

## Evolution morphosédimentaire de l'estuaire et du delta du fleuve Sénégal. Impacts du barrage de Diama.

### Morphosedimentary evolution in the Senegal River estuary and delta. Effects of the Diama dam.

Ndiaye A.<sup>(1)</sup>, Diouf B.<sup>1\*</sup>, Diara, M<sup>(1)</sup>.

---

#### Résumé

L'évolution morphosédimentologique du chenal fluvial dans le delta et l'estuaire du Sénégal, décrite à partir des mesures de terrain et des données de laboratoire, fournit un certain nombre d'informations.

L'étude morphologique réalisée sur une période de quatre années consécutives, montre un chenal peu large et peu profond à l'embouchure, devenant plus large et profond dès que l'on remonte le bief aval. La dynamique sédimentaire révèle une alternance de périodes d'érosion et de périodes d'accumulation. L'érosion s'installe principalement à l'embouchure où elle est plus intense en période de crue, lors des fluctuations du niveau de l'eau liées au fonctionnement du barrage. Sous l'effet de la fermeture du barrage pendant une bonne partie de l'année, la sédimentation s'installe presque dans tout l'estuaire avec un volume sédimentaire plus important piégé aux environs du barrage entraînant ainsi son envasement.

L'étude sédimentologique révèle une décroissance très rapide de la fraction grossière et de la moyenne granulométrique en remontant le bief estuarien. Les sables sont homogènes, bien triés et plus grossiers vers l'embouchure. Dès que l'on remonte le bief estuarien où le chenal subit moins les conséquences de la marée, la fraction fine devient très importante. Les sables sont fins à très fins, hétérogènes et mal triés. Les argiles dominent en toutes saisons, cependant l'augmentation de la taille des matériaux en période de crue s'accompagne d'une augmentation de la fraction silteuse sur les berges. L'effet de piégeage du barrage entraîne une augmentation de la fraction argileuse dans le temps témoignant de l'affinement de la charge fluviale.

#### Mots-clés

Fleuve Sénégal, Diama, barrage, chenal, morphologie, sédimentologie.

#### Abstract

The morphological and sedimentological evolution of the river channel in the delta and the estuary of Senegal, described from the field measures and the data of laboratory, supplies certain number of informations.

The morphological study realized during a period of four consecutive years, shows a little wide and shallow channel in the mouth, becoming wider and deeper back up the down stream. The sedimentary dynamics reveals an alternation of periods of erosion and periods of accumulation. The erosion settles down mainly in the mouth where it is more intense in period of floods, during the fluctuations in the water level bound to the functioning of the dam. Under the influence of the closure of the dam during a good party of the year, the sedimentation settles down almost in all the estuary with a more important sedimentary volume trapped around the dam so pulling its silting up.

The sedimentological study reveals a very fast diminution of the coarse fraction and the granulometric average by going back up the estuarine reach. Sands are homogeneous, well-sorted and coarse towards the mouth. Back up the estuarine reach the channel undergoes less the consequences of the tide, fine fraction gradually becomes very important. Sands are fine to very fine, heterogeneous and badly-sorted. Clays dominate in any season, however the increase of the size of materials in period of floods comes along with an increase of the silty fraction on banks. The effect of the dam trapping pulls an increase of the clayey fraction in the time testifying of the refinement of the river load.

#### Key-words:

Senegal river, Diama, dam, channel, morphology, sedimentology.

---

<sup>1\*</sup> *Correspondant* : **Bachir DIOUF**, E-mail : [basdiouf@ucad.sn](mailto:basdiouf@ucad.sn) ; Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar – Sénégal.

## 1- Introduction

La mise en eau du barrage de Diama en novembre 1985, à 50 km de l'embouchure marque l'artificialisation du système hydrologique du fleuve Sénégal. Aujourd'hui le bas – Sénégal subit des modifications de la circulation des eaux, ce qui a des conséquences sur le processus d'érosion – sédimentation. Face à cette problématique, de nombreux travaux ont été effectués, notamment dans le cadre des études préliminaires des projets COMARAF et CAMPUS réalisées entre 1989 et 1991. Les plus récentes études ont été présentées par Kane [1], Ndiaye [2] et SOGREAH [3].

Les nouvelles conditions hydrologiques déterminent une dynamique fluviale qui conditionne actuellement une évolution morphosédimentaire particulière ; elles provoquent des modifications de divers ordres dans l'environnement sédimentaire de l'estuaire et du delta du fleuve Sénégal (Diouf et al., [4] ; Monteillet et al., [5] ; Kane et Barousseau, [6] ; Sall et Kane, [7] ; Kane, [1] ; Barousseau et al., [8] et Ndiaye, [2]). Ces auteurs ont montré que le bief aval est soumis à un régime d'érosion et la zone de retenue du barrage, à une accrétion plus ou moins importante d'alluvions fluviales. La réduction de la fraction grossière des sédiments s'accompagne d'un affinement du matériel vers l'amont. Selon SOGREAH [3], le bilan sédimentaire montre actuellement un piégeage des sédiments dans les zones marginales et une remontée des fonds entre Gandiol et le barrage de Diama.

La présente contribution vise à appréhender les modifications morphosédimentologiques ayant affecté l'environnement sédimentaire et à dresser un schéma de fonctionnement de la dynamique sédimentaire actuelle du bas – Sénégal. Elle se base sur les données antérieures enrichies par la synthèse de nouvelles données recueillies lors de plusieurs campagnes de terrain.

