LA ZONE DE SINNAMARY : DONNEES GEOMORPHOLOGIQUES, HYDROLOGIQUES ET **TELEDETECTION**

M.T.PROST (a), M. LOINTIER (b) et C. CHARRON (c) 1 Centre ORSTOM de Cayenne. BP 165. 97323 Cayenne Cedex. Guyane.

SUMMARY

The coastal plain of Sinnamary is part of Quaternary accumulation's environment of French Guiana. Relict morphological features and deposits retraced the evolution during the last 120 ka. The modern behaviour of the shoreline, greatly affected by the Amazonian dispersal system, is characterized by a specific sedimentation pattern, with alternating sectors of accretion (muds) and coastal erosion (sands) This paper deals with some aspects of the geomorphological and hydrological evolution in the Sinnamary area, investigated with the help of advanced technology on Remote Sensing data. This one also leads to an approch to some significant question on the estuaries modern evolution.

Four great unities are analysed:

- 1. The "old" coastal plain, covered by the pleistocene sediments of the Coswine Formation (clays and sands), occupied by the savannas and "offshore bars".
- 2. The "young" coastal plain, formed by the sediments of the Demerara Formation (clays and sands), extensively covered by mangroves, swamps and marshes and criss-crossed by cheniers.
- The shoreline, characterized by a active morphodynamic development.
- The nearshore area, that presents a transition from nearshore muds to offshore sands.

Key words - Guiana, Coastal Plain, Sea-level changes, Shoreline changes, Estuaries, Remote Sensing data.

Mots-clés: Guyane. Plaine côtière. Variations du niveau de la mer. Transformations de la ligne des rivages. Estuaires. Télédétection.

¹(a) Géomorphologue. (b) Hydrologue. Responsable de l'A.T.G. (c) Spécialiste en Télédétection.

I - CONTEXTE ET CADRE DE L'ETUDE

1. Contexte de l'étude

La plaine côtière de Sinnamary appartient au milieu d'accumulation sédimentaire quaternaire de la Guyane dont l'évolution pléistocène et holocène a laissé des empreintes dans le modelé et dans les sédiments. La dynamique actuelle du rivage est essentiellement liée au système de dispersion amazonien : des transformations spatio-temporelles et morphosédimentaires importantes ont lieu à court terme, avec des phases périodiques d'accrétion et de recul.

2. Méthodes d'étude

Une étude interdisciplinaire de l'environnement côtier de la Guyane - appuyée sur les volets hydrologique et géomorphologique et sur la télédétection - est menée au Centre ORSTOM depuis 1986. Parmi les travaux préliminaires de terrain et de laboratoire il a été réalisé: le parcours systématique de la zone côtière (avec levées de terrain et survol en basse altitude), l'analyse stéréoscopique des photographies aériennes, l'utilisation des images satellitaires, le prélèvement des échantillons et leur étude au laboratoire. Les méthodologies d'étude et de cartographie de la zone côtière ont été discutées et mises au point.

Des "zones-clés" ont été choisies en fonction des problèmes posés, chacune comportant des unités géomorphologiques majeures - caractérisées par des formes et des sédiments spécifiques - et dès sub-

géomorphologiques majeures - caractérisées par des formes et des sédiments spécifiques - et des subunités, dont il s'agit de définir les relations. Dans le cas de Sinnamary, les buts de l'étude sont : mieux définir, en termes de sédimentologie, de morphologie et de dynamique, les unités et sub-unités géomorphologiques; mieux comprendre les processus côtiers et les variations morphosédimentaires de la frange côtière; définir, dans ce contexte, le fonctionnement actuel et historique de l'estuaire du Sinnamary.

Trois images satellitaires prises à des dates différentes et par des capteurs différents sont utilisées dans le cadre de cette étude :

- a) Des données LANDSAT Multispectral Scanner du 30 octobre 1976, avec un pixel de 80 mètres. Elles concernent une région comprise entre Cayenne et Paramaribo au Surinam.
- b) Deux scènes SPOT, acquises le 20 octobre 1986, avec un pixel de 20 mètres, sont disponibles sur la zone Cayenne Iracoubo.
- c) Deux scènes LANDSAT Thematic Mapper, acquises le 18 juillet 1988 avec un pixel de 30 mètres, couvrant la zone Kourou Organabo.

Les caractéristiques des capteurs sont résumées dans le *tableau I*. Chacun possède un domaine spectral d'observation dans le visible et le proche infrarouge. Seul le capteur du Landsat T.M. possède un nombre de canaux importants, dont un infrarouge thermique. En fonction du type d'investigation souhaitée, on cherchera le meilleur couple "résolution spatiale - résolution spectrale", permettant de choisir le capteur adapté au problème posé.

Tableau I - Caractéristiques des capteurs

Capteurs	Bandes Spectrales	Longueur d'onde (µm)	Domaine spectral	Résolution
M.S.S.	4	0,50,6	Visible	80 mètres
	5	0,60,7	"	•
	6	0,700,8	Proche Infra-Rouge	
	7	0,801,1	"	
SPOT	1	0,500,59	Visible	
	2	0,610,68	"	20 mètres
	3	0,790,89	Proche Infra-Rouge	
T.M.	1	0,450,52	Visible	
	2	0,520,60	n	-
	3	0,630,69	n	
	4	0,760,90	Proche Infra-Rouge	30 mètres
	5	1,551,75	Infra-Rouge Moyen	
	6	2,092,38	n	
	7	10,4012,25	Infra-Rouge Thermique	(120 mètres)

3. Les domaines morphosédimentaires

A Sinnamary, la plaine quaternaire s'étend sur environ 10-12 km entre la bordure du socle précambrien (Chaîne Septentrionale) et la ligne du rivage. Elle est formée par 4 domaines morphosédimentaires qui composent une chronoséquence S-N, à savoir (fig. 1):

- La plaine côtière pléistocène (old coastal plain), située à peu près entre 5 et 12-15 m d'altitude. Le soubassement est formé par des argiles à faciès marin et fluvio-marin, recouvertes presque partout par des rides sablo-argileuses (Formation COSWINE).
- La plaine côtière holocène (young coastal plain), située entre 0 et 5 m d'altitude d'altitude, domaine de marais et de cheniers sur argiles marines et fluvio-marines de la Formation DEMERARA.
- La frange côtière, en grande partie occupée par la mangrove qui colonise les vases intertidales et supratidales actuelles et sub-actuelles.
- En mer, la vasière littorale s'étend jusqu'à 20-25 km du rivage et jusqu'à des fonds de 25 à 30 m.

II - FORMES ET FORMATIONS DE LA HAUTE PLAINE

Les formes et les formations de la haute plaine ont été étudiées, en Guyane, dans le cadre des recherches sédimentologiques et pédologiques par SOURDAT et DELAUNE (1970), TURENNE J.F. (1975,1978), BOULET R. et al. (1982), FAVROT et al. (1987) et B. BARTHES (1988) entre autres. La plaine d'argiles marines, située entre 6 et 8 m d'altitude, est formée par des sédiments bariolés, dessalés et consolidés. Les sables fins qui les recouvrent sont à l'origine d'un paysage de savanes doucement

vallonnées, situées entre 8 et 12-15 m d'altitude. Ce modelé est souvent mieux discerné sur les photographies aériennes et sur les images satellitaires qu'au sol. Argiles et sables fins appartiennent à la Formation COSWINE (= COROPINA, au Surinam)

1. La plaine d'argiles marines

Le paysage a été désignée par des termes génétiques - "Old Tidal Flat Landscape" (J.J. VAN DER EYK & J.A.H. HENDRIKS, 1953) - liés à un faciès dominant - "Old Sea Clay Landscape" (J.J. VAN DER EYK, 1957), "Old Clay Flats Landscape" (P.K. VAN DER VOORDE, 1957, in A.W.L. VEEN, 1970). Puis, la Formation COROPINA (= COSWINE en Guyane) a été subdivisée en deux membres (D.G. MONTAGNE, 1964; R. BRINKMAN & C.J. PONS, 1968; A.W. VEEN, 1970, etc) : argiles PARA, à la base et sables-limoneux, LELYDORP au sommet.

R. BRINKMAN & C.J PONS (1968) font référence à Coropina Inférieur (argile bariolée PARA) et à Coropina Supérieur, celle-ci avec 3 membres : Onoribo, le plus ancien (argiles foncées, riches en pyrites et en matière organique); Santigron, intermédiaire (argile litée avec traces de pyrite) et Lelydorp, plus récent (sable fin limoneux). T.E. WONG (1986) associe aux dépôts fins (vases intertidales) et sableux (rides de plage) les zones polliniques et les "cycles" quaternaires (Q1, plus ancien et Q2, plus récent) (tableau II).

Tableau II - Stratigraphie des dépôts pléistocènes au Surinam (Theo E. WONG, 1986)							
Zone pollinique	Formation	Subdivision	Modelé	Cycle global			
G2	COROPINA	Lelydorp	Rides de plage	Q2			
G2 .	11	"	Vases intertidales	Q2			
G2	Para	H	Vases intertidales	Q1			

Les argiles Onoribo, ont "a typical rising sea-level facies" (L. KROOK, 1979) et seraient accumulées "with a slowly rising sea, near mean sea level " (A.W. VEEN, 1970), dans des mangroves à Rhyzophora. Pendant le maximum transgressif, les argiles limoneuses Santigron, finement litées, ont recouvert partiellement les dépôts Onoribo, s'accumulant "as extensive flats of marine silty clays" (L. KROOK, 1979) dans un environnement de mangrove à Avicennia (A..W.L. VEEN, 1970). En Guyane, M. BOYE (1963) a corrélé l'accumulation des argiles Para avec la transgression de 120 ka (6±2).

