consulté le 22-02-2018, <https://www.deseptiles.com>

Diakité S., Keita M., Condé Y. (2015). Extension du plateau continental et convention des nations unies sur le droit de la mer (CNUDM). Bulletin du Centre de recherche de recherche scientifique de Rogbané (CERSCOR). Bulletin N°24 – août 2015.

Diallo M., Doumbouyah A., Kourouma D.L., Samoura K. et Waaub J.-P. (2017). Modèle de critères et indicateurs d'effets de niveau stratégique pour la prise en compte de la biodiversité halieutique dans la planification des aménagements de ports minéraliers en Guinée maritime. Les cahiers du GERAD. G-2017-19, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Diallo M., Kourouma D.L., Rehamtula M.S. et Waaub J.-P. (2019). Proposition d'un processus d'évaluation environnementale stratégique de plan d'aménagement de ports minéraliers en zone tropicale, Rapport technique, Les Cahiers du GERAD, G-2019-01, GERAD, HEC Montréal, Canada.

Domain F., Chavance P. et Diallo A. (1999). La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation. 416p.

Dooms M., Haezendonck E., Verbeke A., 2015, Towards a meta-analysis and toolkit for port-related socio-economic impacts : a review of socio-economic impact studies conducted for seaports, *Maritime Policy & Management*, 42(5), 459–480.

Doumbouya A. et Magassouba B. (2014). Consultation nationale (études-analyses) sur les systèmes de cogestion au sein des AMPs de la Guinée. Rapport final, 36 p. récupéré de <http://www.fao.org/3/a-bo652f.pdf>

Dutailly J-C (1983). Investissement et créations d'emplois : impact par secteur d'activité et taille d'entreprise. *Économie et statistique* 156 (1983) 3–14. E&S

EGIS international (2016). Étude stratégique environnementale et sociale (ÉSES) de la réforme du secteur minier en République de Guinée.

Enda Diapol et WWF (2007). Libéralisation du commerce et gestion durable des secteurs halieutiques en Afrique de l'Ouest : Étude de cas de la Guinée. Enda. Étude et recherche n° 262. Dakar, Sénégal.

Faubert, K.M.A., Bouchard, M.A., Curtis M.A., Hickey, G.M., 2010, «Environmental environmental assessment in multilateral development Bank intermediary lending», *Journal of environmental assessment policy and management*, 2(12), 131–153.

Filho A.T. de A., Clemente T.R.N., Morais D.C., de Almeida A.T. (2018). Preference modeling experiments with surrogate weighting procedures for the PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 264, 453–461. Elsevier.

Gellet P.K. et Lynch B.D. (2003). Les mégaprojets, sources de déplacements. *ERES-Revue internationale des sciences sociales*, 2003/1(175), 17–28. DOI10.3917/riss.175.0017

GHD (2013). Environmental Best Practice Port Development : An Analysis of International Approaches. Report prepared for the Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, Canberra, Australia.

Giardinoa A., Schrijvershofa R., Nederhoffa C.M., de Vroega H., Briërea C., Tonnona P.-K., Cairesa S., Walstra D.J., Sosac b, J., Versevela W. van, Schellekensa, d J., Sloff C.J. (2018). A quantitative assessment of human interventions and climate change on the West African sediment budget. *Ocean and Coastal Management* 156(2018) 249–265.

Gouvernement du Sénégal (2017). Emplois générés par le port minéralier et vraquier de Bargny-Sendou.

Guinée/PNUE (2006). Rapport national sur l'environnement marin et côtier. 65p.

Grigalunas, T., Opaluch, J.J. et Luo, M. (2001). The economic costs to fisheries from marine sediment disposal : case study of Providence, RI, USA. *Elsevier. Ecological Economics*, 38(2001), 47–58.

