

CHAPITRE VII

ETUDE DES MODIFICATIONS ENTRE DIAMA ET L'EMBOUCHURE D'APRES L'IMAGERIE SATELLITAIRE

E.H. Salif *DIOP*
Hervé *CHEVILLOTTE*

Le but de ce travail est de déterminer les modifications survenues entre 1986, juste après la mise en eau du barrage de Diama, et 1990, en particulier dans la zone estuarienne et l'embouchure du fleuve Sénégal.

1. MÉTHODOLOGIE

Deux images multispectrales du satellite SPOT, localisées entre le barrage de Diama et l'embouchure du fleuve Sénégal, (environ entre 16°05' lat. N et 16°25' long. W) ont été utilisées pour cette étude : la première (021-318) en date du 1er octobre 1986 et la seconde (021-318) en date du 28 novembre 1990. Nous les appellerons ci-après, pour simplifier, "image de 1986" et "image de 1990". Les logiciels et matériels employés pour leur traitement sont le logiciel «Planète» de l'ORSTOM sur station de travail couleur Unix et une station Micro-Périor 3100/MATRA MS2I de l'UTIS/CRODT (Unité de Traitement d'Imagerie Satellitaire-Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye).

Pour la mise en évidence des modifications intervenues sur l'embouchure du fleuve Sénégal et le barrage de Diama, entre 1986 et 1990, la méthodologie a été la suivante :

— constitution de deux classifications dites supervisées d'après la méthode barycentrique pour les sous-régions du 28 novembre 1990. Ces classifications ont permis l'identification d'un certain nombre de classes ou thèmes grâce à l'utilisation conjointe de supports cartographiques tels que les cartes topographiques, géologiques et géomorphologiques au 1/200 000 des secteurs étudiés (fig.22 et 23) ;

— constitution d'une série de compositions colorées et d'une composition en pseudo-couleur (fig. 24 à 27) à partir d'images 512 x 512 pixels montrant chacune des sous-régions à deux dates différentes.

— mise en évidence, sur les images de 1986 et 1990, des contours de l'embouchure du fleuve Sénégal à partir d'une transformation de voisinage par filtre médian et d'un traitement par filtrage sur chaque canal XS3 (fig. 28).

— étude comparative des images de 1986 et de 1990 à partir des résultats obtenus avec les compositions colorées et les classifications.

Enfin et dans tous les cas, les comptes numériques des canaux ont été utilisés sans correction des effets atmosphériques qui restent faibles sur cette partie septentrionale du Sénégal.

2. RÉSULTATS DE LA COMPOSITION COLORÉE ET DES CLASSIFICATIONS SUPERVISÉES.

L'interprétation de la composition colorée au niveau du barrage de Diama montre une nette différence du point de vue de la qualité de l'eau entre l'image d'octobre 1986 et celle de novembre 1990 (fig.24 et 25). Cela est dû en particulier à la situation du barrage de Diama :

— ouvert le 1er/10/86 avec, comme caractéristiques, des masses d'eaux saumâtres chargées en particules solides et totalement «homogènes» sur l'image.

— fermé (ou presque) le 28/11/90 puisque seules deux vannes sur sept étaient légèrement ouvertes avec un débit de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Ba, *comm. orale*) alors qu'en période de crue, lorsque toutes les vannes sont ouvertes, le débit varie approximativement entre 500 et $1400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Du reste, cette fermeture du barrage de Diama demeure plus conforme aux observations tirées de l'interprétation de l'image SPOT du 28/11/1990.