## 2- Méthodologie d'étude

### 2.1- Données morphologiques

L'acquisition de ces données a été effectuée au cours de campagnes réalisées entre décembre 1998 et février 2001. Les profils bathymétriques ont été obtenus à l'aide d'un géodimètre à rayon laser installé sur des stations permanentes, implantées le long du fleuve depuis l'embouchure jusqu'à Richard – Toll situé environ à 160 km en amont (fig. 1). L'appareil est couplé à un sondeur fuseau 150 installé sur une pirogue.

Le dépouillement des enregistrements nous permet d'obtenir une courbe distance/profondeur qui illustre la morphologie du fond. Les pentes des versants du chenal sont déterminées en pourcentage. La comparaison des profils bathymétriques pour chaque station permet de localiser les surfaces d'érosion et de sédimentation. Le volume sédimentaire érodé ou déposé pendant l'intervalle de temps d'étude est estimé par la méthode planimétrique et exprimé en m<sup>3</sup>/m linéaire de rive. Les valeurs sont affectées d'un signe négatif lorsqu'il s'agit d'une érosion et d'un signe positif lorsqu'il s'agit d'une sédimentation.

### 2.2- Données sédimentologiques

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne en trois points de chaque profil (sur les deux rives et au milieu du chenal). La fraction grossière est séparée de celle fine et l'analyse granulométrique grossière effectuée à l'aide d'une colonne de tamis de norme AFNOR au laboratoire de sédimentologie et de biostratigraphie du département de géologie de l'Université Cheikh Anta Diop. Les indices granulométriques sont déterminés par les paramètres de Folk et Ward [9].

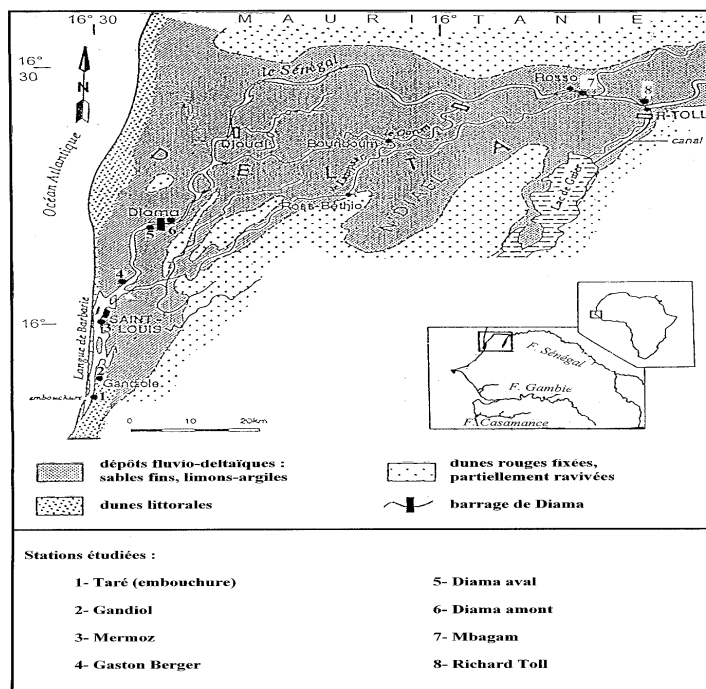


Figure 1. Carte de situation et localisation des stations

L'analyse granulométrique fine est effectuée à l'aide d'un sédi-graphe 5100 au laboratoire de sédimentologie marine de l'Université de Perpignan. Les indices de distribution (médiane et mode) sont donnés directement par l'ordinateur. Le mode de dépôt et l'agent responsable du transport des sédiments sont déterminés par le diagramme de Passega [10]. Ce diagramme s'appuie sur la distribution du sédiment entier tenant compte du pourcentage de la fraction grossière et de celle fine et met en relation les dépôts fluviaux et les modes de transport des sédiments. Il est basé sur la détermination de deux paramètres de position à partir des courbes totales :

- le percentile le plus grossier (C) mesure la capacité de transport du cours d'eau ;
- la médiane (M) décrit la grossièreté moyenne du dépôt.

La corrélation C/M sur ce diagramme bilogarithmique permet d'obtenir des nuages de points situés à gauche de la ligne  $C = M$ , représentant les sédiments de très bon classement. Sur ce diagramme on peut identifier des segments correspondant chacun à un type de dépôt.

### 3- Résultats et discussion

#### 3.1- Evolution morphologique

La morphologie générale du chenal dans l'estuaire et le delta du fleuve n'a pas subi d'évolution significative au cours de la période d'étude et comparativement aux études antérieures. Les profils bathymétriques enregistrés montrent que la profondeur et la largeur du chenal varient en fonction de la distance à l'embouchure (fig. 2).

En aval du barrage, l'estuaire est caractérisé par un chenal assez large; sa largeur a varié de 432 m à 468 m au niveau de l'embouchure au cours de la période d'étude. Elle augmente dès que l'on remonte le bief aval dépassant généralement 500 m. En amont du barrage par contre, le chenal se rétrécit ; sa largeur atteint rarement 400 m (fig. 2). La profondeur maximale du chenal est d'environ 5 m à 6 m à l'embouchure, elle augmente régulièrement pour atteindre 11,9 m à l'aval immédiat du barrage. En amont du barrage, elle augmente également de 11,8 m à 13,9 m à Richard Toll, exception faite de la réduction (9,1 m) notée à la station de Mbagam (fig. 2 et 3).

