H85

Centre ORSTOM
de
CAYENNE
BP 165 - 97323

ARCHIVES

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE OUTRE-MER
Centre
O.R.S.T.O.M.
de Cayenne
B.P. 165
Département de la Guyane

219
MF
F

MORPHOLOGIE
et
HYDROLOGIE

d'un marais côtier équatorial :
La Savane SARCELLE

par
M. LOINTIER et M.T. PROST

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : B*9405 Ex : 1

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ORSTOM
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Fonds Documentaire ORSTOM
010009405

MORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE D'UN MARAIS COTIER EQUATORIAL : EXEMPLE DU MARAIS SARCELLE, EN GUYANE FRANCAISE

par LOINTIER, M. (*) et PROST, M.T. (**)

- RESUME -

L'étude des photos aériennes et de documents de Télédétection met en relief, sur les côtes des Guyanes, des vastes espaces amphibies qui constituent un trait majeur de la plaine côtière holocène. Situés en général derrière la mangrove de front de mer, ces milieux palustres sont entrecoupés par des savanes et sillonnés par des cordons sableux. Par leur position, par la nature de leur sédiment, par les dynamiques morphologique et hydrologique, ainsi que par la qualité des sols, ces milieux constituent une zone privilégiée d'action de processus marins et continentaux, processus auxquels se relie l'évolution même de ces espaces hydromorphes.

Bien que présentant une similitude d'aspects, ces terres basses inondées ou inondables ne sont pas les mêmes : il n'y a pas un milieu palustre mais des milieux palustres. C'est pourquoi il nous a paru nécessaire, avant toute autre démarche portant sur leur évolution récente, d'essayer de comprendre comment ces milieux fonctionnent actuellement : c'est une condition indispensable et préalable à tout travail à long terme.

Nous avons choisi comme zone d'étude le Marais Sarcelle, situé dans la région de MANA, au NW de la GUYANE française.

Après une brève présentation du cadre physique dans lequel s'inscrit le marais Sarcelle, l'analyse morphologique sera abordée en faisant ressortir les unités qui le composent. Complément indispensable àcette approche, on verra comment l'étude des mécanismes Hydrologiques, met en relief dans ce décor, une mise en scène originale de phénomènes dynamiques, à une échelle de temps comprise entre les cycles marins et saisonniers.

Cet environnement particulier qu'est le milieu palustre saumâtre a fait l'objet de mesures hydrologiques et hydrochimiques resserrées pendant l'année 1985.

Il apparaît deux unités distinctes :

- l'une, à chenaux de marée et à mangrove, subissant l'action dynamique de la mer et évoluant au rythme de l'océan : marée semi-diurne et cycle entre deux syzygies.

- l'autre, à vastes cuvettes et végétation basse de marais, essentiellement soumise à l'effet des pluies et de l'évaporation.

On se propose dans cet article de décrire les conditions actuelles de fonctionnement des deux domaines cités, en regard des rythmes saisonniers et marins qu'ils subissent. Ensuite, il sera étudié la "qualité" de la limite séparant ces deux zones, sur le plan de la mécanique d'échange entre les eaux marines et saumâtres, puis sous l'aspect de la qualité des eaux et de leur transformation au cours des saisons.

L'exploitation des documents sur ce marais, les reconnaissances de terrain ainsi que l'interprétation des mesures in situ, permettent d'aborder une esquisse de fonctionnement qualitatif de ce type de milieu.

Mots-clefs : Guyane française, Morphologie côtière, Hydrologie, Hydrochimie, Milieu paralique, Marais côtier, Dynamique des eaux, Marées.

---

* Hydrologue ORSTOM, Département "Ecosystèmes aquatiques"

** Géomorphologue, 3 Bd jubelin CAYENNE.

MORFOLOGIA E HIDROLOGIA DE AMBIENTES PALUSTRES COSTEIROS : EXEMPLO DO MARAIS SARCELLE, NA GUIANA FRANCÊSA.