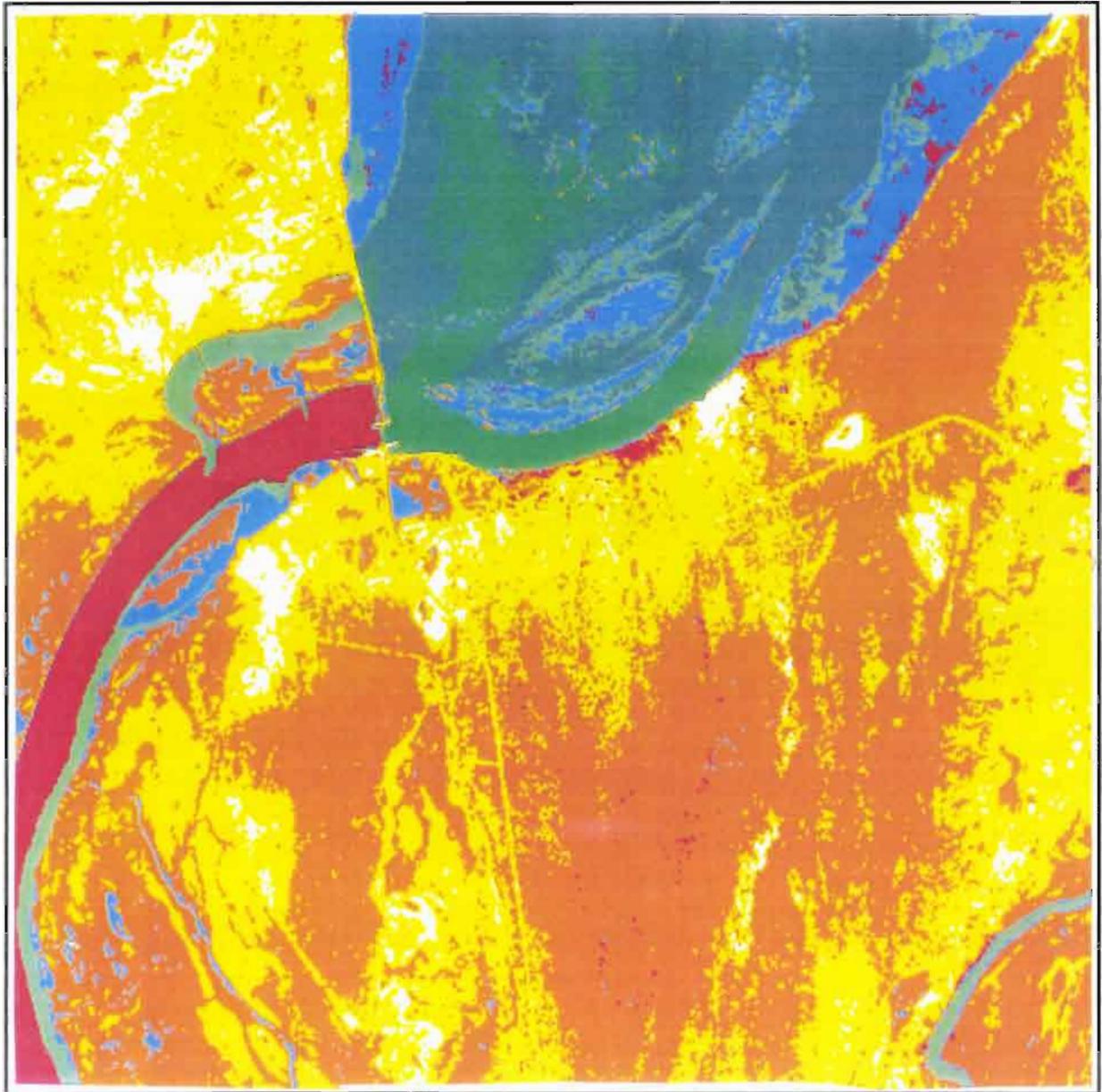


Fig. 22 : Classification dirigée de l'image SPOT du 28 novembre 1990 sur le barrage de Diama

Cette dernière image (fig. 24) est particulièrement intéressante puisqu'elle met en relief deux masses d'eaux différentes :

- en amont du barrage de Diama avec de l'eau douce turbide qui présente les comptes numériques les plus élevés dans les classes d'eaux, en particulier dans les canaux visibles ou proches du visible XS1 (0,50-0,59 μm) et XS2 (0,61-0,68 μm). Des concentrations de l'ordre de 42,9 mg.l^{-1} ont été mesurées sur le terrain (Kane, *comm. orale*). On peut tout à fait bien distinguer les classes des eaux turbides en fonction de la profondeur de leur localisation. Par ailleurs, du fait que la digue mauritanienne n'était pas encore construite en rive droite et que le barrage était fermé, un net débordement des eaux douces turbides est clairement perceptible avec une vaste zone d'inondation que l'on peut aussi mettre en évidence sur l'image de 1986.