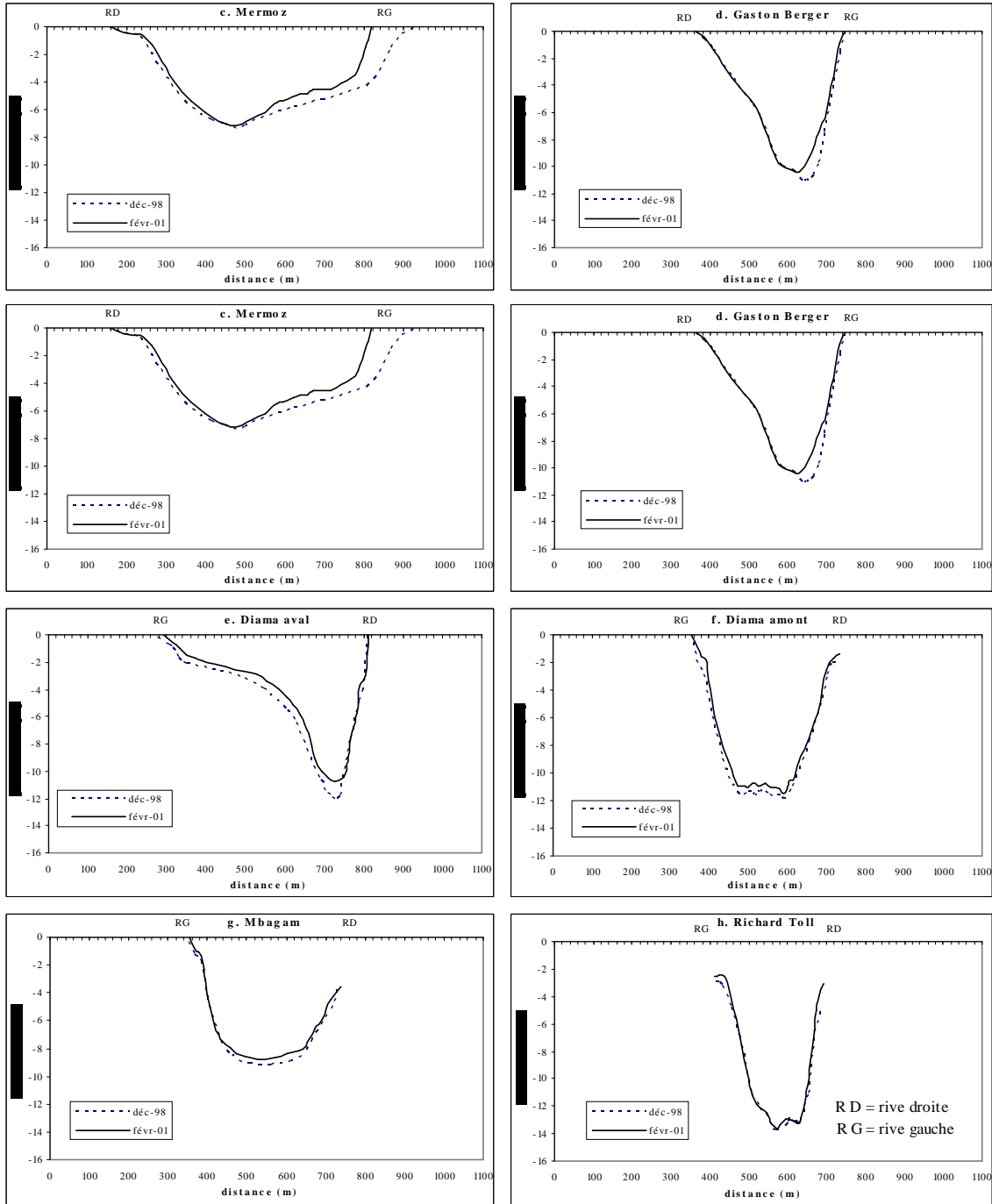


Figure 2. Evolution morphologique du chenal fluvial entre l'embouchure et Richard Toll

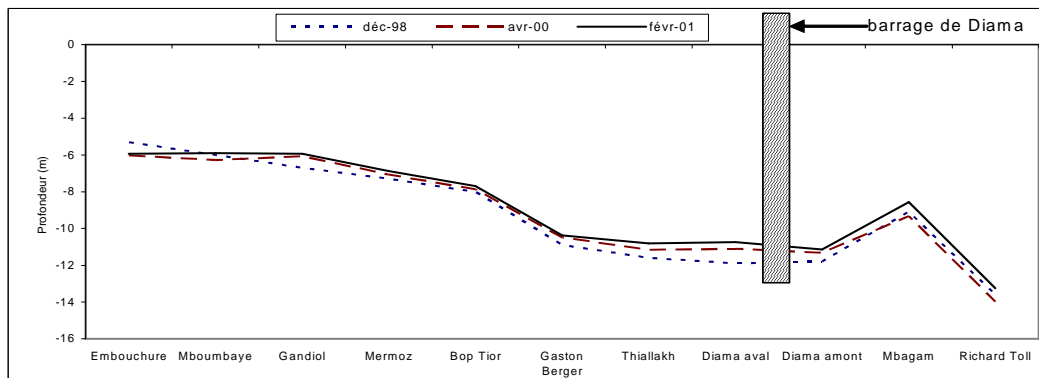


Figure 3. Evolution du profil en long du chenal dans l'estuaire du Sénégal entre décembre 1998 et février 2001

Les profils bathymétriques sont dans l'ensemble dissymétriques avec l'axe du chenal qui se localise généralement du côté de la rive droite, sauf à la station de Gaston Berger où il se localise vers la rive gauche. Ces profils sont très irréguliers vers l'embouchure et les flancs sont à pentes fortes vers le haut devenant faibles vers le bas. A l'aval immédiat du barrage, les profils sont assez réguliers avec des flancs à pentes faibles vers le haut, devenant fortes vers le bas du côté de la rive gauche et très fortes du côté de la rive droite. En amont du barrage par contre, les profils bathymétriques sont relativement symétriques et plus réguliers avec l'axe du chenal qui se localise sensiblement au milieu. Les flancs sont à pentes fortes à très fortes.

