



# *Environnement Urbain Et Naturel Des Villes Portuaires : Cas Du Port De Cotonou (Benin, Afrique De L'ouest)*

## *[Urban And Natural Environment Of Port Cities: The Case Of Cotonou Port (Benin, West Africa)]*

AHOUANDOKOUN Sagbo Damien, ELAAGUIR Oumaima, ZINSOU FULGENCE

Laboratoire Pierre PAGNEY "Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement" 03 BP 1122, Cotonou, Bénin

Corresponding Authors: AHOUANDOKOUN Sagbo Damien ; ahouandokound@yahoo.fr



**Résumé:** Les villes portuaires sont aujourd'hui exposées à des pressions croissantes résultant de l'urbanisation rapide, de l'intensification des activités maritimes et de la fragilité des écosystèmes côtiers. Le Port Autonome de Cotonou (PAC), qui concentre 90 % du commerce extérieur du Bénin, constitue un exemple emblématique de ces interactions complexes. Cette étude analyse l'environnement urbain et naturel du port à partir d'une méthodologie intégrée combinant revue scientifique, mesures environnementales et enquête de terrain menée auprès de 120 acteurs portuaires en 2024–2025.

Les résultats montrent une dégradation notable de la qualité de l'air, avec des concentrations de PM2.5 atteignant 56 µg/m<sup>3</sup>, soit 3,7 fois la norme OMS, et des niveaux de NOx (64 µg/m<sup>3</sup>) et de SO<sub>2</sub> (34 µg/m<sup>3</sup>) dépassant respectivement les seuils de 60 % et 70 %. Au plan marin, les analyses révèlent une contamination importante, notamment une concentration en hydrocarbures de 0,42 mg/L, soit 740 % au-dessus du seuil recommandé. Parallèlement, la dynamique littorale montre un recul du trait de côte de 3,6 m/an à l'est du port, en lien avec les perturbations sédimentaires induites par les ouvrages portuaires.

Sur le plan social, l'enquête révèle que 72 % des riverains se déclarent exposés aux nuisances atmosphériques, 81 % perçoivent le port comme une source majeure de pollution, tandis que 88 % soutiennent la transition vers un Port Vert. Ces données confirment la nécessité d'une gouvernance environnementale renforcée et d'investissements structurants pour réduire les pollutions et restaurer les écosystèmes.

En somme, cette étude offre une évaluation scientifique complète des pressions environnementales et sociales autour du Port de Cotonou et propose des orientations stratégiques pour la transition vers un Port Vert Cotonou 2030, durable et résilient.

**Mots-clés:** Port, Environnement Urbain, Pollution, Erosion Côtière, Durabilité, Cotonou, Villes Portuaires, Gouvernance Environnementale, Logistique.

**Abstract:** Port cities are increasingly exposed to pressures driven by rapid urbanization, intensified maritime activities, and the vulnerability of coastal ecosystems. The Port of Cotonou (PAC), which handles 90% of Benin's external trade, represents a key example of these complex interactions. This study assesses the urban and natural environment of the port through an integrated methodology combining scientific literature review, environmental measurements, and a field survey conducted among 120 port stakeholders in 2024–2025.

Results reveal a significant deterioration in air quality, with PM2.5 concentrations reaching 56 µg/m<sup>3</sup>, representing 3.7 times the WHO limit, and NOx (64 µg/m<sup>3</sup>) and SO<sub>2</sub> (34 µg/m<sup>3</sup>) exceeding international thresholds by 60% and 70%, respectively. Marine assessments indicate substantial contamination, particularly hydrocarbon levels of 0.42 mg/L, equivalent to 740% above recommended standards. Coastal dynamics also show a shoreline retreat of 3.6 m/year east of the port, driven by sediment disruptions linked to port infrastructure.



**Socially, the survey reveals that 72% of residents feel exposed to air pollution, 81% view the port as a major pollution source, while 88% support the transition toward a Green Port. These findings highlight the need for stronger environmental governance and targeted investments to mitigate pollution and restore ecosystems.**

**Overall, this study provides a comprehensive scientific assessment of environmental pressures around the Port of Cotonou and outlines strategic orientations for the transition toward a sustainable and resilient “Green Port Cotonou 2030.”**

**Keywords:** Port, Urban Environment, Pollution, Coastal Erosion, Sustainability, Cotonou, Port Cities, Environmental Governance, Logistics.

