

# CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS DE DRAGAGE DU PORT D'OWENDO POUR LEUR VALORISATION

**Vivino Max Thiery MOUYALOU**

*Institut de Recherche en Sciences Humaines (IRSH/CENAREST)*

*Libreville, Gabon*

*vivino.max.thierry.mouyalou@gmail.com*

**Brice IBOUANGA**

*Institut de Recherche en Sciences Humaines (IRSH/CENAREST)*

*Libreville, Gabon*

**Magloir-Désiré MOUNGANGA**

*Institut de Recherche en Sciences Humaines (IRSH/CENAREST)*

*Libreville, Gabon*

**Mohamed NGAJE MEFIRE**

*Master Gestion Intégrée des Environnements Littoraux et Marins*

*parcours Aménagement*

*Promotion, 2019*

## Résumé

*Le port commercial d'Owendo connaît une sédimentation sans cesse croissante qui nécessite un dragage régulier pour maintenir la côte d'exploitation. Annuellement le nombre de campagnes est autour de six (6) correspondant à un volume compris entre 300 000 m<sup>3</sup> et 400 000 m<sup>3</sup> de sédiments dragués. Les sédiments dragués sont transportés par barge et rejetés à l'île Perroquet, situé à environ 2 km des quais. Les analyses réalisées par le laboratoire de la Direction Générale des Etudes et Laboratoire (DGEL) du Ministère des Mines révèlent que les propriétés physico-chimiques de ces sédiments contiennent un fort potentiel de valorisation. À ce titre, la présente contribution a pour objectif, d'une part, d'explorer les secteurs d'activités susceptibles de tirer avantage des sédiments dragués dans leur développement et, d'autre part, de dégager la démarche de valorisation auprès de l'administration. La méthodologie retenue s'appuie sur une observation de terrain, une analyse de rapports d'étude et d'entretiens semi-directifs réalisés auprès d'une quarantaine d'acteurs, principalement, l'Autorité portuaire à travers les services de la Capitainerie du port d'Owendo, les personnels des concessionnaires-exploitants des terminaux portuaires, le personnel des administrations publiques concernées par la problématique de la gestion des sédiments dragués. Les résultats obtenus indiquent que les sédiments dragués peuvent être utilisés dans l'agriculture, le BTP.*

***Mots clés :** Owendo, sédiments, dragage portuaire, valorisation*

## Abstract

*The commercial port of Owendo is experiencing ever-increasing sedimentation, requiring regular dredging to maintain the operating coastline. Each year, there are around six (6) dredging campaigns,*

*corresponding to a volume of between 300,000 m<sup>3</sup> and 400,000 m<sup>3</sup> of dredged sediment. The dredged sediments are transported by barge and discharged at Île Perroquet, around 2 km from the docks. Analyses carried out by the laboratory of the Direction Générale des Etudes et Laboratoire (DGEL) of the Ministry of Mines reveal that the physical and chemical properties of these sediments contain a high potential for recovery. The aim of this contribution is to explore the sectors of activity likely to benefit from the development of dredged sediments, and also to outline the recovery approach for the government. The methodology used was based on field observation, analysis of study reports and semi-structured interviews with some forty stakeholders, mainly the Port Authority through the Owendo Port Harbour Master's Office, staff from concessionaires/operators of port terminals, and staff from public administrations involved in the management of dredged sediments. The results indicate that dredged sediments can be used in agriculture and construction and public works.*

**Key words:** *Owendo, sediment, port dredging, reclamation*

## **Introduction**

La pratique du dragage constitue un enjeu majeur pour le développement et le maintien des activités portuaires (Alzieu, 1999 : 12 ; Agostini, 2006:25). En effet, les dragages d'entretien des ports et des chenaux de navigation maritimes constituent une nécessité technico-économique importante dans la mesure où ils permettent le maintien des tirants d'eau initiaux et par conséquent la sécurité et la pérennité de l'activité portuaire (Okenet, 2010 ; Mbika, 2010). Les sédiments de dragage portuaire sont appelés communément vases et sont constitués de phase minérale, organique et liquide. Le port commercial d'Owendo dont l'appontement fut construit entre 1969 et 1974 dans l'estuaire du Komo connaît un important envasement qui nécessite aujourd'hui en moyenne six (06) campagnes par an correspondant à une quantité de matériaux dragués qui varie de 300 000m<sup>3</sup> à 400 000m<sup>3</sup>(DHI, 2010 ; Boumbanda Mambanya, 2023 : 37). À ceux-ci s'ajoutent désormais le dragage des deux autres quais du complexe portuaire d'Owendo mis en service en 2018. Il s'agit du nouveau port à conteneurs encore appelé New Owendo International Port (NOIP), propriété de Arise Transports & Logistics, exploité par l'acconier Owendo Container Terminal (OCT) du groupe français Bolloré et le quai GSEZ ( Gabon Special Economique Zone ). La gestion durable de ces sédiments de dragage demeure aujourd'hui un enjeu important, les volumes des sédiments dragués étant sans cesse croissants (Ngaje Mefire, 2019: 7). Depuis toujours, les sédiments dragués sont immergés dans la zone de clapage située à 2 km de l'appontement en direction de l'île Perroquet. Par ailleurs, il est avéré qu'une partie de ces sédiments par le billet des courants est redéposée au niveau de l'appontement et devient une autre cause de l'envasement