- en aval du barrage de Diama, les eaux sont beaucoup plus claires (elles apparaissent cependant en foncé sur l'image en pseudo-couleurs de la fig. 24) et moins chargées en particules solides. Elles sont plus salées (35 ‰ contre 0 ‰ pour les eaux de l'amont). Ces eaux correspondent à la classe 1 du tableau XIV en annexe.

2.1. DÉFINITION DES CLASSES SUR L'IMAGE DU BARRAGE DE DIAMA

D'après les travaux antérieurs sur le terrain et grâce aux cartes topographiques et géologiques du secteur étudié, neuf types de paysages ont pu être identifiés. Le dernier type représente la végétation très chlorophyllienne active. Il est basé sur le rapport XS3/XS2 car la végétation présente une réflectance plus forte dans le canal XS3 et plus faible dans le canal XS2 (tabl.XIV, en annexe). L'étude de la matrice de confusion pour l'image du barrage de Diama de nov.1990 (tabl.XV, en annexe) montre que toutes les classes définies sont restées stables à quelques exceptions près (classes 5 et 9 où les valeurs sont successivement de 78 et de 86 %). Il est cependant nécessaire d'opérer une segmentation plus fine pour la classe 6, afin de bien discriminer les zones de vasières anciennes des cordons littoraux récents.

2.2. DÉFINITION DES CLASSES SUR L'IMAGE DE L'EMBOUCHURE DU FLEUVE SÉNÉGAL

L'image de 1990 fait apparaître, par rapport à celle de 1986, des barres d'embouchure et des hauts-fonds (classe 5, tabl. XVI, en annexe) dont la présence explique, en plus de la fermeture du barrage de Diama, l'absence de ces importants panaches turbides, constitués d'eaux chargées d'argiles et de limons, qui se déversaient à cette période du maximum hydrologique sur le plateau continental au droit de l'embouchure du fleuve (fig. 26 et 27 de l'image de 1986). Au demeurant, on retrouve à peu près les mêmes classes taxonomiques (au nombre de 7) si l'on exclut les barres d'embouchure, visibles uniquement sur l'image de 1990.

L'analyse de la matrice de confusion (tabl. XVII, en annexe) montre que ce sont les classes 4 et 5 (voir tabl. XVI) qui sont les moins bien définies. Pour une classification plus fine, il faudra nécessairement procéder à un redécoupage plus approprié. Les autres classes (eaux, sols, dunes semi-fixées, végétation active...) restent cependant stables. Leur détermination est donc correcte.

3. COMPARAISON DES IMAGES DE 1986 ET 1990

La première remarque relève de l'extension méridienne très visible de la Langue de Barbarie ainsi que son élargissement dans sa partie distale. En effet, la comparaison des deux images montre une extension très nette de cette flèche sableuse vers le sud atteignant entre 3400 et 3600 m sur l'image SPOT de 1990 (fig. 28) ; ce qui a visiblement contribué au rétrécissement de la zone de l'embouchure du fleuve, puisque seulement 120 m de large ont été mesurés contre 360 à 400 m sur l'image de 1986.

La deuxième remarque est que, entre 1986 et 1990, la flèche sableuse de la lagune de Mboumbaye s'est au moins raccourcie de 2500 à 3000 m face à la progression concomitante de la Langue de Barbarie. Sur l'image de 1990, la lagune de Mboumbaye se trouve refermée car la partie distale de la flèche sableuse orientée sud-nord s'est accolée au rivage. Cette nouvelle disposition de la flèche de Mboumbaye met en évidence une lagune complètement isolée du reste des eaux du fleuve et du proche océan.

La troisième remarque est qu'une barre d'embouchure nettement visible, car émergée à marée basse, commence à se développer, contribuant à accroître les phénomènes de colmatage et de sédimentation. Visiblement et du fait de la mise en place du barrage anti-sel, le fleuve Sénégal ne fonctionne plus comme auparavant entre Diama et l'embouchure. Ainsi la dynamique marine prend nettement le pas sur la dynamique fluviale, avec des séries d'édifications sableuses perceptibles sur l'imagerie de 1990 qui semblent plaider en faveur d'une progradation vers le large de cette partie sud de l'embouchure du fleuve Sénégal. Bien entendu, les panaches turbides identifiés pour la même période sur l'image de 1986 sont quasiment absents.