- Guitouni, A., Bélanger, M. et Martel, J.-P. (2010). Cadre méthodologique pour différencier les méthodes multicritères. Rapport technique-DRDC Valcartier, TR 2009-386. 106 p. Recherche et développement pour la défense Canada.
- Guay J.-F. (2016). Contributions méthodologiques à la modélisation intégrée pour la planification territoriale et environnementale. Thèse présentée comme exigence partielle du Doctorat en sciences de l'environnement.
- Ifremer (2010). Biodiversité en environnement marin. Synthèse et recommandations en sciences environnementale et sociale. Rapport à l'Ifremer de l'expertise collective en biodiversité marine.
- INS (Institut national de la statistique) –Guinée (2017). Annuaire statistique 2016.
- INS-RG (2019). Annuaire statistique 2017. Conakry, 354p.
- INS-RG (2015). Résultats définitifs du troisième recensement général de la population et de l'habitation réalisé du 1er mars au 02 avril 2014. Décret D/2015/229/PRG/SGG. 15p.
- INS-Environnement (2018). Annuaire des statistiques de l'environnement 2016, Guinée
- INS-environnement (2013). Annuaire des statistiques de l'environnement 2013, Guinée.
- InterVISTAS Consulting inc. (2017). Port of Vancouver-2016 economic impact study. Final rapport, p.113.
- ITOPF (Inedit). Effet de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement.
- Journal Gabon Économie (2017-). Infrastructure portuaire : Nouvelle envergure du port minéralier d'Owendo. Récupéré le 05-03-2018 de <http://www.gaboneco.com/infrastructure-portuaire-nouvelle-envergure-du-port-d-owendo.html>
- Kagni V. (2016). Approche par les relations de surclassement et aide multicritère à l'intégration des Pays de la C.E.M.A.C. Edition ICES, 1(21-22), 88-124, <https://www.cairn.info/revue-congolaise-de-gestion-2016-1-page-88.htm>
- Kirby M.F. et Robin J. Law (2010). Accidental spills at sea – Risk, impact, mitigation and the need for co-ordinated post-incident monitoring. Marine Pollution Bulletin 60, 797-803.
- Kourouma D.L. (2005). Approche méthodologique d'évaluation environnementale stratégique du secteur de l'énergie : application à la dimension régionale de la politique énergétique guinéenne en Guinée maritime. Thèse présentée comme exigence partielle pour l'obtention du doctorat en sciences de l'environnement, UQAM, Montréal, QC.
- Larame, M.E. (2011). Impact socio-économique du port autonome de la Guadeloupe.
- Lee T.-C., Lee P.-T. et Chen T. (2012). Economic Impact Analysis of Development on the South African Economy. South African Journal of Economics, 80(2).
- Lavaud-Letilleul V. (2014). L'aménagement portuaire en débat. Points de vue d'acteurs sur les grands projets d'équipement portuaire du littoral français », Norois [En ligne], 225 | 2012, consulté le 31 mai 2019. <http://norois.revues.org/4320> ; DOI:10.4000/norois.4320
- Leral.net (2017-). Emplois générés par le port minéralier et vraquier de Bargny-Sendou. Communication du premier ministre sénégalais. Journal Leral.net, récupéré le 22 février 2018 de <https://www.leral.net/2740-emplois-generes-par-le-port-mineralier-et-vraquier-de-Bargny-Sendou-selon-Mahammed-Boune-Abdallah-Dionne/a215893.html>
- Li K. X., Yin J., Fan L. (2014). Ship safety index. Transportation Research Part A 66 (2014) 75-87. Elsevier.
- Mabrouki C., Bentaleb F., Mousrij A. (2014). A decision support methodology for risk management within a port terminal. Safety Science 63 (2014) 124-132.Elsevier.
- Mareschal, B. (2018, février). PROMETHEE-GAIA. Aide à la decision multicritère. Logiciel Visual PROMETHEE. Communication. Tanger Rabat, Maroc.
- Mareschal (2013). Visual PROMETHEE 1.4 Manuel. Consulté le 05-08-2019, <http://www.promethee-gaia.net/FR/academic-edition.html>
- Martin Associates (2014). The 2013 Economic impact of the port of Tacoma. September 23, 2014. Consulté le 22-03-2018, <https://www.portoftacoma.com/community/economic-impact>