portuaire (DHI, 2010 : 13). À l'heure où le concept de développement durable (Benamar et *al.*, 2007 : 2) devient un objectif s'imposant à tous, les services chargés de la gestion des ports doivent désormais rechercher les meilleurs compromis entre les impératifs du développement des activités, l'incidence du coût des dragages sur l'économie portuaire et la protection des écosystèmes aquatiques . En raison de l'approche du développement durable impulsée par l'ONU et adopté par plusieurs pays y compris le Gabon, la valorisation des sédiments de dragage a acquis une acceptation dans différents domaines comme le Génie civil et l'agriculture (Ben Allal et *al.*, 2011 : 8 ; Benyerou et *al.*, 2019 : 1 ; Abate,2020: 24). Cette démarche suscite une interrogation. Quel est le processus de valorisation de sédiments de dragage susceptible d'être initié au Gabon dans le domaine agricole ? Ce questionnement suggère deux hypothèses. Premièrement, le processus de valorisation procède de l'analyse de la qualité physico-chimique des sédiments. Deuxièmement, elle implique la revue du cadre réglementaire et institutionnel. Deux axes structurent cette étude. Il s'agit, d'une part, de l'analyse des caractéristiques physico-chimiques des sédiments et, d'autre part, de dégager les perspectives et les enjeux de valorisation de ceux-ci.

## 1. Matériels et méthodes

### *1.1. Cadre géographique de l'étude*

Située sur la rive droite de l'estuaire du komo, la pointe Owendo, héberge le complexe portuaire d'Owendo comprenant plusieurs infrastructures portuaires, dont deux (02) quais, un terminal à bois, un terminal minéralier et de nombreux ouvrages connexes. Le Port Commercial d'Owendo, construit entre 1972 et 1974 est l'objet de la présente étude. L'appontement mesure 455 mètres de long et 70 mètres de large. Les sédiments analysés pour la qualité chimique des sédiments sont issus de trois points de prélèvement le long de l'appontement du port commercial d'Owendo. L'échantillon (E1) a été prélevé entre les deux derniers gabions du (poste pétrolier) dans l'axe du quai. L'échantillon (E2) se situe entre le premier gabion et l'ancien ponton SDV. Enfin, l'échantillon (E3) a été pris entre l'appontement OCT et l'appontement GPM. Les caractéristiques physiques des sédiments de la pointe d'Owendo proviennent des résultats du rapport géotechnique de GEOFOR (2012 :27) dans le cadre du projet d'extension du port d'Owendo. Il s'agit

de 11 sondages carottés correspondant aux profondeurs comprises entre 4.5 et 15 mètres qui sont les profondeurs environnantes de la zone de dragage à partir du zéro hydrographique (fig.1).

*Figure 1: Localisation de la zone d'étude, des prélèvements et des sondages carottés*



*Source : Google Earth, 2023*

## **1.2. Méthodologie**

Les données mobilisées pour caractériser les sédiments de dragage du port commercial d'Owendo en vue de leur valorisation sont de nature qualitative et quantitative. Elles proviennent essentiellement d'une revue documentaire sur la collecte des échantillons de sédiments et les résultats de leurs traitements en laboratoire.

### **1.2.1. La revue documentaire**

La recherche documentaire s'est appuyée sur de nombreux travaux en lien avec l'estuaire du Komo et les processus de sédimentation. Lafond (1967 : 290) s'est focalisé sur l'étude de la composition minéralogique de la phase fine des sédiments dans l'estuaire du Komo à travers des analyses minéralogiques. ( Weydert et Weydert ;1982:9) ont réalisé une étude

sédimentologique de l'embouchure du Gabon à travers la cartographie spatiale des types sédimentaires, des faciès et de la granulométrie. Enfin, Mouyalou ( 2017 :40) a caractérisé la phase fine dans les sédiments superficiels de la plage inter tidale de la rive droite de l'estuaire du Komo. On a également eu recours aux rapports d'étude portant aussi bien sur les solutions d'extension du port d'Owendo que sur la problématique hydro-sédimentaire du site d'Owendo commandités par l'autorité portuaire gabonaise.