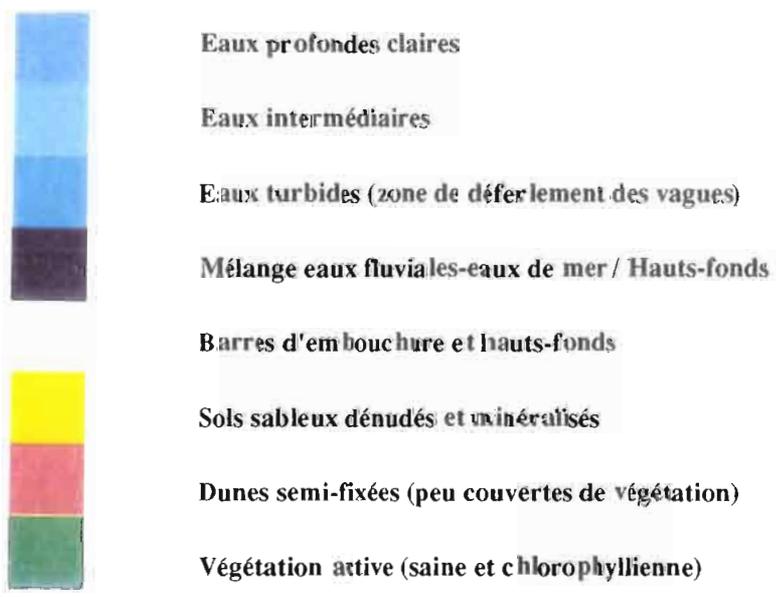
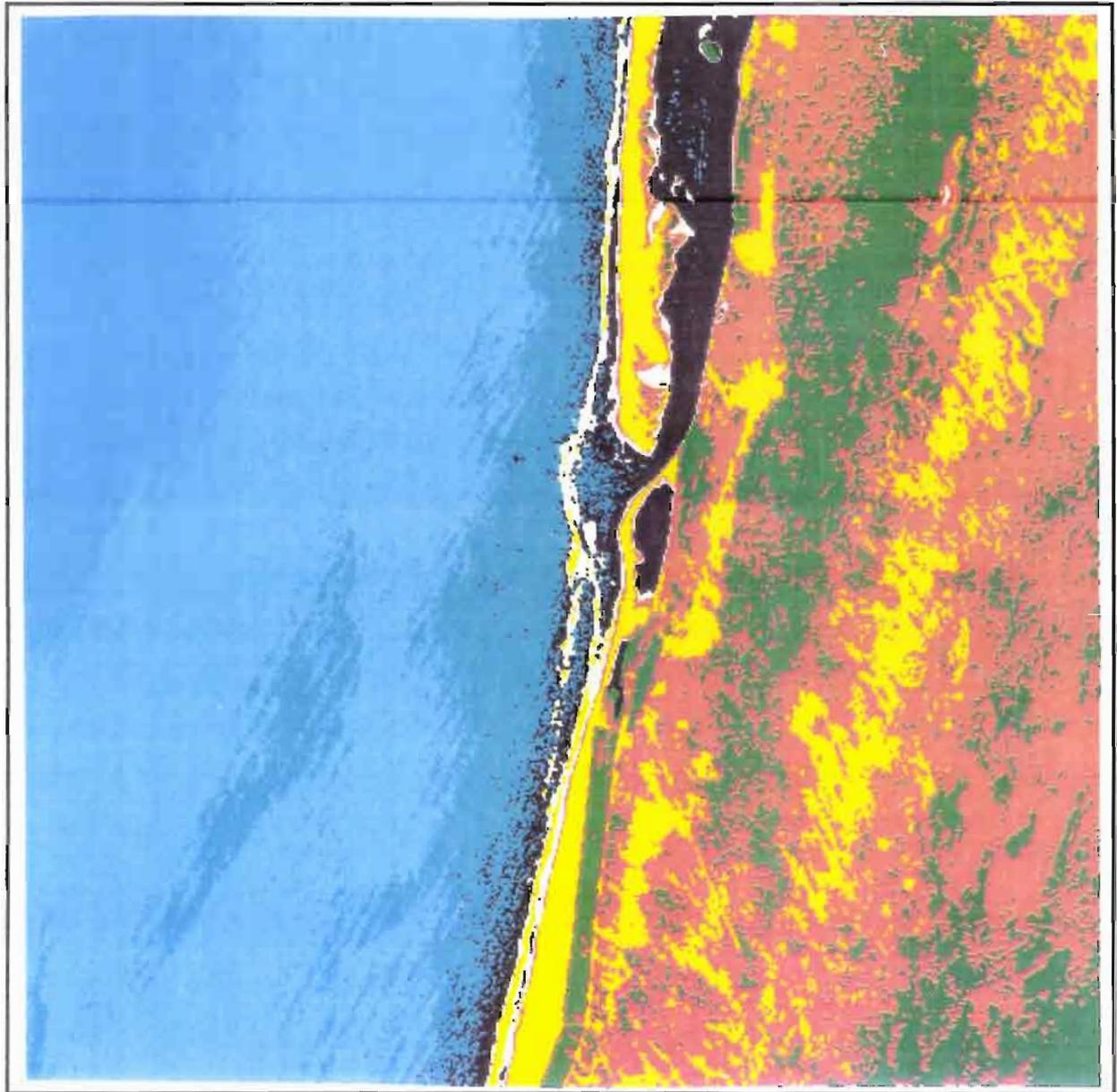