2. Morphologie des accumulations sableuses de la zone de Sinnamary

TURENNE J.F. (1978) définit les corps sableux qui recouvrent la plaine d'argiles marines comme des "barres prélittorales", avec 400 à 600 m de largeur, constituées par des sables-argileux fins, très bien triés (Md=90 microns).

L'image LANDSAT TM, acquise le 18 juillet 1988, révèle, en composition colorée (document T-1), le modelé des "barres" dans les savanes de Corossony et des Pères, situées à l'ouest du fleuve et en contrebas de la bordure du socle. L'évolution pédologique est à l'origine de sols ferralitiques et de podzols

(M. GRIMALDI, ce guide). Cartographiées par FAVROT J.C. et al. (1987) les "barres" ont été classées comme suit :

- (a) les <u>barres hautes</u> (7-10 ou 15 m d'altitude) sur sable fin, bien draînées et dont les largeurs varient entre 50 et 600 m. Les sommets sont convexes ou aplatis et les thalwegs plus au moins profonds et nombreux, débouchant dans certains cas dans les vastes dépressions (250 m).
- (b) des <u>barres basses</u> (4-7 m) sur sable fin et argile en profondeur, mal drainées, avec des sols souvent dégradés, tronqués et à tendance planosolique.
 - (c) des étendues planes (3-4 m) sur argile peu profonde (avec sols argileux ou sablo-argileux)
- d) des gouttières et des dépressions avec sols hydromorphes sur substratum argileux (celui-ci situé à environ 0,80 m de profondeur).

Deux faits attirent l'attention : l'importance régionale de la sédimentation argileuse pléistocène et l'exception à la règle, qui se traduit par la présence des sables. Comment interpréter cette modification dans le régime de l'accumulation ? Rappelons que SOURDAT & DELAUNE (1970) les interprètent comme des "barres prélittorales" accumulées "dans ces eaux déjà profondes près du rivage", mais que A.W.L. VEEN (1970) les considère plutôt comme des cheniers, car reposant sur une vaste étendue d'argiles marines. Il ajoute : "les rides - dites "barres prélittorales" par les océanographes - n'auraient pas pu résister à l'abaissement glacio-eustatique du niveau marin"...Quant à L. KROOK (1988) il pense qu'elles représentent des éléments d'un système d'îles-barrières. En pédologie, R. BOULET & al (en préparation) posent le problème de l'enrichissement en sables, par pédogenèse, à partir des argiles. Ajoutons, à titre de comparaison que, dans le milieu côtier actuel, sables et vases coexistent dans le cadre du système de dispersion amazonien. Certes, les sables des plages et des cheniers sont, en Guyane, de moyens à grossiers. Toutefois, sur la côte surinamienne, à l'ouest de Paramaribo, se sont édifiés des cheniers de sable fin et très fin d'origine amazonienne, le sable étant transporté en suspension avec les vases et séparé ensuite de celles-ci, en zone infratidale, par action des vagues.

II - MANGROVES, MARAIS ET CHENTERS DE LA BASSE PLAINE

Les écosystèmes des mangroves et des marais dominent le paysage de la basse plaine côtière et subissent l'impact des changements morphodynamiques de la ligne du rivage. A Sinnamary, de vastes zones paraliques s'étendent tant à l'est qu'à l'ouest du fleuve et en arrière de la mangrove. Elles font partie des "zones humides de Sinnamary et Iracoubo" (DUJARDIN J.J.,1986), comprenant, en 1966, 31000 ha de marais et 27000 ha de mangroves. Il s'agit de marais herbacés alternant avec des savanes et de galeries forestières et sillonnés par des cheniers.

Les sédiments de la base plaine appartiennent à la Formation DEMERARA dont les 4 phases d'accumulation fine holocène sont, d'après A. VERSTEEG (1985): Mara (±9 à 6 ka), Wanica ¹ (5,1 à 3,8 ka), Moleson (3,2 à 2 ka) et Comowine (<1,7 ka). Des cheniers et/ou des tourbes séparent ces phases sédimentaires.

¹ Cette phase n'a pas été identifiée, jusqu'à présent, en Guyane.

En terme de définition de ces espaces par télédétection, le traitement des canaux T.M. (18 juillet 1988) permet de réaliser des transects radiométriques perpendiculaires à la côte et de repérer les principales unités et sub-unités. Le calcul de type "index de végétation" permet de distinguer, le long d'un transect, les mangroves de front de mer et d'estuaire (qui ont des basses valeurs radiométriques), les cheniers, les savanes et les barres (aux hautes valeurs radiométriques) et la forêt ombrophile sur socle (avec les plus basses valeurs radiométriques). Ce transect autorise une confrontation précise avec les vérités-terrain à la même échelle et prépare le traitement sur l'image complète (doc T 1).

Légende document T-1

En rose

Mangrove

En bleu

Savane hydromorphe et "barres prélittorales"

En bleu foncé

Vase nue intertidale

En jaune

Abattis, zone à faible couvert végétal

En jaune orange

Chenier de la route de l'Anse

En brun-vert

Forêt ombrophile sur socle

En noir

Eau libre, marais côtier et sub-côtier inondés

En brun

Petites parcelles de pin caraïbe (Bois Changement)

1. Les mangroves

On distingue la mangrove ripicole¹, dominée par les populations de Rhyzophora, et la mangrove de front de mer, constituée par des peuplements presque purs d'Avicennia germinans (= Avicennia nitida). Ces derniers dominent largement dans toute la zone de Sinnamary.

L'Avicennia s'adapte aux sols instables et asphyxiques de la frange littorale par ses longues racines traçantes rayonnant autour du tronc et par l'anatomie spéciale des racines aérifères, les pneumatophores qui, pendant la marée haute, assurent le maintien d'une teneur d'oxygène de 10 à 20% (J.N. SALOMON, 1978). Quant aux Rhyzophora, leur système d'ancrage par les racines échasses est d'une parfaite adaptation au milieu, assurant également l'oxygénation du système radiculaire souterrain.

Pour C. MARIUS (1985) le balancement de la marée est le facteur principal pour le développement de la mangrove, mais "l'intensité des mouvements de la mer doit être fort réduite" (J. SALOMON, 1978). Dans le cas de la Guyane, avec un régime mésotidal (marées semi-diurnes, marnages entre 2 et 3,2 m) et une côte basse et plate, ces conditions sont, à priori, bien remplies. Toutefois, l'impact des modifications morphologiques de la façade maritime bouleverse considérablement ce schéma.

Dans les secteurs en accrétion, comme à la plage Dégonde, située au voisinage de l'estuaire du Sinnamary, il y a une disposition en lanières tant le long de la côte que vers le large. Sur les vases crémeuses de l'estran et sur les berges des chenaux de marée la mangrove pionnière (Avicennia germinans, Laguncularia racemosa et des touffes de Spartina brasiliensis) prend une disposition digitée. Sur les vases exhaussées, la mangrove basse et jeune est formée par des Avicennia germinans et des Laguncularia

¹Sur les berges des fleuves

racemosa. Vers l'ouest, entre la plage Dégonde et l'estuaire, s'étendent des km d'Avicennia adultes dont une partie dépérit en fonction de l'érosion du rivage.

La typologie des mangroves (pionnière, jeune, adulte, décadente) est complexe, comme le montre le traitement numérique d'images SPOT (V. doc. T-1). Ces classes traduisent très vraisemblablement les différentes phases de colonisation des vases.

2. Les marais

Des marais s'étendent de part et d'autre de l'estuaire (V. doc T-1), à savoir :

- (a) Des <u>marais d'eau douce</u>, sur la rive droite de l'estuaire, entre la route n° 1 et la route de l'Anse. Situés à environ 2 m d'altitude, ces marais herbacés sont dominés de 1 à 2 m par des petites buttes arrondies ou allongées, les "îlets". Le substratum des marais est constitué par les argiles marines attribuées à la phase MARA (S. GUILLOBEZ, 1979), elles-mêmes "reposant sur un fond de sables et d'argile COSWINE" (M. SOURDAT 1963-1965)
- (b) Entre la route de l'Anse et le rivage s'étendent des <u>marais saumâtres</u>. L'érosion du rivage a fait reculer la mangrove et a détruit une partie de la route de l'Anse; les marais ont été transformés et, en 1988, réduits à des espaces de vase nue parcourus par les marées ordinaires. Puis, la migration vers l'ouest du banc de Kourou a provoqué un envasement et à présent cette zone se trouve 2 km en arrière des vases intertidales.
- (c) A l'ouest du fleuve Sinnamary, s'ouvre le <u>marais Yiyi</u>, grand espace d'eau douce développé sur des argiles marines attribuées à la phase MOLESON (GUILLOBEZ S.,1979).

Un chenier traverse le marais¹; au nord de celui-ci, le marais devient plus vaste et se prolonge en biseau vers Trou Caïman (vallée de la Counamama). Quant à la mangrove de front de mer, assez large il y a 25 ans (MAZEAS, 1961), elle est à présent en recul.