- RESUMO -

A comparação de fotografias aéreas e os documentos de Sensoramento Remoto permitem de identificar, no litoral das Guianas, grandes ambientes palustres qui constituem um dos traços caracteristicos de baixada litorânea holocena. Situados em geral atras dos manguezais costeiros, estes ambientes são ocupados principalmente por savanas inundáveis nas quais desenham-se diversos sistemas de cordoes arenosos. Pela posição que ocupam na orla maritima, pela natureza dos seus sedimentos, pela dinamica morfológica e hidrológica que os caracterizam, estes ambientes costeiros constituem uma zona privilegiada de ação de processos marinhos e continentais, processos aos quais liga-se a evolução destes mesmos espaços.

Apesar de apresentar semelhança de aspectos, estas terras baixas inundadas ou inundáveis não são as mesmas : não há um ambiente palustre mas ambientes palustres. Por esta razão pareceu-nos importante e ùtil, antes de fazer outros estudos sobre sua evolução recente, de compreender como estes ambientes funcionam atuelmente : é uma condição preliminar indispensável aos trabalhos futuros.

Nosso estudo foi feito no Marais Sarcelle, situado na região de MANA, no NW da Guiana francêsa.

Apos uma curta apresentação do quadro físico no qual insere-se o Marais, será feita uma analise morfológica identificando as seqüências que o compõem.

Em seguida abordaremos o aspecto hidrológico. Com efeito, este ambiente palustre de aguas salôbras foi especialmente estudado em 1985 e hoje dispõe-se de dados quantitativos exatos sobre a hidrologia e a natureza química das aguas.

Duas unidades destacam-se :

- a primeira corresponde aos manguezais e aos canais de maré. Ela encontra-se sob a ação dinâmica do mar e evolue ao ritmo das marés : maré semi-diurna e ciclo de sizigia.

- a segunda é constituida por vastas depressões pouco profundas cobertas em grande parte por uma vegetação baixa e palustre. Ela evolue essencialmente em função das chuvas e da evaporação.

Propoe-se, neste trabalho, de descrever as condições atuais do funcionamento das duas unidades em função dos ritmos das estações do ano e dos ritmos marítimos. Em seguida, será estudada a "qualidade" do limite separando as duas unidades, seja no tocante ao mecanismo de intercâmbio entre águas marinhas e salôbras (evolução no espaco) seja no tocante a qualidade das aguas e sua transformação durante as estações (variação no tempo).

A análise dos documentos sobre o Marais, o trabalho de campo, assim como a interpretação das medidas "in loco", permitem de abordar o funcionamento qualitativo deste tipo de ambiente palustre costeiro.

Temas : Guiana francêsa, Morfologia costeira, Hidrologia, Química das aguas, Pântanos, Dinâmica das aguas, Marés.

INTRODUCTION

Tout au long des 300 km de côtes de GUYANE, il existe un domaine de transition entre les écosystèmes continentaux et le domaine océanique, couvrant plus de 1000 km2. Ces milieux paraliques, sont de vastes marais d'eau douce ou saumâtre, qui se sont développés entre le cordon sableux qualifié "d'ancien" supportant route et agglomérations, et la ligne de rivage. Large de 3 à 4 km, cette zone - composée d'argiles marines - est envahie par des espaces amphibies couverts d'une végétation herbacée d'eau douce ou par la mangrove de front de mer essentiellement à palétuviers blancs (Avicennia sp.).

Le milieu lagunaire côtier est en fait un assemblage de plusieurs unités morphologiques dont l'extension relative et l'existence sont conditionnés par l'hydrodynamique côtière et les conditions Hydro-climatique

En réunissant "l'oeil" de deux spécialités -Géomorphologie et Hydrologie - nous allons voir comment l'on peut mettre en relief certains aspects qualitatifs du fonctionnement de ces écosystèmes, à travers l'examen d'un marais côtier situé dans la région de MANA : le marais Sarcelle.