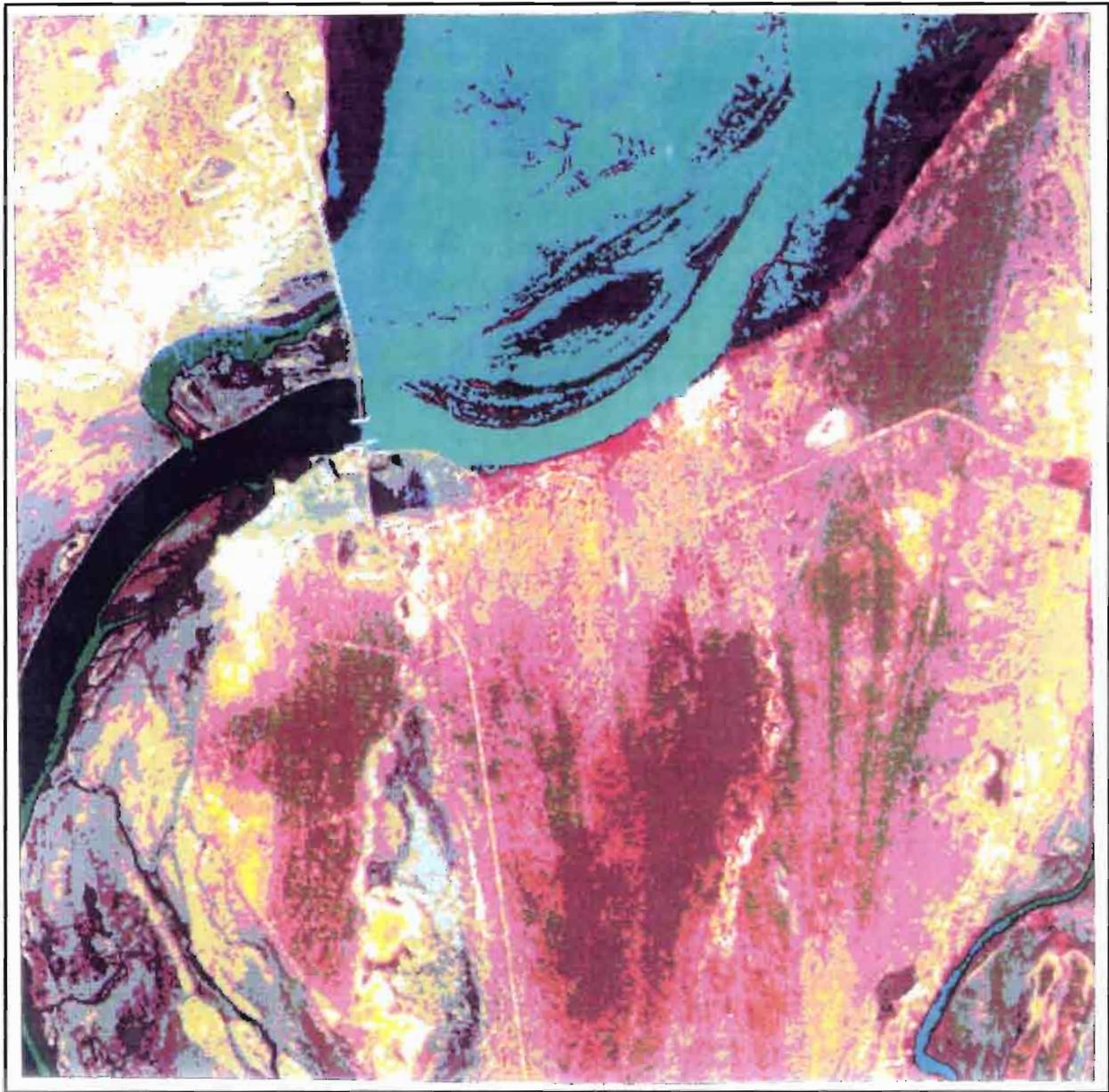