3. Les cheniers

Les cheniers sont des cordons de plage, isolés ou groupés, reposant sur un substratum de sédiments fins le long de côtes caractérisées par des phénomènes périodiques d'accrétion et de recul (fig. 2). Les cheniers actuels de la Guyane se forment uniquement dans les espaces interbancs - où l'énergie est de moyenne à forte - quand l'apport sédimentaire fin diminue ou est interrompu. Il faut au moins deux cheniers, séparés par une phase de sédimentation fine, pour former une plaine à cheniers.

Trois générations de cheniers ont été identifiées en Guyane (PROST M.T.,1986, 1988, 1989, 1990) grâce à leur situation géomorphologique, leurs paramètres granulométriques et leur degré de pédogenèse, à savoir:

* les cheniers <u>"anciens"</u>, situés à l'intérieur des terres, formés par des sables quartzeux, moyens à grossiers, bien triés, et développant un profil podzolique.

Il sert de support à la route n°1.

- * les cheniers <u>"récents"</u>, situés assez près du rivage, avec une mince litière en surface; ils sont formés par des sables grossiers à moyens, blanchâtres, bien triés, montrant en profondeur des tâches ocrerouille.
 - * les cheniers actuels, formés sur les rivages des espaces interbancs.

Dans la zone de Sinnamary les cheniers sont formés par des sables moyens à grossiers, en général bien triés (fig. 3). Prenons quelques exemples.

a) Le chenier situé le long de la route 1, en face de la piste de St. Elie, à 5°23'04" Lat. N et 52°50'223 Long.W (V. fig. 3, éch. Rte 1 SYN), est un exemple de chenier "ancien", à cause (a) de sa position, en contact avec la plaine pléistocène, et (b) de son profil podzolique bien développé.

L'horizon A (0,20 m) est gris très foncé à noir, humifère, avec des nombreuses racines. Entre 0,20 et 0,60 m (V. fig 3, éch. Rte 1- SYN A) se développe un horizon de transition, formé par des sables grossiers gris brun à gris très foncé. Entre 0,60 et 1 m (V. fig.3, éch Rte 1-SYN B) les sables sont blancs à gris, purs (98,84% de sables et 1,16% d'argiles), grossiers (Md=0,390 mm et mode=0,315 mm) avec triage amélioré (So= 1,430 mm et Qdphi = 0,5), riches en staurotide (fig. 4) et avec un peu de tourmaline. Vers 1,10 m, (Md=0,370 mm, So= 1,42 et Qdphi=0,50), les grains sont émoussés (71,7%), principalement sub-anguleux (28%) et à coins-arrondis (40,8%), généralement ternes, dépolis (25%) ou translucides. La base de la coupe (à partir de 1,20 m) est formée par un alios.

A titre de comparaison, un échantillon a été prélevé dans le voisinage, dans la Savane des Pères, au début de la piste de Saint Elie (V. fig.3, éch "barre" SP). Il s'agit de sables-argileux (86,85% de sables et 13,15% d'argiles), très fins (Md= 0,094 mm et mode=0,063 mm), riches en staurotide (V. fig.4) et avec 18% de muscovite, très bien triés (SO=1,28 et Qdphi= 0,350).

Les deux formations sableuses ont des granulométries très contrastantes et le passage latéral de l'une à l'autre est très marqué.

- b) Le chenier ¹ situé au km 3 de la route de l'Anse, dans le secteur du canal Philippon (V. doc T-1), est un exemple de chenier "récent" d'estuaire. Avec environ 3,50 m d'épaisseur, il est formé par des sables quartzeux (99,75%), grossiers (Md: 0,390 mm et mode 0,315 mm) (V. fig. 3), bien triés (So=1,31 et Qdphi=O,450), avec une stratification parallèle à sub-parallèle et un début de pédogenèse en surface. Comme le chenier précédent, celui-ci est riche en staurotide (V. fig.4), ayant en plus de la tourmaline, un peu de grenat, très peu d'amphibole et de zircon.²
- c) Une comparaison a été faite entre les sables des formations précédentes et ceux du chenier actuel de la plage Dégonde, dont (V. fig 3 et 4). les transformations du rivage sont à l'origine des modifications significatives du profil de la plage et de l'apport siliceux.

L'estran, en novembre 1984, était composé par 100% de sable fin (Md=0,168 et mode=0,100), très riche en biotite, hétérométrique, avec un triage médiocre (So=1,58 et Qdphi= 0,650). Le cordon de la haute plage, en érosion, nourrissait vraisemblablement une partie de l'apport, les sables qui le constituent étant presque aussi fins (Md= 0,145 mm et mode =0,125 mm) que ceux de l'estran, mais mieux triés

¹ Situé à 5°23' 49" de lat. et 52°57' 10" de long.

² Ce chenier est exploité en carrière.

(So=1,2 et Qdphi = 0,250) et riches en staurotide, avec 20% de tourmaline et un peu d'amphibole. En avril 1988, par contre, l'apport était différent, des laisses des sables grossiers très riches en grenat et en staurotide couvraient la plus grande partie de l'estran.

Un autre type d'accumulation plutôt rare en Guyane est celle de blocs et de galets de quartz sur sur la haute plage, au contact avec la falaise, et sur le bas de l'estran, au contact avec les vases intertidales¹. Les modalités et les causes de cet apport ne sont pas connues.

IV) TRANSFORMATIONS HISTORIQUES ET ACTUELLES DE L'ESTUAIRE DU SINNAMARY

L'hydrodynamique côtière joue un rôle primordial dans l'évolution de certains estuaires, comme celui du Sinnamary, dont l'histoire est retracée grâce à des documents historiques et à des recherches récentes.

1. Modifications historiques de l'estuaire

Il est acquis qu'en 1763 l'embouchure du fleuve se trouvait à plusieurs kilomètres à l'amont de sa position actuelle (YAYER, 1937), au niveau de l'actuel canal Philippon; un banc de sable barrait légèrement la sortie du fleuve en mer et orientait le chenal vers le nord-ouest. Environ un siècle plus tard (1878) l'accumulation sableuse avait disparue, mais l'embouchure occupait la même place. Les modifications principales se feront dans les 58 années suivantes, l'embouchure s'allongeant de 6 km vers le nord-ouest (YAYER, 1937).

Entre 1936 et 1976 l'estuaire a progressé d'environ 6,5 km, dans une direction sub-parallèle à la ligne du rivage (LOINTIER M.,1986). La vitesse moyenne de progression serait de près de 170 m/an. Dans la réalité, la progression est variable, plus rapide ou plus lente, selon les conditions de l'environnement.

En opposition avec la rive droite, la rive gauche de l'estuaire est plus stable et c'est sur celle-ci qu'apparaissent plus nettement des vestiges d'anciens rivages. L'existence d'une plage ouverte à la mer il y a environ 50 ans, la plage Brigandin - qui se trouve aujourd'hui piégée derrière plusieurs centaines de mètres de mangrove - donne une idée de la périodicité de ces mécanismes qui semblent être proches du siècle.

2. Modifications actuelles

La zone de l'embouchure du fleuve a fait l'objet d'une superposition colorée multidates des images satellitaires (doc. T-2), aboutissant à l'analyse quantitative de l'érosion pendant 12 ans.(1986-1988). Sur la rive gauche, le recul a été de 500 mètres entre 1976 et 1986 (50 m/an) et a doublé de vitesse au cours des 2 dernières années (100 m/an). Sur la rive droite les transformations sont encore plus

¹ Un échantillon de vase gris-bleu (82,41% d'argile et 17,59% de sables), prélevé sur le bas-estran, a été daté de 3,5 Ka 14C (J.M.FROIDEFOND, 1985), ce qui met en relief l'ampleur du recul du rivage dans ce secteur.

importantes: 27 km² de récession en 10 ans et 2 km² entre 86 et 88. L'érosion a provoqué la rupture de l'estuaire en mars 1987 et a donné naissance à une île, elle-même en voie de disparition. La brèche ainsi formée a actuellement 1,5 km de longueur et permet à la houle de rentrer dans l'estuaire et d'attaquer la mangrove de la rive gauche. En même temps, l'intrusion saline a progressé vers l'amont.

3. Caractéristiques hydro-chimiques et fonctionnement actuel de l'estuaire

a) Données hydro-chimiques

Les études hydrologiques et hydro-chimiques des autres estuaires, tout comme celui du Sinnamary, font apparaître des caractéristiques communes à tous ces systèmes:

- * La limite du front salé est très voisine du lieu où disparaissent les teneurs significatives en MES. Ces deux "fronts" sont donc très proches dans l'espace.
- * Les eaux de rivière au pH acide et à très faible minéralisation contrastent avec les eaux marines au pH voisin de 8, contribuant à former un milieu tamponné dans l'estuaire.
- * L'extension du coin salé dépend du rapport volume apporté par la rivière pendant un demicycle divisé par le volume d'un flot. Ce rapport est de 20 % pour le Sinnamary en étiage.

b) Les domaines estuariens

L'analyse statistique (LOINTIER M., 1990) des mesures chimiques, complétée par l'étude de la silice, nous suggère une partition de l'estuaire du Sinnamary en trois domaines :

- * Le premier est à <u>influence marine dominante</u>, les teneurs en silice ne dépassent pas 5 mg/l. Ce domaine s'étendrait entre l'embouchure et 12 km en amont, englobant les sections "C" et "D" pendant la plus grande partie du cycle de marée.
- *Le second est un milieu "intermédiaire", constitué d'eaux dont les teneurs en silice varient entre 8 et 10 mg/l et où la remontée du biseau salé se fait ressentir temporairement au cours du cycle de la marée. Cette zone de brassage des eaux serait comprise entre les kilomètres "10" et "22" de l'estuaire, intégrant les sections "F" et "G".
- * Le troisième est à <u>influence fluviale dominante</u>. Il se définit à partir du kilomètre "23", avec des teneurs en silice comprises entre 10 et 12 mg/l.

c) Aspect qualitatif de la distribution des eaux de surface de l'estuaire du Sinnamary, en étiage

Une meilleure définition de l'aspect qualitatif de la distribution des eaux de surface dans la zone de l'estuaire a été testée par télédétection (SPOT, octobre 1986). Parmi les problèmes posés, deux ont attiré particulièrement l'attention , à savoir, l'interprétation des variations de la radiométrie enregistrée et la définition de la distribution des masses d'eau .