Ainsi, Migniot et Brossard (1990 : 8 ) ont étudié la variation de la teneur en élément sableux de diamètre supérieur à 80 microns dans les sédiments de l'estuaire. Ces auteurs abordent également les problèmes d'envasement de l'estuaire du Gabon et au port d'Owendo-Libreville. DHI (2010 :65 ) à son tour a réalisé une étude hydro-sédimentaire afin de comprendre et de quantifier le phénomène de sédimentation au port d'Owendo. Ce modèle hydro-sédimentaire a permis également d'analyser l'envasement du port d'Owendo ainsi que les causes du phénomène. GEOFOR (2012 : 9 ), pour sa part, a caractérisé les propriétés physiques des sédiments dans le bassin portuaire d'Owendo ainsi que la nature des couches basées sur le carottage. Enfin, TEREA ( 2015 : 28) a établi la caractérisation des vases, notamment leurs propriétés physiques. Il s'agit de la nature des vases, leur vitesse de chute, le tassement des dépôts, leur rigidité sans oublier les vitesses d'érosion de ces vases par les courants.

### ***1.2.2. Collecte et traitement des échantillons***

La qualité physique de ces matériaux a été étudiée par le cabinet GEOFOR dans le cadre du projet d'extension du port d'Owendo en juillet 2012. La présente contribution exploite donc les données du rapport géotechnique établi par GEOFOR en ce qui concerne les caractéristiques physiques des sédiments. Les sédiments ont été prélevés à la Pointe d'Owendo le 17 Juin 2019 grâce à une perche de prélèvement. Trois points de prélèvement (E1, E2 et E3) couvrant l'ensemble du port commercial d'Owendo ont été choisis au niveau de l'appontement afin de mieux apprécier la variation sur la qualité chimique des sédiments. Les analyses des échantillons collectés, ont été réalisées au laboratoire de géochimie de la Direction Générale des Etudes et Laboratoires (DGEL) du Ministère du Pétrole, du Gaz et des Hydrocarbures du Gabon à Libreville. L'analyse de la qualité chimique des sédiments s'est focalisée sur l'utilisation de trois méthodes. La première technique concerne le

dosage des ions sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et la matière organique dans les sédiments. La seconde présente la technique du dosage de l'arsenic. Enfin, la troisième se focalise sur la technique de l'attaque sol pour quantifier les métaux lourds dans les sédiments (As, Cd, Cu, Cr, Pb).

## 2. Résultats

Les résultats prennent en compte aussi bien les caractéristiques physiques que la qualité chimique des sédiments.

### 2.1. Caractéristiques physiques des sédiments

Les sondages carottés ont permis de déterminer la lithologie des couches sous la colonne d'eau. D'une manière générale, la première couche est composée de mélange de vases et sable dont l'épaisseur varie selon la position du sondage (Tableau 1).

Tableau 1: Épaisseur et nature des couches sous la colonne d'eau

Sondage carottés	Colonne d'eau (m)	Épaisseur (m)	Composition
SC1	10	6	Vases et sable
SC2	1.8	6	
SC3	9.1	2	
SC4	0	5.5	
SC5	3	5	Sable
SC6	10	7	Vase et sable
SC7	2	10.5	
SC8	0	4.5	
SC9	0	12	
SC10	0	11	
SC11	0	20.5	

Source : GEOFOR, 2012

L'observation des coupes lithologiques révèle qu'il existe un quasi homogénéité dans la succession stratigraphique des couches. La différence n'est perceptible que dans l'épaisseur des couches. Pour

L'ensemble de sondages carottés, on observe une couche de vases molle, grise, et/ou bleu, avec des débris végétaux. Des horizons de sables fins, grossiers et coquilliers sont perceptibles sur la majorité des points de sondages avec des épaisseurs variables. L'épaisseur de cette couche et la nature des sédiments qui constituent la couche qui fait l'objet de dragage sont importants pour les questions de valorisation des sédiments dragués. En dessous de ces vases et sables, on distingue des calcaires sous différentes formes (gréseux, friables ou altéré).

Les analyses physiques des sédiments superficiels (compris entre 0 et 1.5 m) de quelques sondages carottés sont présentées dans le tableau 2, ci-après.

*Tableau 2: Analyse géotechnique des sédiments carottés*

Echantillons	Profondeur par rapport au fond (m)	Nature des sédiments	VBS	Limites d'Atterbergs (%)			Teneur en eau (%)
				LL	LP	IP	W
SC1	0-1.5	Sable fin-limon	-	82	48.1	33.9	257.2
SC2			0.6	77.6	35.3	42.3	93.3
SC7			1.06	68.6	30.9	37.7	227.8
SC8			-	63.1	28.3	34.8	99.8
SC10			-	65.5	29.6	35.9	233.2
SC 11			-	73.6	30.6	42.9	284

*Source : GEOFOR, 2012*

SC : sondage carotté; LL est la limite de liquidité, LP : la limite de plasticité et IP : l'indice de plasticité. W représente la teneur en eau naturelle dans les sédiments et VBS la Valeur au bleu de méthylène.

La granulométrie des sédiments est assez variable. La proportion de sédiments ayant une taille supérieure à 2 mm est nulle. La totalité des échantillons de la partie supérieure des sondages carottés se compose d'un mélange sable fin, limons grossiers et limons. L'Etat de consistance des sédiments a été déterminé à travers les limites d'Atterberg pour les

éléments fins (fractions passant au tamis de 400  $\mu\text{m}$ ), car ce sont les seuls éléments sur lesquels l'eau agit en modifiant la consistance.