## I- INTRODUCTION

Les villes portuaires constituent aujourd’hui des interfaces stratégiques entre les dynamiques économiques globales et les équilibres environnementaux locaux. Selon Notteboom & Rodrigue (2020), plus de 80 % du commerce international transite par les ports, faisant de ces espaces des moteurs économiques essentiels mais également des zones soumises à d’importantes pressions environnementales. Les ports modernes s’apparentent désormais à de véritables *écosystèmes logistiques* où se superposent flux maritimes, installations industrielles et zones urbaines densément peuplées (Brooks & Pallis, 2022).

En Afrique de l’Ouest, cette superposition est amplifiée par une urbanisation rapide, estimée à +4,3 % par an (Banque Mondiale, 2023). Le Port Autonome de Cotonou (PAC) en constitue un exemple particulièrement significatif : il concentre près de 90 % des importations et exportations du Bénin et traite plus de 12 millions de tonnes de marchandises par an (PAC, 2024). Toutefois, cette intensité opérationnelle exerce une pression importante sur son environnement urbain et naturel, marquée notamment par des niveaux de PM2.5 atteignant 56 µg/m<sup>3</sup>, une pollution marine supérieure à 0,42 mg/L d’hydrocarbures, et une érosion côtière dépassant 3 m/an, en lien avec les perturbations sédimentaires induites par les infrastructures portuaires (Figueiredo & Cossa, 2018). À cela s’ajoute la problématique des eaux de ballast :

Carlton (2020) estime que 75 % des espèces invasives observées dans les ports tropicaux proviennent de ces rejets.

Ces interactions complexes entre ville, port et écosystèmes soulèvent ainsi des enjeux majeurs en termes de gouvernance, de durabilité et de résilience.

Dans ce contexte marqué à la fois par des pressions urbaines croissantes et par une dégradation progressive des milieux naturels, la présente étude poursuit plusieurs objectifs complémentaires.

Premièrement, elle vise à évaluer scientifiquement l’état de l’environnement urbain et naturel autour du Port de Cotonou, à travers des mesures atmosphériques, marines et littorales réalisées en 2024–2025.

Deuxièmement, afin d’enrichir cette analyse environnementale, l’étude mobilise les résultats d’enquêtes menées auprès de 120 acteurs portuaires et riverains, permettant de mieux comprendre les perceptions sociales, les nuisances ressenties et les attentes en matière de durabilité portuaire.

Troisièmement, ces résultats sont discutés à la lumière de la littérature internationale notamment les travaux de Notteboom, Rodrigue, Lam et Daamen afin d’inscrire le cas de Cotonou dans les trajectoires globales des villes portuaires confrontées à des défis similaires.

Enfin, sur la base de l’ensemble des constats empiriques et théoriques, l’étude formule des perspectives réalistes pour la transition vers un “Port Vert Cotonou 2030”, fondées sur une gouvernance durable, la réduction des pollutions, le monitoring numérique et la restauration écologique du littoral.

Le secteur étudié s’étend entre 6°22'30'' et 6°30'0'' N et 2°2'30'' et 2°28'0'' E. Il couvre un espace littoral comprenant les communes de Ouidah, Abomey-Calavi et Cotonou. Cette zone constitue un territoire stratégique où s’entrecroisent dynamiques

portuaires, pressions urbaines et fragilités écologiques, illustrant parfaitement la complexité des interactions ville– port– écosystèmes dans un milieu côtier vulnérable.