L'opacité élevée des eaux estuariennes de surface - avec une disparition du disque de SECCHI entre 0,5 et 1,2 mètres (LOINTIER M. 1984)¹ - constitue un premier élément : on ne peut pas attribuer les variations de la radiométrie aux variations bathymétriques, car les canaux utilisés dans le rouge et le

¹ Les profondeurs mesurées ont été supérieures à 1 m dans tous les cas

proche-infrarouge ont une "profondeur" d'investigation de l'ordre du cm ou moins en milieu aquatique. Par ailleurs, les concentrations en chlorophylle "a" entre l'embouchure et la pointe Combi sont faibles et de même ordre de grandeur, comprises entre 0,16 et 0,76 mg/m3 (J.L.NOGUES, 1984). Toutefois, en regard des teneurs de matières en suspension, beaucoup plus importantes, il semble réaliste d'attribuer les écarts radiométriques constatés à des variations de la turbidité de surface.

En ce qui concerne les masses d'eaux de surface, l'index de Brillance (V Cx²+Cy²), calculé sur la zone d'estuaire (doc. T-3) dans les bandes SPOT 2 et 3, permet de classer les pixels selon une échelle de valeurs croissante inversement proportionnelle à la turbidité montrant ainsi, qualitativement, leur distribution. Au niveau de la section "B", par exemple, les radiométries calculées sont les plus faibles et traduisent une remise en suspension des vases, plus importante par petits fonds (entre 1,5 et 2 mètres). On remarque le gradient transversal élevé dans cette partie de l'estuaire, qui fait place à un gradient "longitudinal" vers la section "C", mettant en évidence des "segmentations" qui augmentent, vers l'amont, en s'allongeant.

Ces résultats obtenus montrent l'intérêt de l'utilisation des données de télédétection dans l'étude des domaines estuariens 1 - souvent assez étendus et présentant un grand nombre de pixels; les canaux généralement employés par les capteurs mettent bien en relief les variations de la qualité des eaux. Mais, étant donné qu'il s'agit d'un milieu qui se transforme très rapidement (à l'échelle de l'heure) on doit se contenter, pour l'instant, d'interpréter des données en tant "qu'instantané photographique" des phénomènes de surface.

Ceci explique pourquoi il est si difficile d'obtenir un étalonnage des valeurs radiométriques en relation avec un paramètre comme la turbidité, par exemple, nécessitant des mesures de terrain au moment du passage du satellite (LOINTIER M., 1989).

La coïncidence du passage du Landsat MSS en 1976 avec des prélèvements d'eau simultanés sur le Kourou a permis de construire un étalonnage sommaire de la radiométrie en fonction de la turbidité et de classer tous les pixels du fleuve Sinnamary et de son estuaire en cinq groupes (tableau III), à l'aide de la rélation définie (doc. T-4).

Bien qu'avec une incertitude importante (50 %) - qui ne doit pas surprendre, vu les conditions expérimentales - les groupes de turbidité obtenus sont les suivants:

¹ Qui date des premières images obtenues avec les satellites LANDSAT, lancés dès 1973.

Tableau III: Groupes de turbidité obtenus par radiométrie								
Gris 1 -			Т	<	10 mg/l			
Gris 2 -	10	<	Т	<	100 mg/l			
<u>Gris 3</u> -	100	<	Т	<	1000 mg/l			
Gris 4 -	1000	<	Т	_<	10000 mg/l			
Gris 5 -			Т	>	10000 mg/l			

La limite entre les eaux douces et les eaux soumises à l'influence marine, définie par ces traitements de données satellite correspond à ce qui a été observé sur le terrain (M.A. ROCHE, 1977; M. LOINTIER, 1984).

V - LA LIGNE DU RIVAGE

Environ 10 à 20% de l'apport fin amazonien est transporté le long des côtes des Guyanes (D. EISMA, 1988). Une partie circule en suspension au large; l'autre partie transite au long de la côte sous la forme de vastes bancs de boue d'environ 20 à 40 km de longueur. Quand un banc est devant un secteur donné de la côte, il y a progradation du rivage; entre deux bancs, par contre, il y a recul. L'apport des fleuves locaux à la sédimentation côtière est très faible, entre 1 et 2% (M. LOINTIER & M.T.PROST, 1988).

En Guyane française il existe deux bancs de vase situés entre les fleuves Oyapock et la Mahury et cinq autres entre la presqu'île de Cayenne et l'embouchure du Maroni. Un des plus vastes est le banc de Kourou-Sinnamary, dont la surface intertidale, mesurée par traitement de la scène SPOT-1 du 20-X-1986, faisait 65,9 km2.

D'une manière générale, les bancs de vase migrent vers l'ouest le long des côtes des Guyanes par érosion de la partie distale et accumulation dans la partie frontale (P. AUGUSTINUS, 1978; P. AUGUSTINUS et al., 1989). Dans le cas du banc de Kourou-Sinnamary la migration a été de l'ordre de 12 km en 10 ans (1979-1989) (fig.5): la partie distale du banc se trouve à présent à la hauteur de la crique Karouabo (zone du pas de tir du CSG) et la partie frontale occupe tout le secteur de la plage Dégonde, sur la rive droite de l'estuaire du Sinnamary.

Les déplacements des bancs ont un aspect saisonnier (RINE & GINSBURG, 1985) en relation avec des paramètres climatiques, océanographiques et les modalités du transfert sédimentaire fin amazonien (NITROUER & DeMASTER, 1986; M.T.PROST, 1990) : les migrations sont plus fortes entre janvier et mars et plus faibles en septembre-octobre. Dans l'ensemble, les vitesses de migration en Guyane sont de l'ordre d'un km en moyenne annuelle, mais ce chiffre ne représente qu'un ordre de grandeur, des variations s'observant entre les parties frontales et distales des bancs (J.M. FROIDEFOND, 1985) et dans leurs limites externes.

Rappelons que les vases, en suspension dans les eaux marines et fluviales, sont soumises à la floculation; décantées sur les fonds, elles se tassent dans un temps plus ou moins long. Les vases en Guyane, à dominante kaolinitique, se tassent difficilement lorsqu'elles ne sont pas mélangées à des limons ou à des sables (C. MIGNIOT, 1989). Selon les faciès des fonds vaseux, des variations plus au moins

importantes se produisent - dans un temps variable - dans la rhéologie de ces sédiments. En outre, en milieu marin, la salinité des eaux affectera principalement leur viscosité (qui sera 2 à 3 fois supérieure qu'en eau douce); il s'en suit que la suspension peut alors prendre des apparences diverses, allant d'un fluide visqueux (qui s'écoule facilement) à un fluide plastique (ayant la consistance d'un gel : le "slingmud") qui, amortissant les vagues, a un rôle géomorphologique considérable sur l'évolution des rivages. Ce comportement est, à présent, celui de la partie frontale du banc de Kourou-Sinnamary.

En ce qui concerne la partie distale du banc, les processus de consolidation sont courants et peuvent être suivis au fur et à mesure que l'on s'approche de la partie arrière, les vases devenant semi-consolidées et consolidées. Faute de slingmud, les vagues seront plus actives et l'énergie du milieu plus forte. La mangrove ne résistera pas longtemps à l'érosion de la mer et à l'asphyxie par les sables qui remplacent progressivement les vases; les palétuviers dépérissent et sont déracinés (zone de Kourou).

Toutes conditions égales, l'érosion est encore plus forte dans les espaces interbancs. Cela se produit actuellement sur la majorité des plages de Kourou où des enrochements ont été faits pour protéger le rivage contre le recul accéléré.

V - LE MILIEU MARIN COTIER

Le plateau continental de la Guyane a des pentes faibles à modérées et s'étend sur 300 km de longueur et sur 100 à 150 km de largeur. On y distingue (M. PUJOS & G.S. ODIN, 1986): (a) un domaine côtier (nearshore-shoreface area) formé par la vasière d'origine amazonienne, site des bancs de vase et des espaces interbancs; (b) un domaine au large (offshore) avec des sédiments reliques, à faciès terrigène, des sables organogènes et oolithiques, des minéraux ferrifères et des sables très fins à verdine (Ph. BOUYSSE et al., 1977; D. JEANTET, 1982; M. PUJOS & G.S. ODIN, 1986).