La comparaison de profils bathymétriques enregistrés dans un intervalle de temps séparant deux campagnes permet de localiser les surfaces d'érosion et de sédimentation dans le chenal (fig. 2) et de déterminer le bilan sédimentaire au cours de la période d'étude (tab. I).

**Tableau I.** Variation surfacique (en m<sup>2</sup>) du maître-couple sédimentaire sur les profils bathymétriques entre décembre 1998 et février 2001

<b>Bilan Sédimentaire (m<sup>3</sup>/m)</b>	Taré	Gand.	Merm.	G.Ber.	D. av.	D. am.	Mbag.	R.Toll
Déc.98 - Avr.00	-	+ 129	+ 129	+ 106	+ 200	+ 79	- 55	- 75
Avr.00 - Fév.01	-	+ 69	+ 322	+ 22	+ 57	+ 83	+ 137	+ 116
<b>Déc.98 - Fév.01</b>	<b>- 325</b>	<b>+ 198</b>	<b>+ 451</b>	<b>+ 128</b>	<b>+ 257</b>	<b>+ 162</b>	<b>+ 82</b>	<b>+ 41</b>

Les études effectuées dans l'estuaire du Sénégal ont montré que le chenal fluvial était soumis à un régime d'érosion dans le bief aval (Diouf et *al.*, [4] ; Kane et *al.*, [11] ; Kane et Barousseau, [6] et Barousseau et *al.*, [8]). A l'embouchure, la profondeur maximale était de 5 m en 1989 (Kane et *al.*, [11]), elle a atteint respectivement 4,5 m en juillet 1998 et 5,3 m en décembre 1998 (Ndiaye, [2]). Cette instabilité du fond serait liée au déplacement fréquent de la barre sableuse. En aval immédiat du barrage la profondeur passe de 9,5 m en 1989 (Kane et *al.*, [11]) à 11,9 m en 1998 (Ndiaye, [2]), ceci montre un approfondissement marqué du chenal d'une vitesse moyenne de 27 cm par an. En amont du

barrage l'érosion est faible et se localise généralement sur les berges de la rive gauche. La sédimentation domine avec un alluvionnement beaucoup plus important sur la rive droite et au milieu du chenal. Cet envasement illustre la capacité de piégeage des sédiments par le barrage. Cette évolution morphologique du chenal dans l'estuaire du Sénégal s'observe dans presque toutes les rivières aménagées (Lebreton, [12] et Paskoff, [13]). Elle est fréquente dans les pays du Maghreb (Ahamrouni, [14] et Degoutte, [15]).

A partir de novembre 1999 une nouvelle évolution entre en jeu. En effet, pendant les crues de 1999, on assiste, lors des opérations de lâcher, à un largage d'un volume très important de vase localisée dans la retenue, vers l'aval du barrage. Ce phénomène était matérialisé à l'aval immédiat du barrage par une nappe de vase ayant débordée sur l'ensemble du lit majeur. Ainsi les campagnes réalisées jusqu'en février 2001 montrent un nouvel équilibre dynamique. Ce dernier se

caractérise pour la période allant de décembre 1998 à avril 2000 par de l'accumulation sur l'ensemble des stations sauf au niveau de l'embouchure et à l'extrême amont (Mbagam et Richard Toll). Ce phénomène pourrait être expliqué par un transport sédimentaire entre novembre 1999 et avril 2000, de l'amont vers l'aval afin de combler le déficit sédimentaire provoqué par les opérations de vidange qui correspondent à des périodes d'ouverture des vannes. Pour la période allant d'avril 2000 à février 2001, on note une sédimentation sur toutes les stations sauf à l'embouchure où l'érosion persiste. Ce bilan sédimentaire est analogue à celui observé par SOGREAH [3].

En amont du barrage, sous l'effet de la fermeture des vannes en saison sèche, l'envasement affecte l'ensemble des distributaires entraînant ainsi une colonisation des berges par les végétaux aquatiques. Selon Kane [1], cette végétation jouant le rôle d'un véritable obstacle par son effet de piégeage des matériaux solides, favorise davantage la sédimentation. L'accrétion de sédiments dans le bief estuarien entraîne la mise en place d'une importante végétation dominée par *Typha australis* au niveau de certaines berges (fig. 4). A l'embouchure, l'érosion s'installe principalement sur les versants du chenal et sur les berges, ce qui montre que les vagues et les houles sont les facteurs les plus efficaces dans l'érosion des rives pendant une bonne partie de l'année. L'attaque par les vagues touche plus la berge droite, sans végétation donc sans protection (fig. 5). La berge gauche plus exposée à l'action des vagues et des courants mais dont les matériaux sont plus cohésifs et fixés par la végétation, est moins sensible à l'érosion. En effet, le sapement s'effectue principalement au pied de la berge entraînant des phénomènes de glissement (fig. 6). Cette érosion observée dans la zone d'embouchure du Sénégal rappelle celle décrite par Saint-Laurant et Guimont [16] près de l'embouchure de la rivière de Rupert au Québec. En effet, l'érosion des berges est plus intense en période de crues, lors des fluctuations du niveau d'eau liées à l'ouverture des vannes.