Fig. 23 : Classification dirigée de l'image SPOT du 28 novembre 1990 sur l'embouchure du fleuve Sénégal



**Fig. 24 : Composition colorée de l'image SPOT du 28 novembre 1990
sur le barrage de Diama (établie avec le logiciel Planète)**



Fig. 25 : Composition colorée de l'image SPOT du 1er octobre 1986 sur le barrage de Diama (établie avec le Péricolor 3100/Matra MS21)



Fig. 26 : Composition colorée de l'image SPOT du 1er octobre 1986
sur l'embouchure du fleuve Sénégal (*établie avec le Péricolor 3100/Matra MS21*)

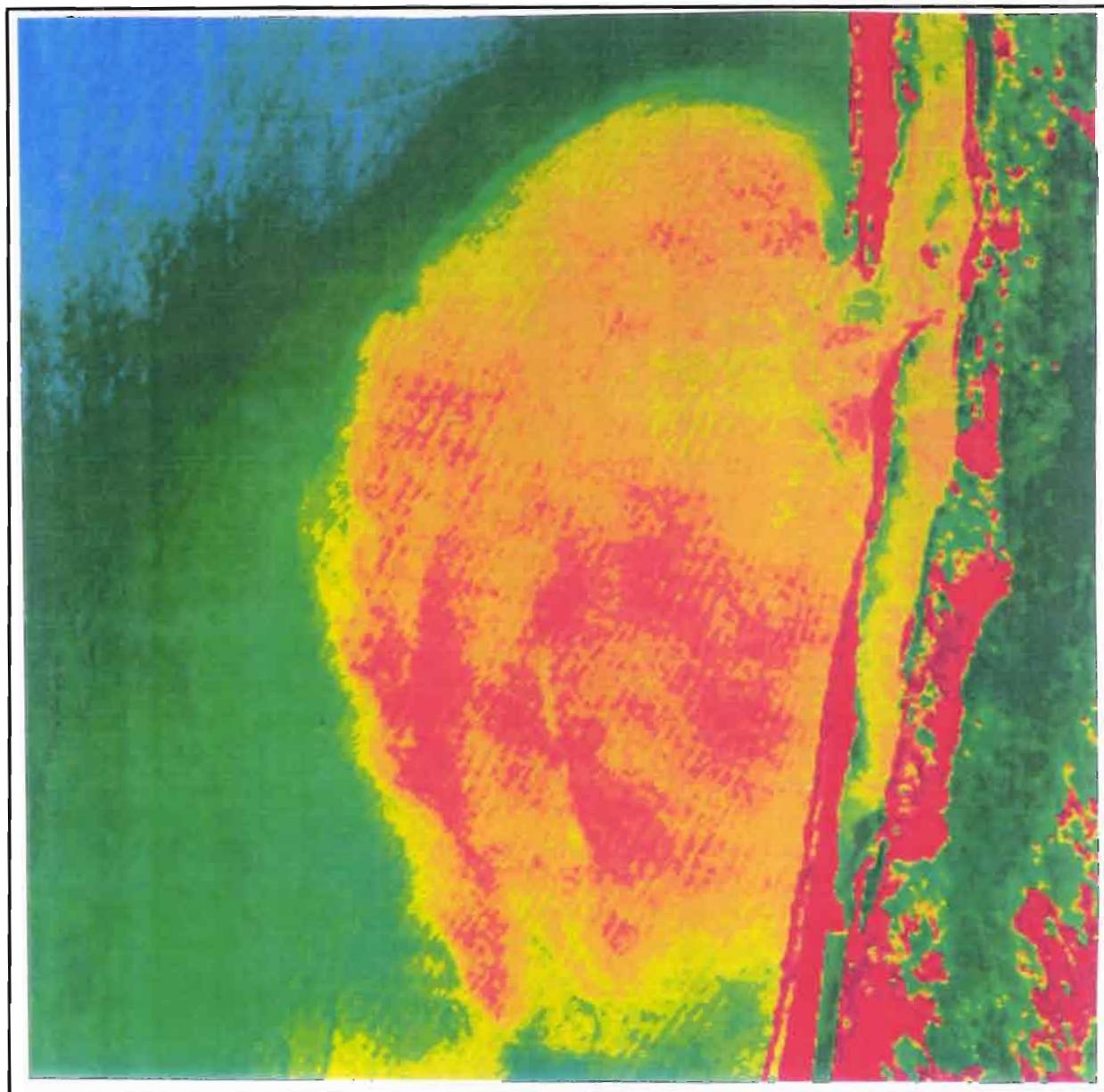


Fig. 27 : Transformation de voisinage par filtre médian sur le canal XS3 et composition en pseudo-couleurs de l'image SPOT du 1er octobre 1986 . Embouchure du fleuve Sénégal
(établie avec le Péricolor 3100/Matra MS21)