Les limites d'Atterberg des sédiments analysés correspondent à une limite de liquidité comprise entre 63.1-82 %. La limite de plasticité quant à elle, varie entre 28.3- 48.1%. Enfin, l'indice de plasticité oscille entre 33.9- 42,9%. Les fortes valeurs de l'indice de liquidité sont en phase avec la teneur élevée en eau initiale du sédiment brut. En effet, la teneur en eau par rapport à la matière sèche dans les sédiments varie de 93.3 % à 284%. Lors de la valorisation de ce sédiment dans un domaine spécifique, une étape de déshydratation sera nécessaire. Les Valeur de bleu de méthylène (VBS) obtenues sont comprises entre 0.6 et 1.06. Les sédiments sont classés dans le groupe des sols insensibles à l'eau (VBS <0,1) et les sols sablo limoneux sensibles à l'eau ( $0,2 \leq \text{VBS} < 1,5$ ).

## ***2.2. Caractéristiques chimiques des sédiments***

L'analyse chimique permet d'avoir la mesure quantitative des différents constituants du matériau étudié. En raison de l'absence d'une norme nationale sur la pollution des sédiments et leur gestion, les normes établies par le BRGM sont utilisées et adaptées au contexte local. Les résultats des analyses chimiques sont regroupés dans le tableau 3, ci-dessous.

La teneur en Oxyde de calcium (CaO) est faible. Ce résultat démontre la nature non-carbonatée du sédiment de dragage. Néanmoins, l'échantillon E3 situé entre le Quai GPM et OCT dans une zone abritée des courant présente la teneur la plus élevée (10.04%), ce qui suppose une accumulation préférentielle dans cette zone d'éléments carbonatés. La teneur en Oxyde de sodium (Na<sub>2</sub>O) est inférieure à 4 %. L'Oxyde de potassium (K<sub>2</sub>O) quant à lui est très faible avec une valeur autour de 1% tout comme la teneur en oxyde de magnésium (MgO). Le pentoxyde de phosphore est très faible (moins de 0.3%). Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) sont à la limite du seuil de détection.



Tableau 3: Paramètres chimiques des sédiments

Paramètres	Unités	E1	E2	E3	Valeur de constat D'impact (VCI)- BRGM (Editions 2000)	
					Usage sensible	Usage non sensible
CaO	(%)	1.15	1.10	10.04	/	/
Na2O	(%)	2.26	2.24	3.40	/	/
K2O	(%)	1.16	1.06	1.17	/	/
MgO	(%)	1.37	1.32	1.73	/	/
P2O5	(%)	0.12	0.14	0.23	/	/
NO3-	(mg/kg)	<0.5	<0.5	<0.5	/	/
Fe2+	(mg/kg)	53497	48112	62168	/	/
Mn2+	(mg/kg)	775.20	698	853	/	/
Matières Organiques	(mg/kg)	79	59	79	/	/
					Norme NF 90010	
SO42-	(mg/kg)	1167	1666	808.20	<500 mg/kg (1)	<1000 mg/kg(2)
Cl-	(mg/kg)	11403	11202	10201	<100 mg/kg (1)	<200 mg/kg (2)

Source : Auteurs

La concentration en ions ferreux (Fe2+) contraste pleinement avec les ordres de grandeur des précédents paramètres. Elle varie entre 48112 et 62168 mg/kg. Cette abondance se justifie par l'altération de sols ferrallitiques très répandu à Owendo. Les ions manganèse se distinguent aussi par une teneur élevée qui varie entre 698 et 853(mg/kg). Cette situation se justifie par la présence du terminal minéralier et d'un nouveau quai minéralier tous dédiés au stockage et au transport du manganèse.

L'ensemble de ces éléments majeurs ne possèdent pas de normes BRGM en matière de pollution des sols. Les normes applicables à ces éléments dépendent du domaine d'utilisation (Mossman et Koch-Mathian, 2001 :33). Les ions sulfates quant à eux présentent des teneurs largement supérieures aux normes aussi bien en usage sensibles que non sensible. Cette situation peut se justifier du fait que toutes les formes de sulfates sont très solubles dans l'eau, se dissocient facilement, et tendent à persister dans l'eau sous leur forme ionique. Cette distribution des ions sulfates dans les milieux aquatiques varie en fonction de nombreux paramètres (température, oxygène dissous, concentrations en ions chlorures, dureté, etc.). Les concentrations en ions chlorures sont largement supérieures à celles en ions sulfates. Cela se justifie par l'origine marine de sédiments. La teneur en ions nitrates est quasi nulle dans les sédiments d'Owendo. En effet, leurs quantités sont inférieures à la limite de détection qui est 0.5 mg/kg. L'absence des activités agricoles notamment le maraichage qui utilise des engrais aux alentours de la zone portuaire conforte ce résultat.