**Figure 4 :** Berge en accrétion colonisée par une végétation de typhaies (nord de Gandiol).



**Figure 5 :** Erosion par sapement de la berge droite

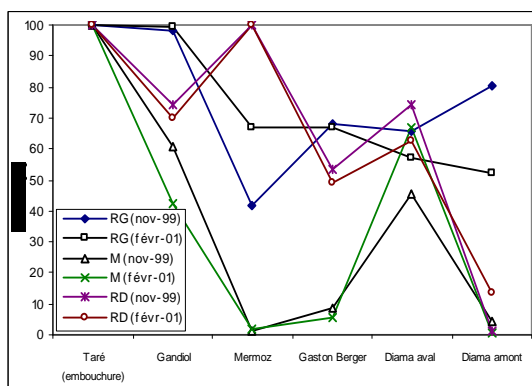


**Figure 6.** Erosion de la berge gauche exposée aux vagues

### 3.2- Evolution sédimentologique

Les sédiments de fond de chenal montrent une évolution particulière, liée à la nature géologique du bassin versant mais aussi à l'hydrodynamisme dans l'estuaire du Sénégal. On note globalement une réduction de la fraction grossière et celle de la moyenne granulométrique des sables en allant vers l'amont (fig. 7 et 8).

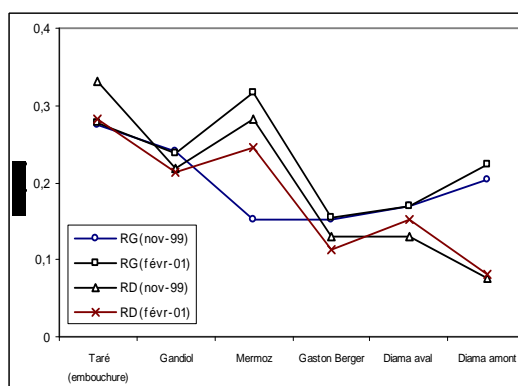
Les courbes granulométriques cumulatives concernant la fraction sableuse sont représentées sur la figure 9 et le tableau II illustre les teneurs en silts et argiles dans les sédiments. A l'embouchure, les sédiments sont essentiellement sableux (fig. 7) et peu carbonatés avec de faibles teneurs en fragments de coquilles (3% à 5% de la fraction grossière) localisés dans le chenal et sur le flanc gauche, partie la plus exposée aux courants de marée. Sous l'influence marine, les sables sont à grains moyens,



Evolution des sables

RG = rive gauche ; RD = Rive droite ; M = milieu

Figure 7. Evolution de la fraction grossière



Evolution de Mz

Figure 8. Evolution de la moyenne granulométrique

homogènes et bien classés (fig. 9). Ils sont plus grossiers sur la rive gauche sous l'effet du transport par les courants de marée, alors que la rive droite, limitée par la Langue de Barbarie balayée par les Alizés du nord-ouest, se charge en sables plus fins.

Les sédiments deviennent de plus en plus vaseux dès que l'on remonte le bief aval de l'estuaire; les teneurs et la taille de la fraction grossière diminuent au profit de la fraction fine dominée par les argiles (fig. 7 et tab. II). Ceci s'expliquerait par la nature géologique du bassin versant constitué de dépôts fluvio-deltaïques (sables fins, limons - argiles) en remontant le bief estuarien et notamment sur la rive gauche (Michel, [17]). Les sables sont à grains moyens à fins, homogènes et bien classés. Cependant, ils sont plus grossiers sur la rive gauche.

Entre Saint-Louis et Diama, où les conditions hydrodynamiques sont plus calmes en saison sèche, la fraction fine dominée par les argiles, atteint des teneurs plus importantes au milieu du chenal, mais elle subit une faible réduction au profit des sables en aval immédiat du barrage. En fin de crue, les argiles deviennent réduites au profit des silts notamment sur les berges. Ce phénomène serait lié à la remobilisation des sédiments fins sous l'effet des lâchers d'eau. Les sables sont fins à très fins, hétérogènes et moyennement classés mais ils sont plus grossiers sur la rive gauche.