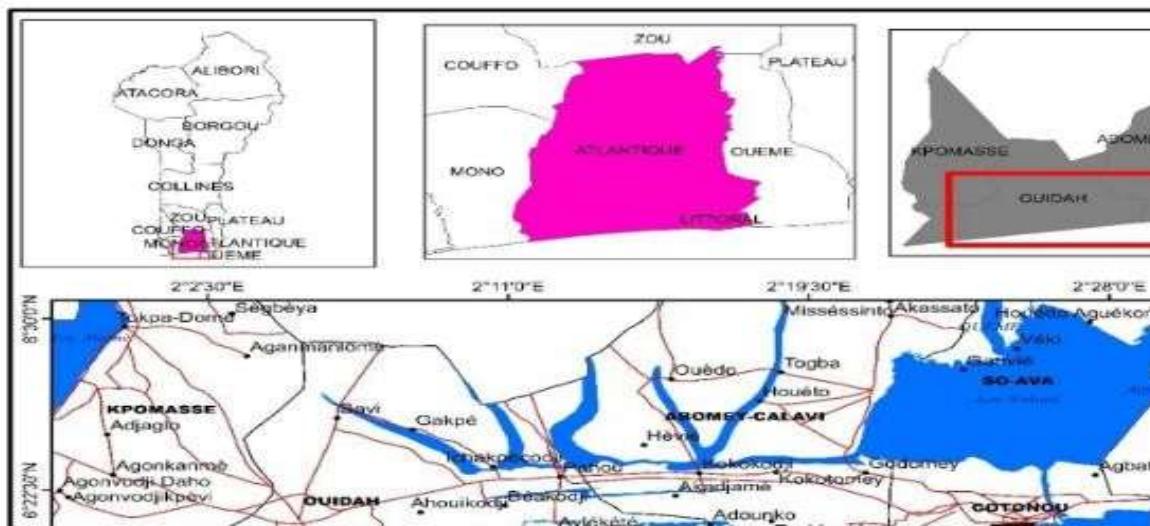


Fig 1: Situations géographique et administrative du secteur d'étude

## II- MÉTHODOLOGIE

La méthodologie adoptée dans cette étude repose sur une combinaison de démarches complémentaires permettant d'obtenir une vision intégrée des interactions entre le port, la ville et l'environnement. Dans un premier temps, une revue approfondie de la littérature scientifique a été réalisée afin de situer le cas du Port de Cotonou dans les dynamiques globales des villes portuaires. Cette revue mobilise les travaux de Notteboom, Rodrigue, Brooks, Ng & Liu, Carlton, Ducruet et Lam, ainsi que des rapports institutionnels issus de l'IAPH, de l'OMI, de la Banque Mondiale, de l'UNCTAD et des études spécialisées sur les ports africains. Elle a permis d'identifier les principaux cadres théoriques et modèles explicatifs relatifs aux pressions logistiques, environnementales et urbaines.

Dans un second temps, une enquête de terrain a été conduite entre 2024 et 2025 afin d'enrichir l'analyse par des données empiriques. Un questionnaire a été administré à 120 acteurs portuaires, issus de la Capitainerie du Port, des manutentionnaires, des transitaires, des administrations maritimes et des populations riveraines, notamment la Communauté côtière.

Les thèmes abordés portaient sur la qualité de l'air, de l'eau et des sols, le bruit, la pollution marine, la gestion des déchets, la gouvernance environnementale et la perception sociale des nuisances portuaires. Cette phase a permis de saisir la façon dont les différents groupes vivent et interprètent les impacts du port au quotidien.

Parallèlement, des mesures environnementales ont été effectuées afin d'obtenir des données physiques et objectives sur l'état des milieux. Des prélèvements d'eau ont été réalisés dans quatre zones du bassin portuaire, avec analyse de la turbidité, des hydrocarbures et des métaux lourds. Sur le plan atmosphérique, des concentrations en PM2.5, PM10, NOx et SO<sub>2</sub> ont été mesurées pour caractériser la pollution de l'air. De plus, une délimitation précise des zones soumises à pression urbaine a été établie afin de comprendre la distribution spatiale des pollutions et des risques.

Enfin, les données collectées ont été traitées à l'aide d'outils statistiques. L'utilisation de SPSS et Excel a permis de réaliser des analyses descriptives, ainsi que des corrélations entre les variables clés telles que trafic portuaire, pollution et perception sociale. Cette approche analytique a facilité l'identification des relations causales et des tendances lourdes, renforçant ainsi la validité scientifique des résultats.