Une première étude, réalisée en 1972 par M. ROSSIGNOL, faisait déjà clairement apparaître l'existence de deux milieux interdépendants et dont l'évolution semblait très sensible aux conditons océaniques du moment.

A la description morphologique s'ajoute la collecte des mesures in situ qui font apparaître, dans un contexte climatique et océanique mieux connu, la permanence des unités, tout en précisant les grandeurs physiques qui les animent. Définir la nature et la qualité des artères, leurs fonctions et les "limites" hydrologiques des domaines "marins" et saumâtre, c'est aussi comprendre les mécanismes d'échange entre ces milieux et leur relation avec l'océan.

A partir de ces observations nous pouvons élaborer une esquisse de fonctionnement qualitatif du marais et définir dans le cadre de l'évolution morphologique de la région, une "sensibilité" de ces domaines face aux modifications, même mineures, de certains seuils. Nous discuterons ensuite des divers aspects évolutifs, déjà observés soit par le passé, soit plus récemment, que peuvent présenter sous certaines conditions, ce milieu sub-côtier.

I LE CADRE PHYSIQUE

REGIME CLIMATIQUE

La GUYANE française, située dans la zone équatoriale de l'hémisphère nord (latitude 2 à 5°) se trouve sous l'influence de la circulation atmosphérique de direction générale Est-Ouest. Le territoire est donc alternativement, selon l'époque de l'année, sous le flux des alizés de Nord-Est et de Sud-Est. Le lieu de rencontre de ces deux alizés, (zone intertropicale de convergence) remonte du Sud vers le Nord d'avril à juillet et redescend en décembre - janvier vers l'hémisphère Sud, provoquant durant ces périodes de fréquentes et fortes averses. On y observe deux saisons des pluies dont la plus ébondante est située au mois de mai, comme en témoigne l'observation des écoulements des fleuves.

La température moyenne est de 26°C et demeure assez constante dans l'année avec des variations journalières de la température de l'air comprises entre 22 et 32°C.

L'humidité moyenne sur la côte est de 85%, la moyenne des maxima et minima se situant vers 70%. Au cours de l'année, c'est au mois d'octobre que l'on enregistre l'humidité la plus basse. Cette période correspond à la "saison sèche" et également aux étiages les plus marqués de l'année pour l'ensemble des cours d'eau.

La nébulosité est d'une valeur moyenne (5,1 octas) proche de celle observée dans les îles des Antilles (MARTINIQUE 4,4 octas) ; l'ensoleillement est donc important et ses effets sur les nappes d'eau libre des marais côtiers vont entraîner une forte évaporation et une élévation de la température des plans d'eaux de faible profondeur (jusqu'à 35-37°).

La région de MANA - St LAURENT présente une originalité certaine par ces conditions climatiques plus contrastées. En effet c'est le seul secteur, sur toute la côte guyanaise où les valeurs de l'évaporation sont les plus fortes, de l'ordre de 900 mm/an (valeur moyenne pour la GUYANE 300 à 400 mm/an).

A l'ensoleillement moyen de 2100 h/an (soit 5,8 h par jour) s'ajoute un régime stable de vents d'Est à NE dont la vitesse moyenne annuelle est de 2,5 m/s. Ainsi, sans vents très forts et encore moins sans tornades violentes connues dans les Caraïbes, cette zone a une régularité des vents remarquable. Ces conditions sont importantes pour comprendre l'évolution saisonnière et annuelle que peuvent subir ces milieux côtiers.

Facteur important, la pluviométrie dans la région de MANA est beaucoup plus faible que dans les autres régions côtières. La moyenne interannuelle est de 1900 mm. Le maximum mensuel se rencontre en mai et les

deux minima annuels en mars, puis en octobre pour le plus accentué. La répartition spatiale des pluies est homogène durant ces deux périodes à forte pluviométrie.