Afin d'étudier le déplacement du panache, l'évolution de la radiométrie entre la côte et le large a été observée dans chaque canal. Une analyse visuelle a permis de choisir les meilleurs canaux pour apprécier les limites d'extension du banc, ainsi que la position et les caractéristiques des front avant et arrière. Le banc de Kourou-Sinnamary faisant plusieurs kilomètres de long, les images choisies ont été échantillonnées aux pas de 1 pixel sur 6, pour les images SPOT et LANDSAT T.M., et 1 pixel sur 3 pour LANDSAT M.S.S., afin de pouvoir observer le phénomène dans son ensemble. L'examen comparé des transects radiométriques effectués au large de Malmanoury (fig. 6) montre que:

- * La radiométrie enregistrée sur la mer augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de la terre. Il existe des "cassures" radiométriques nettes entre les parties qui concernent la pleine mer (point B, vers 15-20 km), la zone affectée par les bancs de vase (point A, vers 2-4 km) et la ligne de rivage (origine des abscisses).
- * En prenant comme référence la variation radiométrique enregistrée entre le "signal" mer et le banc de vase, cette limite se retrouve quelque soit le capteur utilisé. Elle traduit une différence de turbidité entre les deux zones. L'extension des eaux turbides, au large de la Guyane, s'estimée entre 16 et 20 kilomètres sur ces documents, vient en accord avec les observations sur la limite de la vasière littorale.

Dans le domaine côtier la visée oblique de SPOT permet de retrouver parallèlement à la côte, les champs de houle. Les conditions de détection définies par WADSWORTH et PETIT (1987) sont réunies de façon à apprécier le phénomène. L'application de "l'optimisation locale de densité", sur le canal 2 de SPOT, qui étale la dynamique des points en fonction de leur environnement, permet de mettre en évidence ces champs de houle. On reconstitue une image en composition colorée, de façon à garder un document lisible pour le thématicien .

La scène SPOT (Sinnamary, 26 Octobre 1986) permet de définir trois espaces (doc. T-5): (a) une zone face aux marais de la route de l'Anse, caractérisée par des longueurs d'onde de houle, de l'ordre du km; (b) plus à l'ouest, en face de la zone en érosion du Sinnamary, un réseau aux longueurs d'ondes nettement inférieures à la précédente; (c) de nouveau, une zone semblable à la première, en face du banc d'Iracoubo.

Grâce à ce procédé, on arrive à définir un élément de plus dans l'action des paramètres océanographiques modifiant la ligne du rivage, les zones (a) et (c) correspondant à la localisation des bancs de vase et la zone (b) étant celle de l'érosion du trait de côte. A l'intérieur de la zone (c) on observe une légère inflexion des ces ondes qui reproduisent grosso modo l'orientation du trait de côte.

VI - CONCLUSION

La zone de Sinnamary est très significative des problèmes posés par l'évolution quaternaire des rivages de la Guyane :

D'une part, les variations du niveau de la mer (COSWINE et DEMERARA) et les changements morphosédimentaires des rivages sont à l'origine (a) d'une plaine ancienne d'accumulation marine située en contrebas de la bordure du socle précambrien et (b) d'une plaine côtière à cheniers.

D'autre part, le système de dispersion amazonien est le "moteur" de la formation des bancs de vase, dont les déplacements conditionnent les secteurs d'accrétion et d'érosion des rivages. Le transit côtier est également à l'origine de la déviation des estuaires, comme celui du Sinnamary dont "l'histoire" couvre une période de 2 siècles.

Les images satellitaires apportent un nouveau regard sur l'environnement côtier. Les traitements, performants et fiables, permettent de mieux comprendre la dynamique actuelle des rivages et, par-là; aident à la compréhension de l'évolution des plaines côtières.

REMERCIEMENTS:

Cet article a été rédigé à partir des données du Programme "Environnement Côtier des Guyanes" et des études hydrologiques effectuées dans le cadre de l'aménagement du barrage de Petit Saut. Nous remercions le Conseil Régional de la Guyane et les Départements des Eaux Continentales et Terre-Océan-Atmosphère de l'ORSTOM qui soutiennent financièrement ces investigations.

HOMMAGE:

Cet travail est un hommage à notre regretté Directeur, Dr. Jean MICHOTTE, qui a toujours soutenu avec intérêt et enthousiasme la mise en place et le suivi de ces recherches.

FIGURES

1. Croquis: Plaines côtières dans la zone de Sinnamary.

Diagrammatic section along the coastal plains of Sinnamary

2. Modèle de formation d'une plaine à cheniers (HOYDT, 1969)

Chenier plain formation (HOYDT, 1969)

3. Paramètres granulométriques (Md et So) des formations sableuses de Sinnamary

Grain-size parameters (Md and So) of the sandy formations from the Sinnamary key-area.

4. Minéraux lourds (graphs) des formations sableuses de Synnamary

Heavy minerals of the sandy formations from the Sinnamary key-area

Déplacement du banc de Kourou-Sinnamary entre octobre 1979 et septembre 1989.

Northwestern migration of the Kourou-Sinnamary mudbank between October 1979 and September 1989

6. Examen comparé des transects radiométriques

Comparative analysis of the radiometric transects

DOCUMENTS DE TELEDETECTION (Remote Sensing data)

- T-1. Tirage couleurs Landsat TM: "Barres prélittorales" des savanes de Corossony et des Pères
 "Offshore bars landscape": savannas of Corossony and Pères.
- T-2. Superposition colorée multidates sur les variations du rivage Multitemporel superposition concerning shoreline changes within the Sinnamary key-area
- T-3. Partition des domaines dans l'estuaire du Sinnamary Caracteristics of the Sinnamary estuary
- T-4. Classification des eaux du Sinnamary en cinq groupes de turbidité `Five classes of suspended sediment of the Sinnamary River
- T-5. Réhaussement de dynamique en mer (SPOT 1986)
 Sea data enhancement (SPOT 1986)

TABLEAUX (tables)

I - Caractéristiques des capteurs

Sensors characteristics

II - Stratigraphie des dépôts pléistocènes au Surinam

Stratigraphy of the pleistocene deposits in Suriname

III -Groupes de turbidité obtenus par radiométrie.

Classes of turbidity according to radiometric data

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGUSTINUS P.G.E.F., 1978 The changing shoreline of Surinam (South America). Thesis.

 Uitgaven "Natuurwetenschappelijke Studiekring voor Suriname en de Nederlandse Antillen"

 Utrecht, 95, 232 pp. The Netherlands.
- AUGUSTINUS P.G.E.F., HAZELHOFF L. & KROON A., 1989 The chenier coast of the Suriname.

 Moderne Geological Development.
- P.G.E.F. Augustinus Ed. Special issue: Cheniers and Cheniers Plains. Marine Geology, 90: 269-281. Elsevier Science Publ. B.V. Amsterdam. Pays-Bas.
- BARTHES B., 1988. Cartographie de sols et problèmes d'aménagement au perimètre de la Crique Toussaint. Centre ORSTOM. Cayenne. 29 pp
- BRINKMAN R. & PONS L.J. (1964). A pedo-geomorphological classification and map of the Holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. Soil Survey Institut. Wageningen. 25 p. 2 cartes h.t.
- BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X., & LUCAS Y. 1982. Analyse structurale et cartographie en pédologie.
 - I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique.
 - II- Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques.
 - III- Passage de la phase analytique à une cartographie générale synthéthique.
 - Cahiers ORSTOM, série Pédologie, vol XIX, 4, 309-339.
- BOULET R., PROST M.T. et KROOK L. (en préparation) Nature et origine des différents faciés des sédiments de la plaine côtière ancienne de la Guyane : la coupe du Larivot.
- BOUYSSE Ph., KUDRASS H.R. & LE LANN F.,1977. Reconnaissance sédimentaire du plateau continental de la Guyane française (mission Guyamer, 1976). Bull. BRGM, IV, 2.
- BOYE M. 1963. La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni (Guyane Française) Thèse 3ème cycle. Géologie. Paris. Sorbonne.
- DUJARDIN J.J., 1986. Protection des zones humides néotropicales. In, Le littoral Guyanais, fragilité de l'environnement. Nature Guyanaise.
- SEPANGUY. SEPANRIT. Cayenne. 149-154.