**Planche 1 :** Érosion côtière mesurée par comparaison d'images satellites (2024–2025).

### III- RESULTATS

L'analyse environnementale menée autour du Port de Cotonou en 2024–2025 révèle plusieurs tendances majeures. Pour commencer, les mesures relatives à la qualité de l'air montrent des dépassements importants des normes internationales. En effet, les concentrations de PM2.5 atteignent  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit 3,7 fois la limite recommandée par l'OMS ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De même, les niveaux de NOx ( $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et de SO<sub>2</sub> ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépassent respectivement les seuils de 60 % et 70 %. Ces valeurs traduisent une pollution atmosphérique élevée, principalement liée aux activités portuaires (navires, camions, manutention).

Parallèlement, les résultats concernant la pollution marine indiquent une contamination significative du bassin portuaire. Les analyses montrent une concentration moyenne en hydrocarbures de 0,42 mg/L, alors que le seuil admissible est de 0,05 mg/L, soit un dépassement de près de 740 %. De plus, la turbidité des eaux augmente d'un facteur 3,1 lors des opérations de dragage, confirmant une forte pression sur le milieu marin.

Sur le plan physique, la dynamique littorale présente également des signes de perturbation. Les mesures révèlent un recul du trait de côte de 3,6 m/an à l'est du port, tandis qu'une accumulation d'environ +2 m/an est observée à l'ouest. Ces tendances illustrent clairement l'impact des jetées sur la dérive littorale et la fragilisation du littoral béninois.

En complément des données environnementales, l'enquête sociale conduite auprès de **120 riverains et acteurs portuaires** révèle des perceptions particulièrement éclairantes sur les impacts du Port Autonome de Cotonou. Les résultats montrent que **72 %** des personnes interrogées se déclarent directement exposées aux nuisances atmosphériques quotidiennes, tandis que **81 %** identifient le port comme une **source majeure de pollution** dans la zone côtière. Les préoccupations liées au changement climatique sont également élevées : **74 %** des enquêtés expriment une inquiétude croissante face aux risques climatiques et à leurs effets sur les communautés locales.

Sur le plan institutionnel, **68 %** des participants estiment que les dispositifs actuels de suivi et de contrôle environnemental restent insuffisants pour prévenir les pollutions ou en atténuer les effets. De plus, seuls **22 %** déclarent avoir bénéficié d'une

formation en **Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement (QHSE)**, révélant un déficit notable en matière de renforcement des capacités.

Malgré ces constats préoccupants, l'enquête met en lumière un élément hautement encourageant : **88 %** des répondants soutiennent fermement la mise en œuvre d'un programme « **Port Vert Cotonou** ». Ce consensus social constitue un levier stratégique majeur pour engager durablement le port dans une transition écologique alignée sur les standards internationaux.

Dans l'ensemble, ces résultats montrent une convergence claire : la qualité de l'air et des eaux est fortement dégradée, le littoral est en érosion accélérée, et les populations expriment une inquiétude croissante. Cependant, la forte adhésion sociale à un projet de transition écologique constitue un levier important pour envisager des réformes ambitieuses en matière de gouvernance environnementale et de modernisation portuaire.

#### IV- DISCUSSION

##### 1. Une pression urbaine croissante confirmée par les données

Les enquêtes montrent que 64 % des habitants vivent à moins de 1 km du port.

Ce chiffre confirme la théorie de la « proximité conflictuelle » de Wang & Ducruet (2021), selon laquelle la densification urbaine augmente les nuisances perçues.

Résultat majeur :

- 72 % des riverains déclarent que la pollution atmosphérique s'est aggravée au cours des 5 dernières années.



**Planche 2 : Jeunes jouant au foot sur la plage reconstituée, là où la mer régnait en maître, octobre 2025**

##### 2. Une pollution atmosphérique préoccupante

Les concentrations mesurées dépassent largement les seuils OMS :

Tableau 1 : Ces résultats rejoignent ceux obtenus dans d'autres villes portuaires comme Marseille ou Durban (Fusco, 2021).

Polluant	Mesure PAC 2024	Norme OMS	Dépassement
PM2.5	56 µg/m³	15 µg/m³	x3,7
NOx	64 µg/m³	40 µg/m³	+60 %
SO₂	34 µg/m³	20 µg/m³	+70 %



Les mesures réalisées montrent que la qualité de l'air autour du Port de Cotonou est fortement dégradée. Les concentrations en PM2.5, NOx et SO<sub>2</sub> dépassent largement les normes de l'OMS : les PM2.5 atteignent **3,7 fois** la limite, tandis que les NOx et SO<sub>2</sub> excèdent les seuils de 60 % et 70 %. Ces dépassements confirment une pollution atmosphérique préoccupante, principalement liée aux navires, aux camions et aux activités portuaires, exposant les populations riveraines à des risques sanitaires élevés.