- MEEF (Ministère de l'environnement, des eaux et Forêts), 2018, Seconde communication nationale à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Conakry, République de Guinée, 162p.
- Ministère des Mines et de la Géologie (2018). Lettre de Politique du ministère des Mines et de la Géologie, 2018, Conakry, République de Guinée.
- Mousavi A., Sowlat M.H., Hasheminassab S., Polidori A., Shafer M.M., Schauer J.J., Sioutas C., 2019, Impact of emissions from the Ports of Los Angeles and Long Beach on the oxidative potential of ambient PM_{0.25} measured across the Los Angeles County, *Science of the Total Environment*, 651, 638–647.
- MPA (Ministères des Pêches, de l'aquaculture et de l'économie maritime, 2015) : Document-cadre de politique des pêches et de l'aquaculture. 25p. Gouvernement guinéen. Consulté le 11-07-2018, www.Peches.gov.gn
- Mosaic Co (2013). Phosphate Drives Port of Tampa Economic Impact. PR Newswire ; New York [New York] 18 June 2013.
- Mouine M (2011). Combinaison de deux méthodes d'analyse de sensibilité. Mémoire présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en informatique pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.). Québec, Canada.
- PRAO-Guinée, 2018, Contribution du secteur des pêches à l'économie guinéenne et élaboration d'un cadre d'indicateurs clés pour le suivi annuel, Rapport final, 93p.
- Sidibé D., Keita M.L., Darraz C. et Lazar G. (2015). Risques naturels et anthropiques en zone côtière guinéenne. Bulletin du Centre de recherche de recherche scientifique de Rogbané (CERSCOR). Bulletin N°24 – août 2015.
- Ng, A.K.Y. and Song, S. (2010). The environmental impacts of pollutants generated by routine shipping operations on ports. *Ocean & Coastal Management*, 53(2010), 301–311.
- Nodalis (2014). Plan directeur des infrastructures auxiliaires de transport minier en République de Guinée. Version finale. 211p.
- Notteboom T. (2011) An application of multi-criteria analysis to the location of a container hub port in South Africa, *Maritime Policy & Management*, 38(1), 51–79.
- PAC (port autonome de Conakry) (2016). Information sur les projets de développement du PAC.
- PRAO-GUINÉE (2018). Contribution du secteur des pêches à l'économie guinéenne et élaboration d'un cadre d'indicateurs clés pour le suivi annuel, Rapport final, 93p.
- http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/3471-01/Memoire/Mem3471_FCSQ-AGPI-2doc8.pdf
- Prades, J.A., Loulou R. et Waaub J.-P. (1998). Stratégies de gestion des gaz à effet de Serre. Le cas des transports urbains. Presse de l'Université du Québec. 277p.
- PRAO-Guinée (2015). Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES). Rapport 103p., n° SFG2171. <http://documents.worldbank.org/curated/en/159621468203656185/pdf/SFG2171-EA-FRENCH-P126773-Box396254B-PUBLIC-Disclosed-5-13-2016.pdf>
- Prévil, C., Thériault, M. et Rouffignat, J. (2003). Analyse multicritères et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel ? *Cahiers de géographie du Québec*, 47(130), 35. [doi:10.7202/007968ar](https://doi.org/10.7202/007968ar)
- République de Guinée (2017). Tarifs des Douanes – Tarifs-CEDEAO 2017 Guinée.
- République de Guinée (2013). Code minier 2011 amendé. 182p.
- République de Guinée (2007). Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA) de la République de Guinée. 118p.
- Richard, T. (2012, avril). État du milieu marin, législation environnementale, cadrage institutionnel et initiatives en cours. Communication présentée à l'atelier sur la planification côtière en Guinée. Conakry.
- Robin F.-X., Demeules V. (2003). Méthodes d'estimations de population. Collection du Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques : Normandie-Centre : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisation et les constructions publiques (CETU). Récupéré de http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/579/CERTU_1081T1.pdf?sequence=1
- Rossi G. (sous la direction sc.), Bazzo D., Lauffer M., Moreau N., Fontana A., Sow M., Diallo I. (2000). Atlas Infogéographique de la Guinée maritime-REGARD-CNRS-IRD, éd. IRD, 181p.