- EISMA D.,1988. Dispersal of Amazon Supplied particulate matter. Abstracts of the Chapman Conference on Amazon Dispersal System. AGU. Charleston. Wild Dunes.
- FAVROT J.C., ANDRIEUX P., BARTHES B., BOUZIGUES R., LAGACHERIE Ph., VINCENT B. (1987). Carte des sols du secteur de référence de la savane guyanaise plaine côtière ancienne. 1/50.000, I.N.R.A. CEMAGREF. SES n° 581. (3 tomes). Montpellier. France.
- FROIDEFOND J.M., PROST M.T. & GRIBOULARD R.,1985 Etude sur l'évolution morphosédimentaire des littoraux argileux sous climat équatorial: l'exemple du littoral guyanais. Rapport Cordet- IGBA. Ministère de la Recherche et de la Technologie.Paris. Université de Bordeaux-I. Talence. 189 pp.
- GUILLOBEZ S. 1979 Esquisse physiographique de la région côtière de la Guyane au 1/500.000. Pédologie, IRAT. Cayenne.
- JEANTET D. 1982. Processus sédimentaires et évolution du plateau guyanais au cours du Quaternaire Terminal. Thèse 3ème cycle. Département de Géologie et Océanographie. IGBA. Université de Bordeaux-I. Talence.
- KROOK L., 1979. Sediment petrographical studies in northern Suriname. Academisch proefschrift. 145p. Vrije Universiteit te Amsterdam. The Netherlands.
- LOINTIER M. 1984 Dynamique des eaux et intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary (Guyane Française) Rapport ORSTOM. Cayenne. Guyane.
- LOINTIER M.,1986. Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane Française) Le littoral guyanais:(fragilité de l'environment). Nature Guyanaise. Sepanrit. Sepanguy. 37-44.
- LOINTIER M., 1989 Estuaries and river studies in French Guiana using SPOT and LANDSAT data. Poster IAHS Third Sc. Assembly. May 1989. Baltimore. USA Traduction en français dans les 3è journées ORSTOM SEMINFOR.
- LOINTIER M. 1990 Evolution de la qualité des eaux et dynamique de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. Rapport ORSTOM. EDF CNEH . 50 pp. 45 fig. 4 tabl. 4 documents de télédétection. Mai 1990.
- LOINTIER M. & PROST M.T.,1988 Coastal sedimentation and local rivers supply in French Guiana: comparisons with the Amazon. Abstracts of the Chapman Conference on the Amazon Dispersal System. Charleston. Wild Dunes.
- LOINTIER M. & PROST M.T., 1988 Environnement côtier des Guyanes.Rapport intermédiaire, novembre 1988. Centre ORSTOM et Conseil Régional de la Guyane.46 pp, 39 fig., 7 pl, 66 réf. Cayenne
- MARIUS C., 1985 Contribution à l'étude des mangroves du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur. Thèse d'Etat Sc. Strasbourg ULP, 1984. 309 pp.
- MAZEAS J.P. 1961. Carte géologique Iracoubo, au 1/100.000. Service de la carte géologique de France. Imprimerie Nationale. Paris

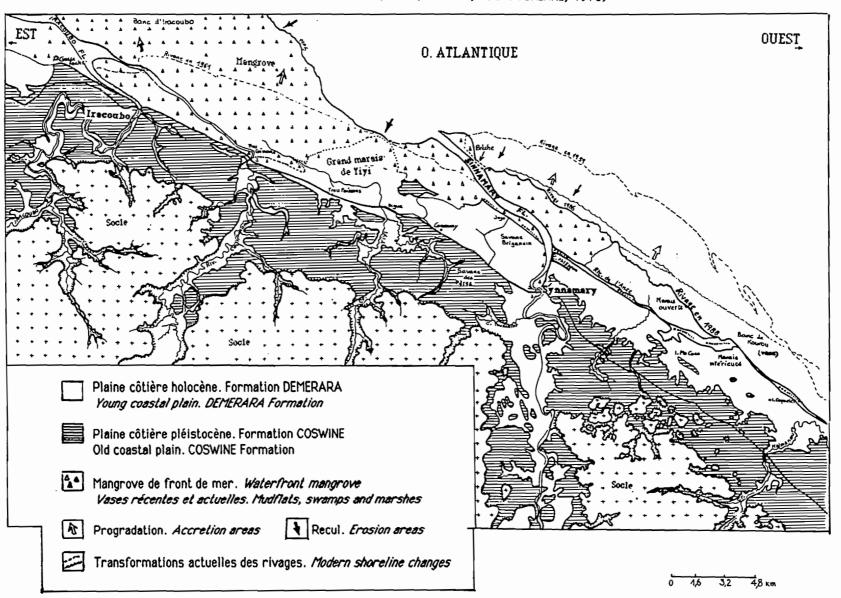
- MIGNIOT C., 1989 Tassement et rhéologie des vases
 - I La Houille Blanche, 293. 1 (1989): 11-30. Paris
 - II La Houille Blanche, 294. 2 (1989): 95-112. Paris
- MONTAGNE D.G., 1964 New facts on the geology of the "young" unconsolidated sediments in northern Suriname.Geol. Mijnbouwn 43: 499-514. Pays-Bas.
- NOGUES J.L., 1984 Etude de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary : dynamique, hydrochimie, phytoplancton.Mémoire de DEA, Université de Provence, Saint-Charles et ORSTOM Cayenne. 45 pp.
- NITTROUER C.A. & DeMASTER D.J.,1987 Sedimentary processes on the Amazon continental shelf; Nittrouer & DeMaster Ed. Pergamon Press Publ. 379 pp. New York.
- PROST M.T., 1986. Morphologie et dynamique côtières dans la région de Mana. Le littoral guyanais (fragilité de l'environnement).Nature Guyanaise. Sepanrit. Sepanguy. 31-36. Cayenne.
- PROST M.T., 1986. Aspects of the morpho-sedimentary evolution of French Guiana's coastline.Quaternary of South America and Antartic Peninsula, vol. 4: 191-218. J. Rabassa Ed. A.A. Balkema Publ. Rotterdam.
- PROST M.T.,1988. Shoreline changes in French Guiana. Quaternary of South America and Antartic Peninsula, vol 6: 291 299. J. Rabassa Ed. A.A.Balkema Publ. (1990) Rotterdam.
- PROST M.T.,1988. Beaches and cheniers in French Guiana Quaternary of South America and Antartic Peninsula, vol 6: 189 219. J. Rabassa Ed. A.A.Balkema Publ. (1990) Rotterdam.
- PROST M.T.,1989 Changes in coastal sedimentary environments and Remote Sensing data in French Guiana. Abstracts of the International Symp. on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo. Brasil. Mai 1989.
- PROST M.T., 1989 Coastal dynamics and chenier sands in French Guiana.Marine Geology, 90:259-267. 6 fig. Special issue: Cheniers and Cheniers Plains. PGEF Augustinus Ed. Elsevier Sc. Publ. Amsterdam.
- PROST M.T., 1990 L'environnement côtier actuel de la Guyane et quelques aspects de son analyse par télédétection.
- Rapport CORDET. Programme "Technologies et littoral Caraïbe. Patrimoine naturel". Ministère de la Culture et de la Communication. Direction des Antiquités Martinique-Guyane. Centre ORSTOM. Série : Géomorphologie Côtière. Avril 1990.86 pp., 17 fig., 5 tabl., 21 photos, 11 documents de télédétection.
- PROST M.T., 1990 Les côtes des Guyanes Rapport ORSTOM. Programme Environnement Côtier. Série : Géomorphologie Sédimentologie.Mai 1990. 212 pp.51 fig., 44 ph., 20 documents de télédétection,15 tableaux.
- PUJOS M. & ODIN G.S.,1986. La sédimentation au Quaternaire Terminal sur la plateforme continentale de la Guyane Française. Oceanologica Acta, vol. 9, 4, 363-382.

- RINE J.M. & GINSBURG R.N., 1985 Depositional facies of the mudshoreface in Suriname, South America -a mud analogue to sandy, shallow-marine deposits. Journal of Sedimentary Petrology, vol 55, 5: 633-652.
- ROCHE M.A., 1977 L'estuaire du Kourou en Guyane Française : possibilités d'alimentation en eau d'une usine de pâte de bois et risque de pollution par rejets industriels dans l'estuaire.Rapport ORSTOM. 80 pp. Cayenne.
- SALOMON J.N., 1978 Contribution à l'étude écologique et géographique des mangroves.Rev. de Géom. Dynamique, XXVIII, 2/3, 1978: 63-80.
- SOURDAT M., 1963-1965. Notice de la carte provisoire au 1/50.000 des sols du littoral guyanais entre Kourou et Sinnamary, Guyane française. Rapport. 83 p. Centre ORSTOM. Cayenne. Guyane.
- SOURDAT M. & DELAUNE M.,1970. Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral guyanais. Cah. ORSTOM, série Pédologie, vol. VIII, 1, 81-97.
- TURENNE J.F., 1975. Modes d'humidification et de différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Thèse Sciences. Nancy. France.
- TURENNE J.F., 1978. Sédimentologie des plaines côtières (Guyane Française). In: Atlas de la Guyane, CNRS. ORSTOM. Pl. 6.
- VAN DER EYK J.J., 1957 Reconnaissance soil survey in northern Surinam. Thesis Agric. University of Wageningen. 99 pp. Pays-Bas.
- VAN DER EYK & HENDRICKS J.A.H., 1953 (in VEEN)
- VAN DER VOORDE P.K.J., 1957 De bodemgesteldheid van het ritsen landschap en van oude kustvlake in Suriname. Thesis. Wageningen. Pays-Bas.
- VEEN A.W.L. (1970). On geogenesis and pedogenesis in the old coastal plain of Surinam.
- Akademish Proefschrift. 176 p. Fysisch Geogrph. en Bodemkundig Laboratorium. Univ. of Amsterdam. The Netherlands
- VEERSTEEG A.H. The prehistory of the Young Coastal Plain of West Suriname.Ber. Rijksdienst Oudheidk. Bodemonderz, 35:653-750.
- WADSWORTH A. & PETIT M., 1987. Spot, un satellite pour l'océanographie? SPOT 1, utilisation des images, bilan, resultats: 1087 - 1094. Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). 1551 p. Paris.
- WONG T., 1986 Outline of the stratigraphy and the geological history of the Suriname coastal plain.Geol. en Mijnbouwn 65: 223-241, Martinus Nijhoff Publ. Dordrecht. Pays-Bas
- YAYER 1937 Compte-rendu de la mission pour l'établissement de la carte S.H.O.M. n° 5884 (région de Sinnamary).