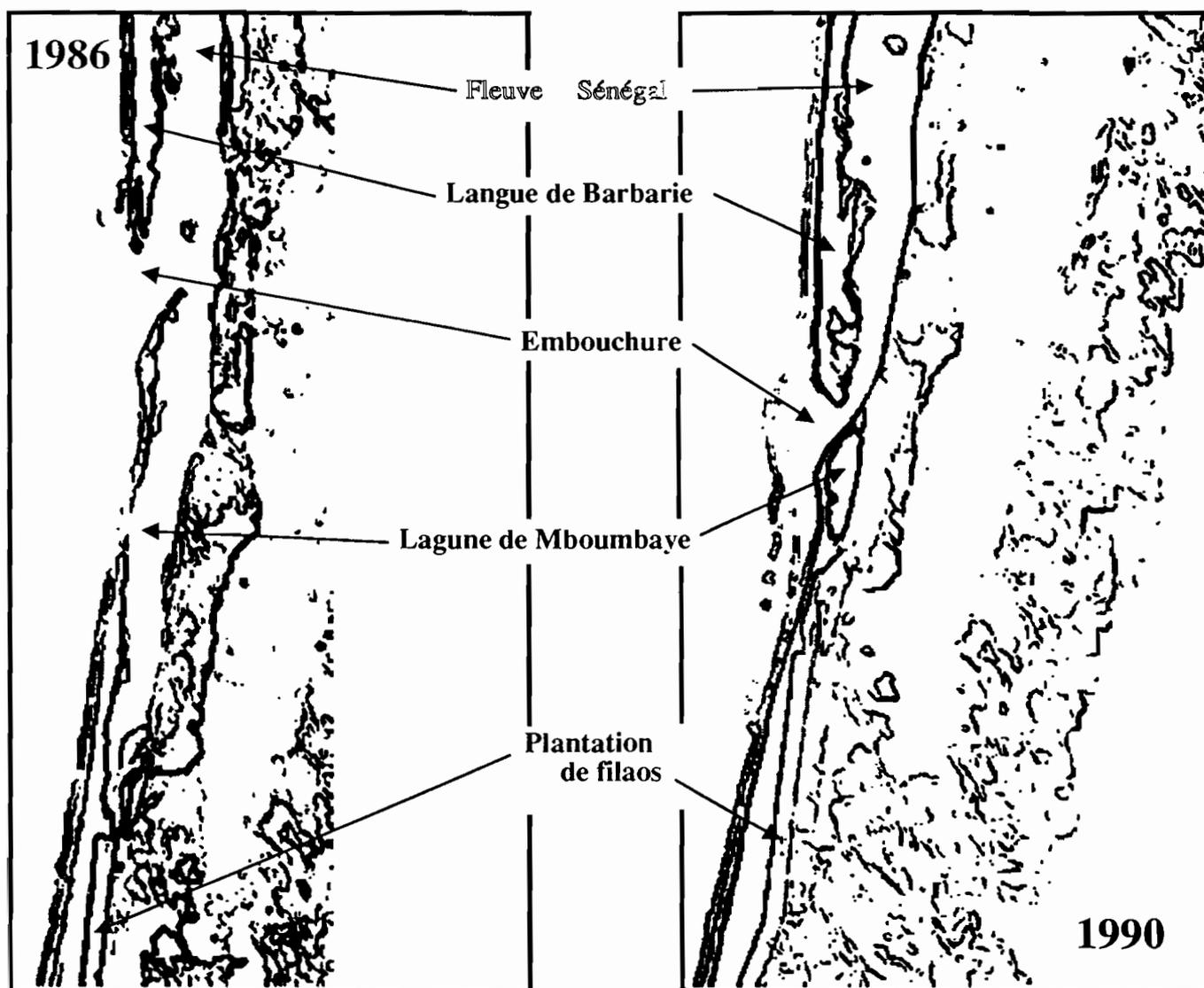


Fig. 28 : Variations de l'embouchure du fleuve entre 1986 et 1990

4. CONCLUSION

Assiste-t-on à des phénomènes durables pouvant aboutir, de nouveau, à la fermeture de cette embouchure ? Cela est possible car la construction du barrage de Diama a contribué à réduire très fortement les phénomènes « d'effets du chasse » qui étaient provoqués jusqu'à présent par le déversement régulier des eaux du fleuve Sénégal, en particulier à la date de son maximum hydrologique (septembre/octobre ou octobre/novembre). Du reste, la fermeture quasi-constante du barrage continuera à favoriser l'extension vers le sud de la flèche sableuse de la Langue de Barbarie qui pourrait sous peu s'accoller au littoral. Devrait-on alors, à titre d'hypothèse, assister encore une fois à l'ouverture d'une embouchure plus septentrionale ?

Ainsi cette étude diachronique par comparaison de deux images SPOT a montré que, dans la zone du littoral près de l'embouchure du fleuve Sénégal, la mise en place du barrage de Diama a entraîné des changements notables dans l'équilibre dynamique du système fluvio-lagunaire dans le sens d'une sédimentation plus accrue avec une fermeture de la lagune de Mboumbaye (fig.28). D'où la nécessité d'un programme de surveillance continue de la côte dans ce secteur ; c'est l'une des conclusions de l'opération 2 du projet CAMPUS sur l'après-barrages dans la vallée du Sénégal.

P. MICHEL J.P. BARUSSEAU J.F. RICHARD M. SALL

L'APRÈS-BARRAGES DANS LA VALLÉE DU SÉNÉGAL