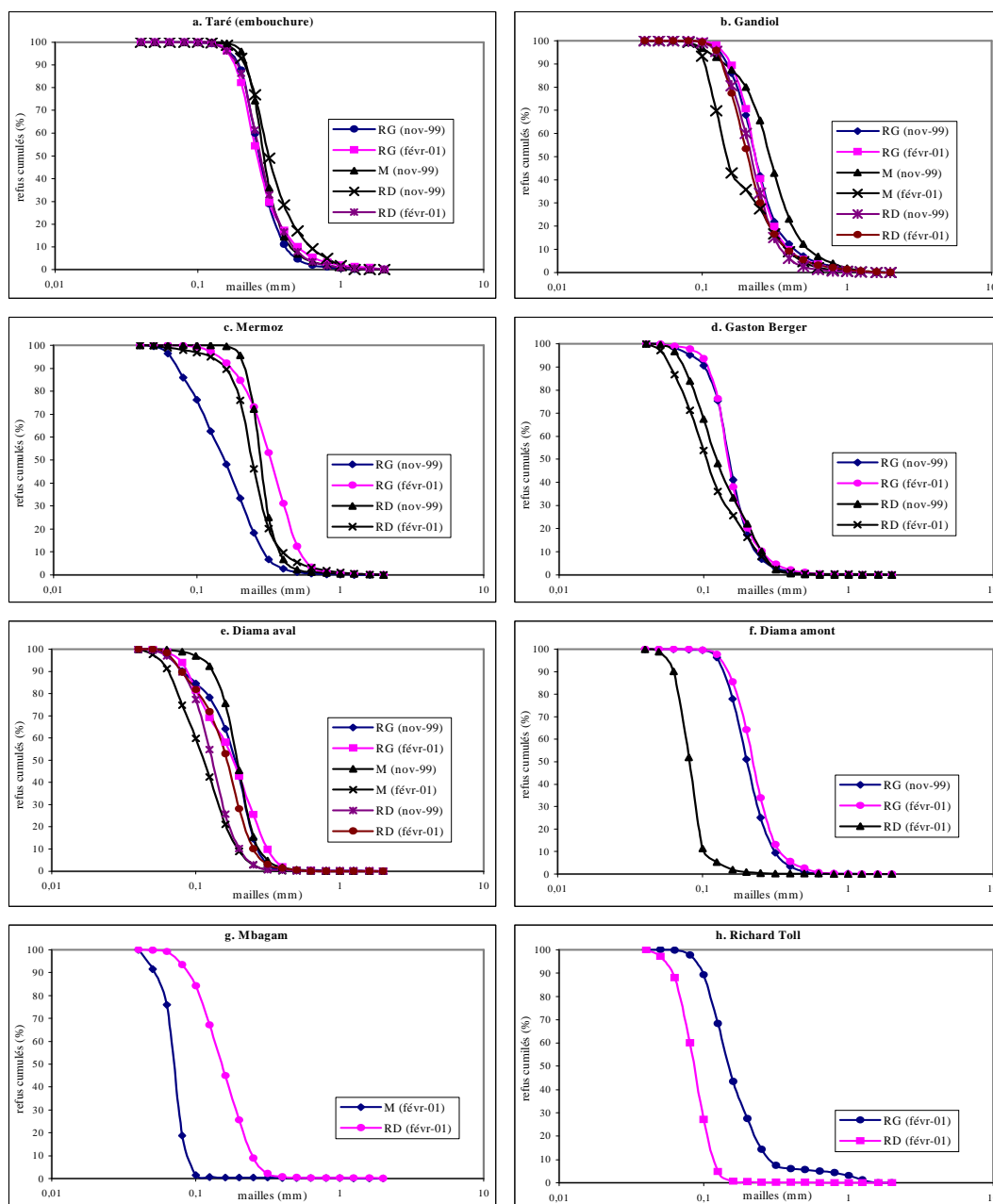
En amont du barrage de Diama, les sédiments deviennent plus vaseux sous l'effet du piégeage des matières en suspension, lié à la fermeture des vannes pendant une bonne partie de l'année. La fraction fine atteint des teneurs très importantes et se distribue sur tout le profil transversal avec cependant des concentrations plus élevées sur la rive droite et au milieu du chenal. Les argiles sont prédominantes par rapport aux silts. Sous l'influence continentale, les sables sont à grains fins à très fins, hétérogènes et moyennement classés. Ils restent cependant toujours plus grossiers sur la rive gauche.

Les études effectuées dans l'estuaire du Sénégal avant et après la mise en eau du barrage de Diama (Kane, [18] ; Kane, [1] ; Kane et al., [11] ; Monteillet et al., [5] ; Kane et Barousseau, [6]; Sall et Kane, [7] et Ndiaye, [2]) ont montré que l'évolution sédimentologique suit une logique géographique caractérisée par un affinement des sédiments vers l'amont. A cette évolution naturelle, les variations saisonnières qui déterminent le fonctionnement du barrage ajoutent des modifications non négligeables.

La fraction fine est absente à l'embouchure durant toute l'année ce qui indique la prédominance de l'influence marine pourvoyeuse de particules grossières. Elle devient importante dès que l'on remonte le bief aval. Sa valeur relative alors estimée par Kane et al. [11] à 70% du stock

sédimentaire aux environs de Gandiol et à 98,6% dans la zone de retenue en 1989, atteint respectivement 85,2% et 99,7% des sédiments prélevés au milieu du chenal en février 2001. Cet affinement progressif des matériaux serait lié à l'accrétion de sédiments vaseux observée sur presque toutes les stations à partir de novembre 1999. Cependant, on note une réduction de cette fraction à l'aval immédiat du barrage liée probablement à une remobilisation des sédiments fins sous l'effet des lâchers d'eau lors des crues.

Globalement les sédiments sont plus grossiers en fin d'hivernage notamment sur les berges soumises à l'érosion par les eaux de crue. Ils deviennent fins à très fins en saison sèche notamment au milieu du chenal où les conditions sont plus calmes. Les sables deviennent de moins en moins bien classés et hétérogènes en remontant vers l'amont. Les argiles prédominent sur les silts notamment en saison sèche, période de fermeture du barrage.



RG = rive gauche ; RD = Rive droite ; M = milieu

Figure 9 : Courbes cumulatives des sables du chenal entre l'embouchure et Richard Toll.