Les concentrations en métaux lourds dans les sédiments marins sont présentées dans le tableau 4, ci-après. Les teneurs sont comparées à la norme européenne en vigueur, en matière de pollution des sols (BRGM Editions-Mars 2000).

*Tableau 4: Concentrations des métaux lourds des sédiments en mg/ kg de sédiment  
sec*

Paramètres	Unités	E1	E2	E3	Valeur de constat D'impact sur les sols (VCI)- BRGM (Editions 2000)	
					Usage sensible	Usage non sensible
As	mg/kg	14	15	20	37	120
Cd		0.39	0.45	0.75	20	60
Cr		158.1	149	291	130	700
Cu		17.01	16.22	23	190	950
Pb		21.49	23.14	23.05	400	2000

*Source : Auteurs*

Le tableau 4, ci-dessus montre que d'une manière générale, les sédiments issus du dragage au Port commercial d'Owendo ont des faibles concentrations en métaux lourds, excepté le chrome qui présente des teneurs supérieures à la Valeur de constat D'impact sur les sols pour un Usage sensible. Toutefois, ces valeurs restent largement inférieures à la Valeur de constat D'impact pour un Usage non sensible. Selon la DGEL, les multiples études déjà réalisées dans ce laboratoire montrent que les sols Gabonais sont riches en chrome. Ces valeurs en chrome au niveau de la pointe d'Owendo ne sont donc pas une source d'étonnement à cause de la présence du calcaire de Sibang d'âge turonien.

Il faut dire que les données d'analyse chimique présentant la situation 2019 méritent d'être actualisées avec une nouvelle caractérisation chimique des sédiments. Cette situation se justifie à double titre. En effet, depuis la mise en service en 2017 des quais OCT et GSEZ, ces infrastructures ont modifié les courants et les processus de sédimentation. De même, les activités minières, notamment le transport et le stockage de manganèse sur la nouveau quai GSEZ, l'activité de stockage des hydrocarbures, le transport et le stockage du bois traité pourraient avoir un impact sur la qualité chimique des sédiments dans l'ensemble du complexe portuaire d'Owendo. Dans ce contexte, il est opportun de mettre en place un suivi de la qualité chimique des sédiments.

### ***2.3. Perspectives de valorisation des sédiments***

Avec une fréquence de 5 à 6 campagnes de dragage par an, les quantités de sédiments dragués annuellement sont très importantes. Au regard des données de 2020 et 2021, Boumbanda Mambanya (2023 : 37) estime que le volume annuel des sédiments dragué au port Commercial d'Owendo est compris entre 350.000 et 400.000 m<sup>3</sup>. L'activité de dragage apparaît comme une opportunité à saisir. Cependant, les potentialités de valorisation des sédiments de dragage dépendent de leur qualité physico-chimique. La valorisation des sédiments de dragage a connu une acceptation dans plusieurs secteurs d'activités à travers le monde (Ben Allal et *al.*, 2011 :8 ; Azrar , 2014 : 26). La valorisation des sédiments de dragage se fait de nos jours à travers plusieurs filières. On peut citer entre autres, la filière du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP), l'agriculture,

l'épandage, et le rechargement des plages pour les sédiments détritiques. Pour chacune d'entre elle, le mode de gestion ou de valorisation des sédiments est adapté à la qualité physique et chimique du sédiment.

### ***2.3.1. Le processus de valorisation***

La démarche de valorisation des sédiments impose dans un premier temps par rapport au système de dragage notamment la drague aspiratrice de disposer à proximité, d'une zone de rejet à terre. L'existence à l'ouest du quai commercial s'étendant également en arrière du quai à environ 500 m d'une darse de 6 ha correspondant avec une hauteur à combler estimée à 8.5 m apparaît comme une opportunité pour Gabon Port Management (GPM) qui est l'entreprise en charge de la gestion portuaire et par conséquent du dragage d'entretien du quai. Les résultats d'analyse granulométriques révèlent que 38,89% des valeurs sont comprises entre 0,08 et 2 mm contre 61,11% des sédiments ayant une granulométrie inférieure à 0,08 mm. Ces matériaux peuvent être utilisés dans la réalisation de cette infrastructure. La quantité de matériaux évaluée pour cette infrastructure est autour de 510 000 m<sup>3</sup> correspondant environ à deux années de dragage. Cette évaluation a été faite en prenant en compte le volume moyen de sédiments dragués par an au port commercial d'Owendo qui varie est de 350 000m<sup>3</sup> et 400 000 m<sup>3</sup>, ainsi que la teneur moyenne en eau dans les échantillons étudiés par GEOFOR (2012) qui est en moyenne de 200 %. De plus, la valeur moyenne de l'indice de plasticité IP (30.83) démontre que ces matériaux sont plastiques et sont favorables pour ce type d'aménagement, car facilement compactable.