*Modifications hydro-dynamiques et sédimentologiques
Conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles*

RÉSULTATS DES TRAVAUX DU PROJET CAMPUS 1989-1992



Collection Etudes

Ministère de la Coopération et du Développement

PRESSES UNIVERSITAIRES DE PERPIGNAN

L'APRÈS-BARRAGES DANS LA VALLÉE DU SÉNÉGAL

Modifications hydrodynamiques et sédimentologiques :
conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles

RÉSULTATS DES TRAVAUX DU PROJET C.A.M.P.U.S. 1989-1992

Programme de Coopération avec l'Afrique et Madagascar pour la Promotion
Universitaire et Scientifique

Coordinateur :	Pierre MICHEL	Université de Strasbourg (1)
Responsables d'opération :	Jean Paul BARUSSEAU	Université de Perpignan (2)
	Jean-François RICHARD	Centre ORSTOM de Dakar
	Mamadou M. SALL,	Université de DAKAR (3)
Participants:	Mariline BA,	Université de Dakar (4)
	Hervé CHEVILLOTTE	Centre ORSTOM de Dakar
	Cyr DESCAMPS	Université de Perpignan (2)
	Albert DIAGNE	Université de Dakar (3)
	Ndiacé DIOP	Université de Dakar (3)
	E.H. Salif DIOP	Université de Dakar (3)
	Bachir DIOUF	Université de Dakar (4)
	Joël HUMBERT	Université de Strasbourg (1)
	Alioune KANE	Université de Dakar (3)
	Michel MIETTON	Université de Strasbourg (1)
Jacques MONTEILLET	Université de Yaoundé	
Jean-Luc SAOS	Centre ORSTOM de Dakar	

(1) U.F.R. de Géographie - C.E.R.E.G.

(2) Laboratoire de Recherches en Sédimentologie Marine

(3) Département de Géographie

(4) Département de Géologie

Presses Universitaires de Perpignan

1993