- Roy, B. et Bouyssou, D. (1993). Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas. Paris : Economica. 695p.
- OCDE (2011). Impacts environnementaux de la navigation maritime : Le rôle des ports. Sous la direction de Nils Axel Braathen. 165p.
- OCDE (2014). Shipping emissions in Ports. International Transport Forum Transport Canada-Région du Québec (2009). Inventaire des émissions des opérations terrestres et maritimes au port de Montréal. 38184, rapport final. www.tc.gc.ca/media/documents/quebec-fra/rapport_emission_mtl_f.pdf.
- Office fédéral de l'environnement (2018) : Facteurs des émissions du CO2 des agents fossiles www.ge.ch/statistique/tel/domaines/08/08_03/facteursconversion
- Samoura K. (2019). L'aide multicritère à la décision : outil d'évaluation et de participation dans Institut de la Francophonie pour le développement durable et Université Senghor, 2019, Évaluations environnementales des politiques et projets de développement [Sous la direction de Yelkouni, M. et E.L. Ngo-Samnick]. IFDD, Québec, Canada, 272p.
- Samoura, K. (2011). Contributions méthodologiques à l'évaluation environnementale stratégique de l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical : cas du Konkouré, en Guinée. Thèse présentée comme exigence partielle pour l'obtention du doctorat en sciences de l'environnement, UQAM, Montréal, QC.
- Sidibé D., Keita M.L., Darraz C. et Lazar G. (2015). Risques naturels et anthropiques en zone côtière guinéenne. Bulletin du Centre de recherche de recherche scientifique de Rogbané (CERSCOR). Bulletin N°24 – août 2015.
- SI-PAM (Inedi). La mesure de l'impact en termes d'emploi. https://www.ort-paca.fr/IMG/File/Etude/Tous/393/SI_PAM_impact.pdf
- Site web Bolloré logistique sur le terminal à conteneur des ports africains, 2018. <https://www.bolloré-ports.com/activites-portuaires/terminaux-a-conteneurs.html>
- Site Web SMB, 2018. <http://www.smb-guinee.com/news>
- Transport Canada, région du Québec (2009). Inventaire des émissions des opérations terrestres et maritimes au port de Montréal. http://www.tc.gc.ca/media/documents/quebec-fra/rapport_emission_mtl_f.pdf
- Turki, A., (2013). La planification stratégique environnementale : le cas des PME tunisiennes, Journal of Small Business & Entrepreneurship, 26(1), 29–43.
- Vandergest P. (2003). Affectation des terres et déplacements de population induits par le développement au Laos. Revue internationale des sciences sociales 2003/1(175), 49–59. DOI10.3917/riss.175.0049
- Vazquez, M.d.L., Waaub, J.P. et Ilinca, A. (2013b). Coupling MCDA and GIS in a decision making process for wind farm projects analys-TIMED approach. International Journal of Geographies and spatial analysis.
- Vazquez, M.L., Waaub, J.-P., Ilinca A. (2013a). Territorial intelligence modelling for energy development (TIMED) – a case study for the Baie-des-Sables (Canada) wind farm. Int. J. Multicriteria Decision Making, 3(2/3), 236–255.
- Veza I., Celar S., Peronja I. (2015). Competences-based Comparison and Ranking of Industrial Enterprises using PROMETHEE Method
- Vulevic T. et Dragovic N. (2017). Multi-criteria decision analysis for sub-watersheds ranking via the PROMETHEE method. International Soil and Water Conservation Research, 5, 50–55
- Waaub, J.-P. et Belanger D. (2015). Annexe-G- Guide pratique de mise en place d'un processus décisionnel multicritère et multi-acteurs : étapes et outils. Projet « Transfert de connaissances et renforcement des capacités concernant les outils d'aide à la décision pour la gestion de la maladie de Lyme et autres maladies vectorielles, dans le contexte de l'adaptation au changement climatique ». Coll. Aenishaenslin, C., Fertel, C. Hongoh, V., Léveillé, J., Mareschal, B. Dans le cadre du « Programme du projet des systèmes de prévention en santé publique et adaptation aux changements climatiques de l'Agence de la santé publique du Canada ». Rapport à l'Agence de santé publique du Canada. Avril 2015. 38p.
- Waaub J.-P. (2012). Aide multicritère à la décision comme outil de mise en œuvre de l'évaluation environnementale (ÉE). École d'été SIFÉE-IEPE, 17 juin au 21 juin 2012, Montréal, Canada.
- Yip T.L. (2008). Port traffic risks – A study of accidents in Hong Kong waters. Transportation Research Part E 44(2008) 921–931. Elsevier.

Wu B., Wang Y., Zhang J., Savan E.E., Yan X. (2015). Effectiveness of maritime safety control in different navigation zones using a spatial sequential DEA model : Yangtze River case. Elsevier