A ces caractéristiques physiques, il faut également ajouter la qualité chimique des sédiments notamment l'absence d'éléments majeurs de pollution démontre qu'ils peuvent être utilisés dans plusieurs secteurs. Les plus en vue sont le génie civil et le secteur agricole. Néanmoins, l'origine estuarienne des sédiments lui confère un caractère salé mis en évidence par les fortes concentrations en sel (ions chlorures et sulfates). Face à cette situation, la plupart des filières, la valorisation des matériaux, doivent suivre des séries de décantation permettant d'éliminer les sels à un seuil acceptable. Ainsi, un suivi du temps de désalinisation des sédiments s'avère primordiale. Dawid (2017 :108) dans une étude de faisabilité sur la valorisation des sédiments de l'estuaire de la Vilaine démontre que pour des salinités comprises entre 28 et 35 PSU, la décantation s'est effectuée pendant environ 2 années pour atteindre des

taux de sel relativement faibles compris entre 8 et 4 PSU. D'après l'auteur, 625mg/kg en moyenne de Cl<sup>-</sup> sont perdus par mois pendant la décantation pour un climat tempéré correspondant à des précipitations moyennes autour de 722 mm par an. A Owendo, Si on tient compte de la plus forte teneur en sel qui est de 11403mg /kg de Cl<sup>-</sup> dans les sédiments, avec des précipitations de l'ordre de 1970.6 mm par an , soit 2.8 fois environ supérieurs à celles de la Rance, le temps de décantation est estimé à environ 7 mois . Il est aussi important de préciser que l'élimination des sels sera fonction de la saison climatique. En l'absence des données obtenues dans le contexte gabonais, il s'avère primordiale tout le long de la période de décantation de contrôler l'évolution de la teneur en ions Cl<sup>-</sup> et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dans les sédiments.

### ***2.3.2. les enjeux de la valorisation des sédiments de dragage***

A ce stade de connaissances, les enjeux de la valorisation s'orientent essentiellement vers l'agriculture. En effet, compte tenu des potentialités agricoles dont dispose le Gabon, les plus hautes autorités développent des stratégies pour assurer la souveraineté alimentaire du pays. A ce titre, ce projet de valorisation des sédiments de dragage pour les besoins agricoles est assurément d'importance pour le pays.

De fait, le secteur agricole constitue l'une des filières possibles de valorisation des sédiments issus du dragage du port commercial d'Owendo. En effet, après la phase décantation ou de désalinisation plusieurs atouts pour la valorisation dans la filière agricole sont envisageables au vu de leur qualité physico-chimique. Il est important de souligner que la teneur moyenne en Chrome ( 199.33 mg/kg) qui est supérieure à la valeur seuil pour un usage sensible (130 mg/kg ) défini dans les normes du BRGM n'est pas un facteur limitant dans la valorisation agricole. En effet, le chrome est métal biologiquement inerte (Anselmetti, 2017:33 ; Noureddine, 2017 : 38). Sa toxicité vis-à-vis du règne végétal est rare dans le système naturel. Il n'y a pas d'absorption du chrome par les végétaux ou seulement une absorption racinaire sans passage vers les autres parties de la plante (Samaké, 2008 :23 ; Loyaux-Lawniczak, 1999 :7). Au-delà de la toxicité relative du chrome dans les sédiments analysés, plusieurs autres éléments chimiques se trouvent être un atout dans le domaine agricole. Face au phénomène d'acidification des sols qui s'est accentué dans le monde entier (FAO, 2016 :38), il est capital de disposer d'une source importante en amendement basique. Les

teneurs en calcaire, oxydes de calcium et de magnésium sont un atout pour des amendements agricoles (amendement basique), et palier ainsi aux problèmes d'acidification des sols agricoles. Cela se justifie par le fait que le calcaire présent dans les sédiments issus du dragage a un pouvoir neutralisant vis-à-vis des sols acides à cause du caractère basique des carbonates qu'il renferme. La quantité de phosphore dans les sédiments de la Pointe d'Owendo est appréciable. Il fait partie des éléments N-P-K d'un engrais et est l'un des éléments majeurs indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Il joue en particulier un rôle essentiel dans la mise en place du système racinaire, la photosynthèse et la reproduction du végétal. C'est un élément peu présent à l'état naturel dans nos sols. Les sédiments d'Owendo sont également riches en Potassium qui est un des éléments majeurs indispensable à la croissance et au développement des végétaux. C'est un élément peu présent à l'état naturel dans nos sols, à l'exception de certains sols calcaires ou argileux. Le sodium est un élément secondaire dont la teneur naturelle dans nos sols est faible, mais toujours suffisante pour les besoins des cultures (LANO, 2019 : 5). Les teneurs en sodium des sédiments de la pointe d'Owendo sont donc appréciables pour l'agriculture.