**Tableau II.** Evolution de la fraction fine entre l’embouchure et Richard Toll

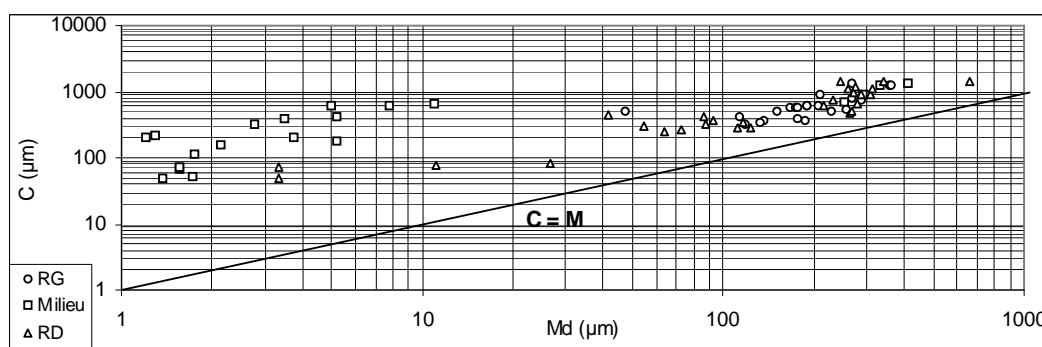
Echantillons	Fraction fine			
	Silts (%)		Argiles (%)	
	Nov. 99	Févr. 01	Nov. 99	Févr. 01
Taré RG	0	0	0	0
Taré M	0	0	0	0
Taré RD	0	0	0	0
Gandiol RG	2,5	20,7	2,6	22,8
Gandiol M	17,5	34,4	26	50,8
Gandiol RD	12,8	3,5	13,2	5,7
Mermoz RG	1,8	13,6	1,7	12,8
Mermoz M	55,2	50	38,5	48,6
Mermoz RD	0	-	0	-
G. Berger RG	10,2	5,2	6,9	5
G. Berger M	57,1	45	34,6	52,6
G. Berger RD	11,6	19,7	7,4	13
D. aval RG	44	14,2	8,5	13,1
D. aval M	20,7	26,7	55,3	49,8
D. aval RD	15,1	9,2	18,3	12,3
D. amont RG	3,5	16,6	3,8	23,3
D. amont M	43,9	39,9	53,8	59,8
D. amont RD	63,6	62,6	30,9	37,3
R. Toll RG	2,8	52,6	3,5	46,5
R. Toll M	-	47	-	52,5
R. Toll RD	42	55,3	9,4	26,3

Le diagramme C-M de Passega (Fig. 10) montre que les sédiments de berge sont généralement des dépôts de suspensions graduées et de roulement dans un milieu de turbulence modérée. Ceux du milieu de chenal peuvent être qualifiés de dépôts de suspensions pélagiques en milieu calme car les particules argileuses ont tendance à s'agglutiner sous l'influence des ions flocculants, notamment du sel. Selon Paskoff [13], la floculation se produit au contact de l'eau douce fluviale et de l'eau salée marine dont les électrolytes favoriseraient la formation d'agrégats de taille suffisante pour qu'ils se mettent à chuter.

**4- Conclusion**

L'évolution morphosédimentologique du delta et de l'estuaire du Sénégal suite à la mise en eau du barrage de Diama montre un chenal fluvial aux caractéristiques très variables tant dans l'espace que dans le temps.

La morphologie décrite à partir de la comparaison des différents profils bathymétriques, met en évidence un chenal très irrégulier vers l'embouchure devenant plus régulier vers l'amont. Sa largeur et sa profondeur augmentent dès que l'on remonte le bief estuarien. En amont du barrage, la profondeur augmente davantage et le chenal se rétrécit.



RG = rive gauche ; RD = rive droite ; M = milieu

Figure 10. Diagramme de PASSEGA des sédiments dans l'estuaire du Sénégal

La dynamique sédimentaire révèle une alternance de périodes d'érosion et de périodes de sédimentation avec un bilan sédimentaire excédentaire sur l'ensemble des stations sauf à l'embouchure où l'érosion domine. Cette érosion observée à l'embouchure se localise sur les versants du chenal et sur les berges provoquant ainsi un déficit sédimentaire marqué. Elle est surtout intense en période de crue, lors des fluctuations du niveau de l'eau liées à l'ouverture et à la fermeture des vannes.

La sédimentation domine depuis l'amont jusqu'à l'aval du barrage de Diama. Elle favorise davantage l'envasement du barrage lié principalement à la fermeture des vannes pendant une bonne partie de l'année. Le fonctionnement du barrage induit une réduction des apports livrés à la mer et favorise ainsi l'alluvionnement du chenal dans le bief estuarien.

L'étude granulométrique des sédiments dans l'estuaire du Sénégal montre une logique géographique liée à la nature géologique du bassin versant constitué de dépôts fluvio-deltaïques et aux conditions hydrodynamiques plus calmes en remontant le bief estuarien. Elle se caractérise par une décroissance très rapide et simultanée de la fraction grossière ( $>50\mu\text{m}$ ) et de la moyenne granulométrique des sables en allant vers l'amont.

Dans le bief aval de l'estuaire, dominé par les actions marines, les sables sont à grains moyens, homogènes et relativement bien classés vers l'embouchure. Sous l'influence continentale, ils deviennent fins à très fins, hétérogènes et mal classés vers l'amont. La fraction fine ( $<50\mu\text{m}$ ) devient très importante et se distribue sur tout le profil. Elle est dominée par les argiles localisées surtout au milieu du chenal.