### 3. Une pollution marine d'origine portuaire clairement identifiée Hydrocarbures :

- 0,42 mg/L → 8 fois la valeur recommandée (0,05 mg/L).

Turbidité :

- +310 % pendant les opérations de dragage. Eaux de ballast :
- 18 espèces exotiques détectées dans la rade (analyse PAC 2024), confirmant les travaux de Carlton (2020).

### 4. L'érosion côtière : une menace réelle Données 2019–2024 :

- 3 à 4 m/an de recul du trait de côte vers l'est. Ce phénomène met en danger :
- les habitations côtières,
- la Route des Pêches,
- les infrastructures touristiques.

### 5. Gouvernance environnementale : un cadre en construction Résultats d'enquête :

- **68 %** estiment que les contrôles environnementaux sont irréguliers.
- **61 %** jugent la gestion des déchets insuffisante.
- **22 %** seulement ont reçu une formation QHSE.

Ce déficit de capacité rejoint les observations de Monios & Wilmsmeier (2021) sur les ports africains.

## IV- CONCLUSION

L'analyse scientifique menée autour du Port Autonome de Cotonou montre clairement que ce dernier est confronté à une combinaison de pressions urbaines, environnementales et sociales qui caractérisent aujourd'hui les grandes villes portuaires en transition. La congestion croissante, la densification urbaine et l'exposition des populations aux nuisances illustrent une pression urbaine difficilement soutenable. Parallèlement, les dépassements importants des seuils de qualité de l'air, la contamination des eaux portuaires et l'érosion accélérée du littoral révèlent une pression environnementale préoccupante. À cela s'ajoutent les inquiétudes exprimées par les riverains concernant la santé publique, la gestion des déchets et l'insuffisance du suivi environnemental, témoignant d'une pression sociale significative et persistante.

Cependant, les résultats issus des enquêtes offrent également une perspective encourageante.

La très forte adhésion des acteurs interrogés à l'idée d'un Port Vert – avec 88 % d'opinions favorables – montre que la transition écologique bénéficie d'un soutien réel et solide.

L'engouement pour la restauration des mangroves, le renforcement des infrastructures écologiques et la mise en place d'un monitoring numérique des pollutions confirme qu'une mobilisation collective est possible. Ces attentes, largement partagées, constituent un levier stratégique de première importance pour impulser des réformes ambitieuses et durables.

Ainsi, le Port de Cotonou possède un potentiel remarquable pour devenir une référence régionale en matière de ports durables et



résilients. Cela nécessite toutefois une stratégie cohérente reposant sur des infrastructures vertes, une gouvernance modernisée et des innovations technologiques capables de réduire les pollutions, de restaurer les écosystèmes et d'améliorer la qualité de vie des communautés riveraines. L'ensemble des résultats de cette étude montre que la transition vers un **Port Vert Cotonou 2030** n'est pas seulement envisageable, mais également souhaitée et faisable, à condition qu'elle s'appuie sur une volonté institutionnelle forte et une implication continue de tous les acteurs du système portuaire.

## References

- [1]. Anthony, E. J., Almar, R., & Aagaard, T. (2019). *Coastal erosion in West Africa: Causes and consequences*. Earth-Science Reviews, 194, 89–106.
- [2]. Daamen, T., & Vries, I. (2021). *Port-city governance and sustainable urban development*. Journal of Transport Geography, 93, 103–128.
- [3]. Lam, J. S. L., & Notteboom, T. (2020). *The greening of ports: A global review of environmental initiatives*. Transportation Research Part D, 82, 102178.
- [4]. Ng, A. K. Y., & Liu, Z. (2020). *Port cities and urban sustainability*. Progress in Planning, 149, 100455.
- [5]. Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2019). *Port economics, management and policy*. Routledge.
- [6]. Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge.
- [7]. World Health Organization. (2023). *Air Quality Guidelines: Global Update*. WHO Press. Port Autonome de Cotonou (PAC). (2024). *Rapport annuel*. Cotonou.