La matière organique n'est pas en reste. Elle joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. Elle améliore la cohérence des éléments structuraux et favorise la rétention en eau utile. Elle, participe également au stockage réversible des éléments nutritionnels et limite la croissance de certains parasites. Enfin, elle augmente également l'aération du sol. Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus propice au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques. A la matière organique, il faut également ajouter l'argile permettant de restructurer les sols durs en augmentant leurs couches arables et favorisant ainsi leur capacité de rétention et d'épuration des eaux. La présence et l'abondance de l'ensemble de ces éléments dans les sédiments issus du dragage est un atout pour la valorisation des sédiments dans le domaine agricole. Cependant, la valorisation des sédiments dans le domaine agricole impose de faire une étude de faisabilité.

### 3. Discussion

Des volumes importants de sédiments sont dragués annuellement à travers le monde pour le maintien des profondeurs en vue d'assurer la sécurité du passage portuaire des navires et des cargaisons. Au port de Libreville/Owendo, le volume annuel de sédiments excavés en 2021 s'établissait à 355 950 m<sup>3</sup>. Nonobstant les nombreux atouts de développement qu'elle présente aussi bien dans les domaines du BTP que de l'agriculture, la valorisation des sédiments de dragage est une activité en gestation au Gabon.

Ainsi, pour les deux domaines identifiés, il est nécessaire d'étudier la faisabilité de la valorisation tant sur le plan technique et économique qu'en matière environnemental et réglementaire.

Sur le plan technique la présence d'éléments sableux en proportion considérable est un atout pour une potentielle valorisation dans le domaine des BTP. A cette caractéristique physique, s'ajoute la nature non polluée des sédiments. Ces deux points constituent des éléments clés pour la valorisation. Cependant, pour toute utilisation, il est important de faire un suivi sur le temps d'élimination des sels par rapport aux conditions climatiques locales. Sur le plan économique, les sédiments traités pourraient être utilisés en remplacement des engrais chimiques. Au plan environnemental, la substitution des sédiments par des matières alternatives aura un impact positif sur la résilience aux effets du changement climatique. Le cadre réglementaire pourrait constituer un frein pour le développement de la filière au Gabon du fait des lourdeurs administratives associées aux nombres d'acteurs institutionnels impliqués dans la problématique de la valorisation des sédiments.

Ainsi, pour l'Agence Gabonaise de Normalisation (AGANOR) consultée, la démarche de valorisation implique le respect d'exigences normatives et réglementaires qui n'existent aucunement. Dans ce sens, l'AGANOR devrait s'investir dans l'élaboration des normes couvrant l'ensemble de la chaîne de valeurs des sédiments de dragage.

Pour le secteur agricole, outre l'AGANOR, d'autres institutions publiques gabonaises (Direction Générale de l'Agriculture, Institut Gabonais d'Appui au Développement, Institut de Recherches Agronomiques et Forestières, Agence Gabonaise de la Sécurité Alimentaire) concernées par la problématique de la valorisation des

sédiments de dragage ont donné des avis convergents. Ainsi, la première étape consiste à reprendre les analyses physico-chimiques. La seconde étape procède du choix et de l'aménagement du site d'expérience. La troisième étape porte sur le test des effets sur la croissance, le développement et le rendement. La quatrième étape consiste à évaluer les risques sanitaires de l'engrais issus des sédiments sur le fruit des cultures. Enfin, la dernière étape couvre la phase d'élaboration d'une réglementation y relative adaptée.

## **Conclusion**

Avec 4 à 5 campagnes de dragages par an pour un potentiel de 350 000m<sup>3</sup> à 400 000 m<sup>3</sup> de sédiments dragués par an au port commercial d'Owendo, l'objectif principal de cette étude était d'analyser la qualité physico-chimique des sédiments en vue de proposer des mesures de valorisation conformément aux objectifs de développement durable. Sur le plan physique les sédiments de surface sont généralement des matériaux fins. Leurs principaux constituants sont les sables fins et les limons. Toutes fois, les sondages carottés relèvent des horizons de sables fins, grossiers et coquilliers perceptibles sur la majorité des points de sondages avec des épaisseurs variables. La qualité chimique des sédiments révèle l'absence d'éléments majeurs de pollution. Ces caractéristiques nous a permis d'évaluer leur potentiel de valorisation notamment dans les domaines du génie civil et de l'agriculture. Toutefois, l'absence du cadre réglementaire nationale approprié à la gestion et la valorisation des sédiments de dragage constitue un frein. La démarche de valorisation implique in fine la mise en place des d'exigences normatives et réglementaires appropriées.

## **Bibliographie**

**Agostini Franck** (2006), *Inertage et valorisation des sédiments de dragage marins*, Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques de Lille, 216p.  
**Alzieu Claude** (1991), "*Environmental problems caused by TBT in France: assessment, regulation and prospects*", Marine Environmental Research, Volume 32, pp.7-17.