Fig. 1 - Croquis: Plaines côtières de Sinnamary

Diagrammatical section of the coastal plain of Siinnamary

(modified from BARRUOL, 1959; MAZEAS, 1961. TURENNE, 1978)



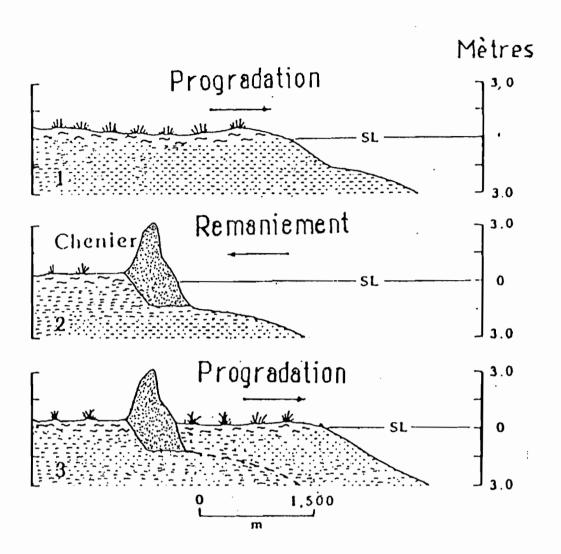


Fig. 2 - Modèle de formation d'une plaine à cheniers (HOYDT, 1969) Model of a chenier plain formation

Ride sableuse transgressive

Transgressive sandy ridge

Espace intertidal régressif de vase

Muddy regressive foreshore area

∰ Marais *Swamp*

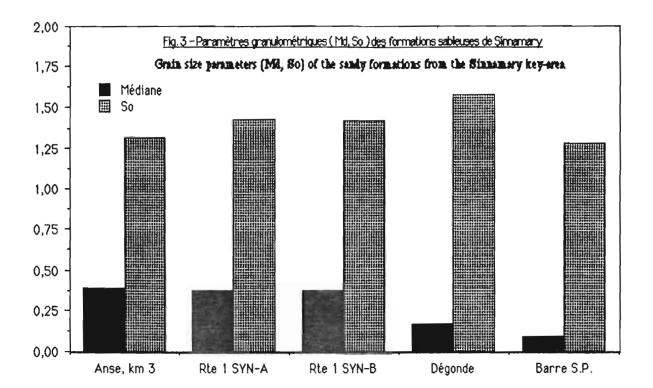
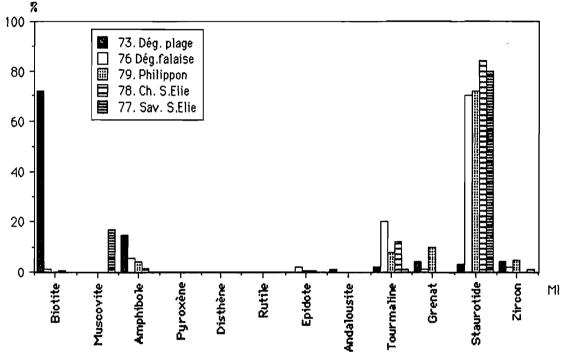
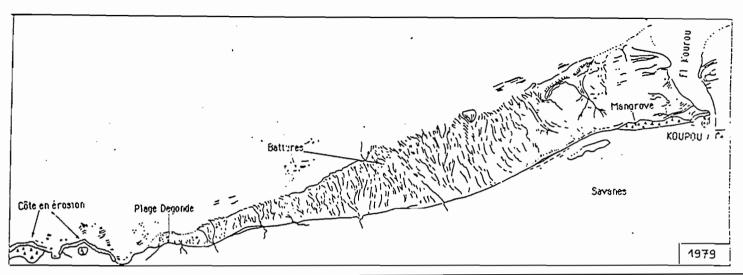
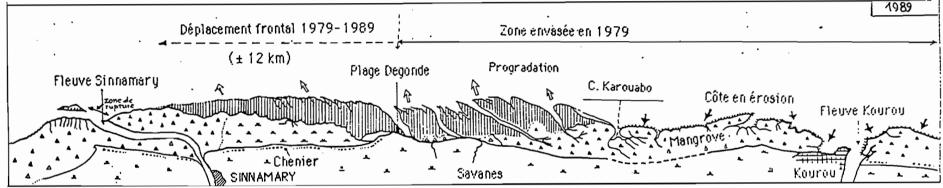


Fig. 4 - Minéraux lourds des formations sableuses de Sinnamary

Heavy minerals associations from the sandy formations from the Sinnamary key-area







Distance entre Kourou et Sinnamary : 45 km

Fig. 5 - Déplacement du banc de Kourou - Sinnamary entre octobre 1979 et septembre 1989. Northwestern migration of the Kourou-Sinnamary mudbank between 1979 and 1989.

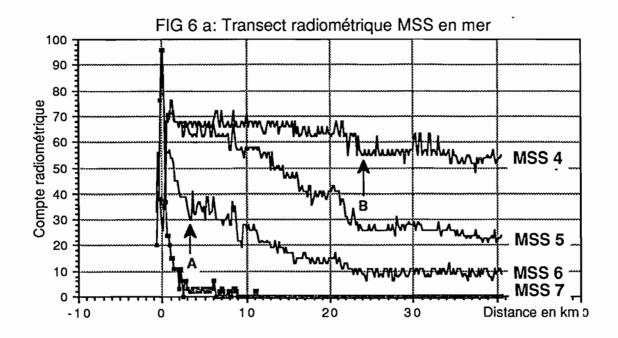
Le déplacement décennal du banc de Kourou-Sinnamary vers l'ouest est de l'ordre de 12 km.

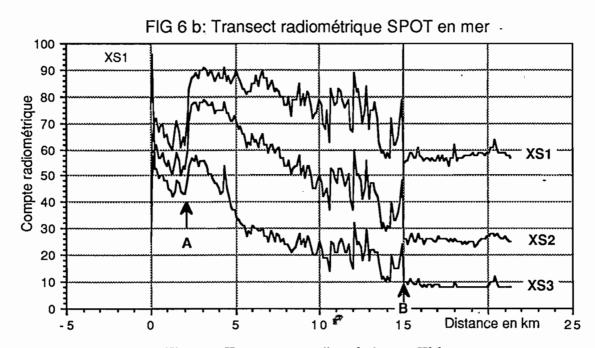
The northwestern migration of this mudbank is about 12 km.

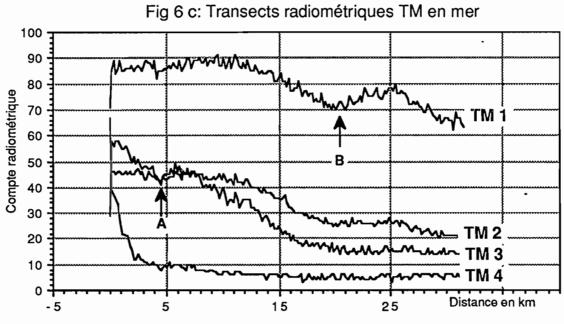
En 1979 l'envasement de la côte de Kourou est considérable et la progradation provoque l'allongement de l'estuaire. A présent, la situation est à l'opposé : la mangrove de front de mer recule entre les crique Macouria (à l'est de Kourou) et Karouabo (à l'ouest de Kourou). Le site de Kourou est en érosion.

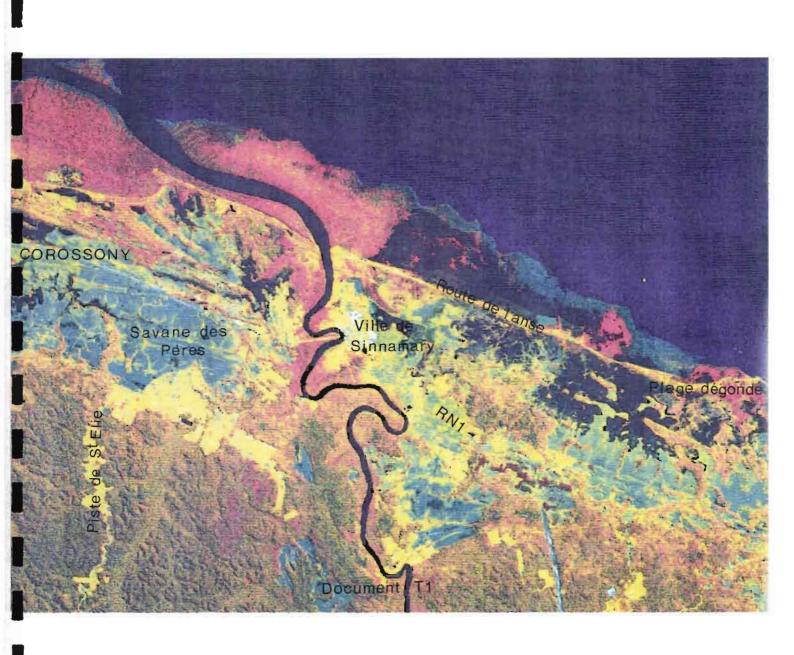
The coast of Kourou was occupied by a wide mudflat in 1979; the mouth of the Kourou River was deplaced to the west. Now, this area is undergoing erosion.