Les variations saisonnières qui déterminent le fonctionnement du barrage induisent d'importantes modifications. Le sédiment devient légèrement plus grossier durant les

crues en particulier sur les berges avec une dominance sensible des silts. L'ouverture des vannes détermine une remise en suspension des particules fines et un enrichissement conséquent en particules grossières. En saison sèche, la fraction fine atteint des teneurs très élevées avec une prédominance des argiles. La fermeture du barrage modifie les caractéristiques hydrologiques entraînant en particulier un affaiblissement des courants favorable à la décantation des vases. Comparée aux résultats antérieurs, cette étude montre un affinement encore plus poussé de la charge fluviale lié au faible débit imposé par la fermeture du barrage pendant les huit mois de l'année. Dans sa dynamique actuelle, le fleuve Sénégal témoigne à bien des égards d'un fonctionnement décrit sur d'autres grandes rivières aménagées de par le monde.

## 5. Bibliographie

- [1] Kane A. L'après – barrages dans la vallée du fleuve Sénégal. Modifications hydrologiques, morphologiques, géochimiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Cheikh Anta Diop, 1997 : 551 p + annexes.
- [2] Ndiaye A. Essai de caractérisation de l'évolution morphosédimentaire de l'estuaire et du delta du fleuve Sénégal : impact du barrage de Diama. Mém. D.E.A., Univ. Cheikh Anta Diop, 2000 : 58 p.
- [3] SOGREAH Etude de l'accessibilité et de l'implantation du port de Saint-Louis. Rapp. de phase II, étude des scénarios d'aménagement. 2002, 71 2064 R4 : 159 p + annexes.
- [4] Diouf B., Barusseau J.P. et Kane A. Evolution de la zone d'embouchure du fleuve Sénégal : bilan des premières observations morphosédimentaires. In : Rapp. Tech. UNESCO-COMARAF, Dakar. 1990, 4 : 16-29 p.

- [5] Monteillet J., Kane A., Saos J.L. et Diouf B. Environnements sédimentaires du bas Sénégal après la mise en eau du barrage de Diama : analyse des particules supérieures à 100 µm. *In* : Rapp. Techn. UNESCO-COMARAF, DAKAR. 1990, 4 : 39-52 p.
- [6] Kane A. et Barusseau J.P. Caractères hydrologiques, sédimentologiques et morphologiques du bas estuaire du Sénégal. *In* : Projet CAMPUS : L'Après barrage dans la vallée du Sénégal. Rapp. Synth., Perpignan. 1993 : 54 -62 p.
- [7] Sall M. et Kane A. Hydrologie et hydrodynamique dans la moyenne vallée et le delta du Sénégal. *In* : Projet CAMPUS : L'Après barrage dans la vallée du Sénégal. Rapp. Synth., Perpignan. 1993 : 19-27 p.
- [8] Barusseau J.P., Bâ M., Descamps C., Diop E.S., Diouf B., Kane A., Saos J.L. et Soumaré A. Morphological and sedimentological changes in the Senegal River estuary after the construction of the Diama dam. *Journal of African Earth Sciences*, Vol. 26, N°2. 1998 : 317-326 p.
- [9] Folk R.L. and Ward W.C. Brazos river bar, a study of the significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, Tulsa (OkL). 1957, 27 (1): 3-26p, 19 fig.
- [10] Passega R. Texture as characteristic of clastic deposition. *Ann. Assoc. Petrol. Geol. Bull. Talsa Okla*, Vol. 41. 1957 : 1954-1984 p.
- [11] Kane A., Saos J.L. et Monteillet J. Environnements sédimentaires du bas-Sénégal après la mise en eau du barrage de Diama. Analyses granulométriques. *In* : Rapp. Techn. UNESCO-COMARAF, Dakar. 1990, 4 : 30-38 p.
- [12] Lebreton J.C. Dynamique fluviale. Edit. Eyrolles, Paris. 1974 : 209 p.
- [13] Paskoff R. Les littoraux : impact des aménagements sur leur évolution. Edit. Masson, Paris, Milan, Barcelone. 1994 : 153-204 p.
- [14] Ahamrouni J. Erosion hydrique dans le bassin versant de la Moulouya (Maroc Oriental) Recherche des zones sources d'envasement de la retenue du barrage Mohamed V. Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Cheikh Anta Diop. 1996 : 148 p.
- [15] Degoutte G. Hydraulique et dynamique fluviale appliquées au diagnostic, à l'aménagement et à la gestion des rivières. Collection ouvrages pédagogique, Edit. ENGREF. 2002 : 306 p.
- [16] Saint-Laurent D. et Guimont P. Dynamique fluviale et évolution des berges du cours inférieur des rivières Nottaway, Broadback et de Rupert, en Jamésie (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, Vol. 53. 1999 : 389-399 p., 8 fig., 7 tabl.
- [17] Michel P. Partie inférieure de la vallée alluviale du Sénégal : le milieu naturel et sa dégradation. *In* : Projet CAMPUS : L'Après barrage dans la vallée du Sénégal. Rapp. Synth., Perpignan. 1993 : 1-2 p.
- [18] Kane A. Le bassin du Sénégal à l'embouchure. Flux continentaux dissous et particuliers. Invasion marine de la basse vallée du fleuve. Contribution à l'hydrologie fluviale et à la dynamique estuarienne en milieu sahélien. Thèse Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Nancy II. 1985 : 230 p.