- Anselmetti Juliette** (2017), *Étude de l'exposition professionnelle au chrome dans une aciérie produisant des aciers inoxydables*, Thèse de Doctorat en Médecine du Travail, Université Grenoble Alpes 164p.
- Azrar Hassane** (2014), *Contribution à la valorisation des sédiments de dragage portuaire : technique routière, béton et granulats artificiels*, Thèse de Doctorat en Génie Civil, Ecole des Mines Douai & Université de Lille 1, 186 p.
- Ben Allal Laïla, Ammari Mohammed, Frar Ikram, Azmani Amina, Belmokhtar Nour Eddine** (2011), *Caractérisation et valorisation des sédiments de dragage des ports de Tanger et Larache (Maroc)*, Revue Paralia, Vol. 4, pp.5.1–5.13.
- Benamar Ahmed, Baraud Fabienne, Alem Alem** (2007), *Traitement des sédiments de dragage: un enjeu du développement durable*, 25<sup>e</sup> rencontres de l'AUGC, 23-25 mai 2007, Bordeaux, 7p.
- Benyerou Djamil, Boudjenane Nasr-Eddine, Belhadri Mansour** (2019), « *Influence chimique et minéralogique des sédiments de dragage portuaire dans le cadre de leur valorisation dans la fabrication des briques* », *Déchets Sciences et Techniques* - N°81 - Septembre 2019, 14p.
- Boumbanda Mambanya Larry Williams** (2023), *Contribution à la valorisation des sédiments issus du dragage au port commercial d'Owendo dans le domaine Agricole*, Mémoire de Master Professionnel Activités Littorales et Maritimes, Université Omar Bongo de Libreville, 89p.
- Dawid Bénédicte** (2017), *La faisabilité de la valorisation des sédiments de dragage de l'estuaire de la Vilaine, une démarche territoriale*, Thèse professionnelle en économie circulaire, Institution d'aménagement de la vilaine, 143p.
- DHI** (2010), *Etude du comportement hydro-sédimentaire de l'estuaire du Gabon*, Rapport d'étude 108p.
- GEOFOR** (2012), *Rapport géotechnique G11, en vue de l'extension du port d'Owendo*, Rapport d'étude, 149p.
- FAO** (2016), *État des ressources en sols du monde*, Résumé technique, 79p.
- Lafond Louis-Robert** (1967), *Études littorales et estuariennes en zone intertropicale humide*, Thèse de Doctorat d'État Sc, Université de Paris Orsay, Tomes I, II et III (voir tome I, p.270-339 : L'estuaire du Gabon, et tome III, illustrations).
- LANO** (2019), *Programme d'étude des éléments nutritionnels du sol*, Rapport, 20p.
- Loyaux Lawniczak Stéphanie** (1999), *Mécanismes d'immobilisation du chrome dans les sols: diagnostic de la pollution d'une friche industrielle et réactivité des*

*ions chroma vis-à-vis du fer divalent*, Thèse de Doctorat de l'Université Henri Poincaré, Nancy 1, 208p.

**Mbika Evrad** (2010), *Sédimentation au port commercial d'Owendo*, Rapport de stage, GPM, CNDIO, 28p.

**Migniot Claude et Brossard Christian** (1990), *Diagnostic des causes d'envasement et proposition pour l'organisation des dragages d'entretien*, Rapport de mission du 10 au 16 mars 1990, 54p + annexes.

**Mossman Jean Rémi, Koch-mathian Jean-Yorick** (2001), *Gestion des sites (potentiellement) pollués et évaluation simplifiée des risques : Suivi de la mise en Œuvre de la version 2*, BRGM/RP-51216-Fr, Rapport, 44p.

**Mouyalou Vivino Max Thierry** (2017), *Dynamique morpho sédimentaire d'un segment côtier sableux : du Lycée Léon Mba (Libreville) à La Sablière (Baie d'Akouango)*, Thèse de doctorat en Géomorphologie Littorale, Université Omar Bongo de Libreville, 344p.

**Ngaje Mefire Mohamed** (2019), *Suivi de la qualité des sédiments de dragage au port d'Owendo et potentialités de valorisation par les travaux d'aménagement*, Mémoire de Master Gestion Intégrée des Environnements Littoraux et Marins, parcours aménagement, Université Omar Bongo de Libreville, 111p.

**Noureddine Nora** (2017), *Contribution à la réduction du cr(vi) par voie biologique. Effet de l'azote et du carbone*, Thèse de Doctorat en Chimie, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 98p.

**Okenet Franck** (2010), *Etude bathymétrique de l'estuaire du Komo (Gabon) : zone du port d'Owendo*, Rapport de stage, GPM, CNDIO, 31p.

**Samake Drissa** (2008), *Traitement des eaux usées de tanneries à l'aide de matériaux à base d'argile*, Thèse de Doctorat de l'Université Joseph Fourier de Grenoble et de l'Université de Bamako, 167p.

**TEREA** (2015), *Etude d'impact sur l'environnement (EIE), en vue de la construction du port commercial NIOP de GSEZ*, Rapport d'étude, 177p.

**Weydert Pierre et Weydert Odette** (1982), « *Étude sédimentologique de l'embouchure de l'estuaire du Gabon* », Marine Geology, Amsterdam, n°49, pp.1-22.