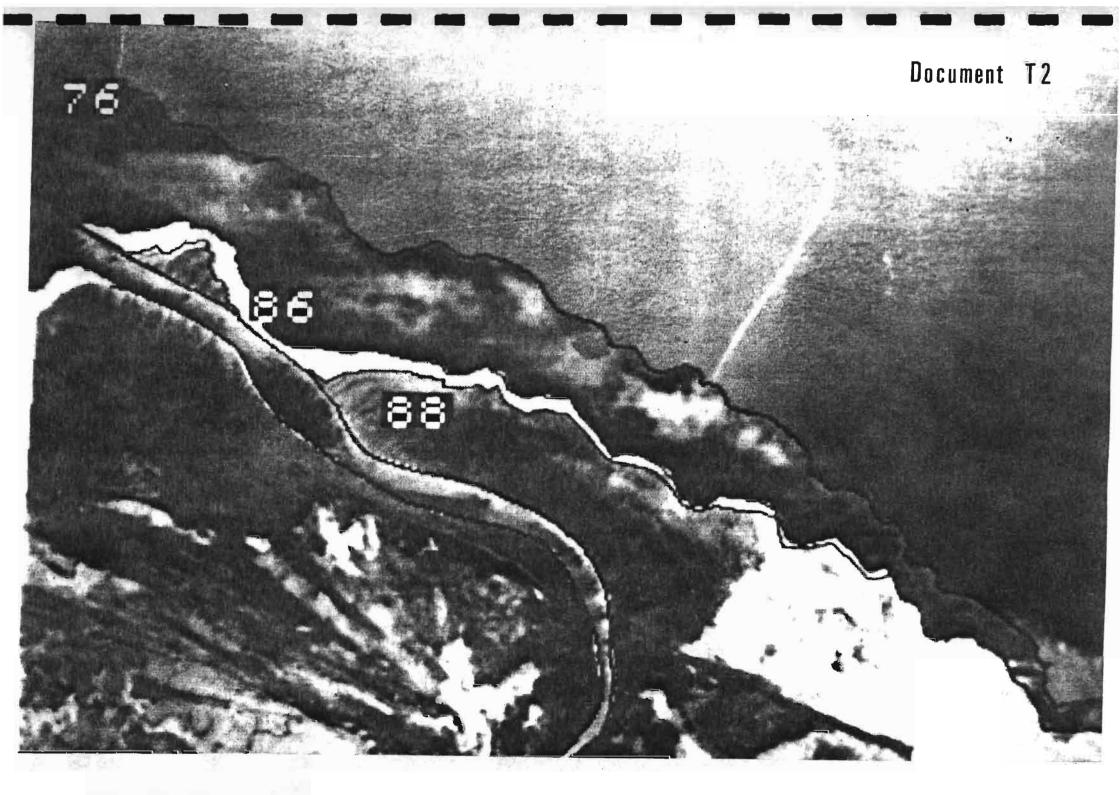
L'accretion est importante dans la partie frontale du banc (entre la plage Degonde et l'embouchure du fleuve Sinnamary). At present, the accretion's area is moreover located between the Degonde's beach and the mouth of the Sinnamary River, in the western part of the mudflat.

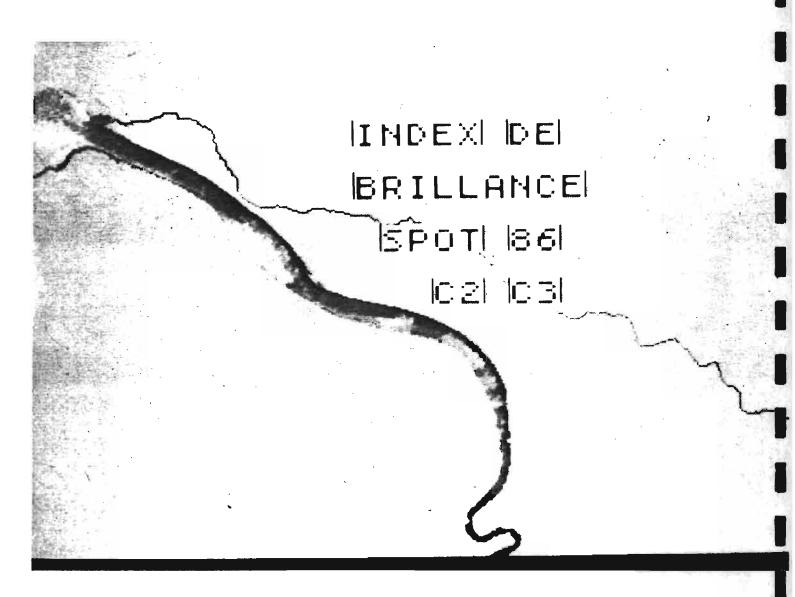








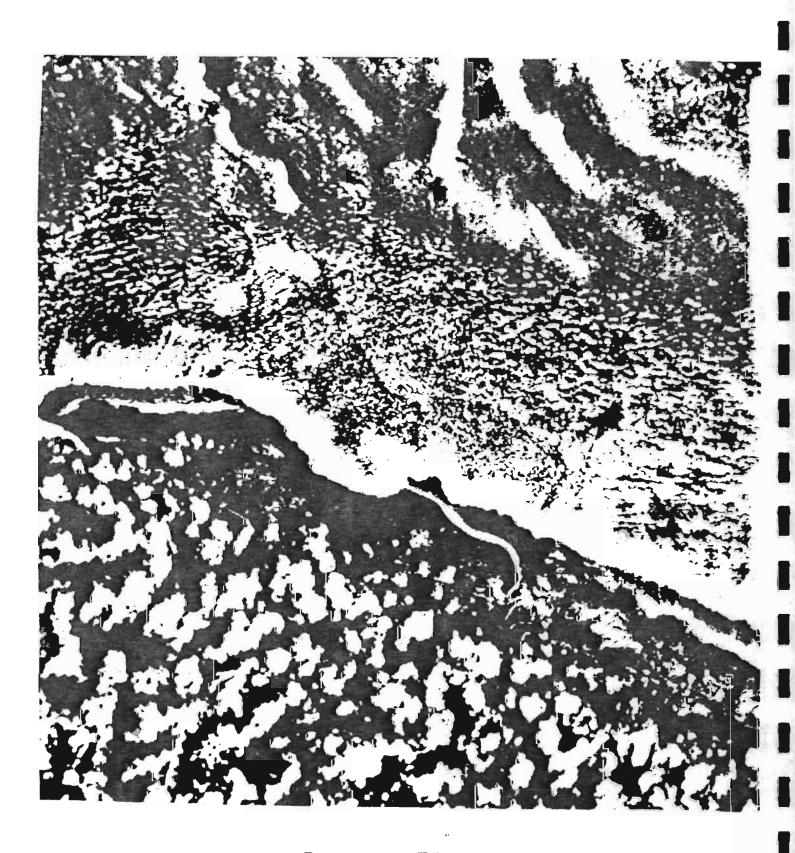




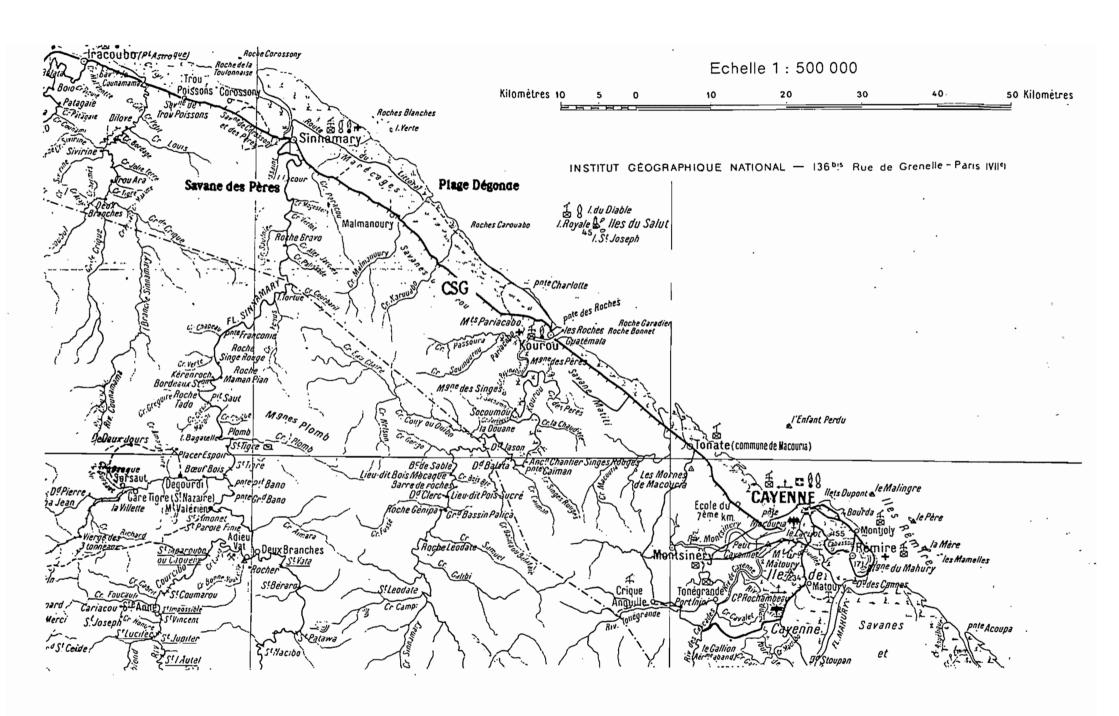
LANDSAT MSS76 4

Document T4

11



Document T5





BP 165 97323 Cayenne cedex



Symposium international sur l'évolution des Littoraux des Guyanes et de la zone caraïbe méridionale pendant le Quaternaire

(9-14 novembre 1990)

Guide de l'excursion B

(Les plaines de Kourou et de Sinnamary)