Un autre système, à tendance plus orageuse leur succède entraînant une répartition spatiale beaucoup plus hétérogène pendant les saisons "sèches".

Le climat de la région de MANA apparaît donc comme original, non seulement pour l'ensemble du littoral guyanais, mais aussi pour une région équatoriale. Il s'approcherait des conditions climatiques décrites par MARIUS, et al. (1985) pour le GABON. Dès lors, nous verrons l'évolution particulière des paysages à l'intérieur du marais sous ce type de climat.

LES EAUX DE GUYANE

Les analyses d'eau montrent une composition chimique identique pour les grands fleuves qui sillonnent le pays. Les concentrations ioniques sont toujours assez stables. Le sodium et le chlore représentent 70% de la teneur ionique globale qui a une moyenne de 10 mg/l. Les autres ions (Mg^{++}, Ca^{++}, K^{+}, Fe^{3+}, SO_4^{--}, NO_3^{-}) ne dépassent pas 1 mg/l de concentration.

D'une façon générale, et tout le long de l'année, ces valeurs sont constantes.

La silice dissoute est une quantité relativement constante avec une teneur moyenne de 10 mg/l.

On voit donc que les eaux sont faiblement minéralisées. De même la charge en suspension est extrêmement faible et ne dépasse pas 10 mg/l.

Des mesures réalisées sur le fleuve SINNAMARY (6500 km2 de bassin versant et 260 m3/s de module annuel) montrent qu'il est charrié 123.000 tonnes par an de sédiments, (FRITSCH 1984) qui, s'ils étaient entièrement répartis sur la surface de l'estuaire formeraient un dépôt de 1 à 2 cm d'épaisseur.

Le pH des eaux des fleuves mesuré in situ, sur le MARONI, la MANA, le SINNAMARY et l'APPROUAGUE est en moyenne de 6 unités pH (Annuaire Hydrologique de GUYANE). Ces eaux sont donc acides et leur rencontre dans les estuaires et au voisinage des côtes avec les eaux marines constitue un milieu tamponné (L.R. LAFOND, 1967).

L'énergie mécanique développée par les fleuves est insuffisante pour assurer un transport important des particules. On observe d'ailleurs que le lit des estuaires est envahi par les vases d'origine marines. L'influence amazonienne est donc prépondérante (JANTET 82) dans l'origine des éléments constituant la côte de GUYANE.

Les vitesses sont faibles (inférieures à 1 m/s en moyenne) les pentes des plans d'eau également (0,03 m/km) ayant pour conséquence la formation de nombreux méandres.

L'influence essentielle de ces apports fluviaux est de diluer les eaux marines surtout en saison des pluies abaissant ainsi dans de fortes proportions la salinité et repoussant même dans certaines conditions météorologiques les eaux de mer au large.

Ces phénomènes d'échelle kilométrique et s'étendant sur l'ensemble de la côte vont rentrer en résonnance ou non avec l'évolution des plans d'eau sub-côtiers. Dans la région de MANA, nous l'avons vu, la pluviométrie est "faible" et l'évaporation forte, il faut donc ajouter un nouvel élément au contexte sub-littoral, qui sera le remplissage de ces zones, par le jeu des marées océaniques, avec des eaux marines en saison sèche, et saumâtres en saison des pluies.

L'ENVIRONNEMENT OCEANIQUE

Fréquentées par un courant marin allant d'Ouest en Est, les côtes sont soumises en même temps à l'action des vagues de direction moyenne Nord-Est, d'amplitude 0,4 à 1,4 m. (DEMERA coastal inv. 1962) et à l'action mécanique de la marée dont l'amplitude moyenne est de 2 mètres. La marée est de type semi-diurne et conserve ses propriétés tout le long du littoral.

Non loin de l'embouchure des petits émissaires du marais de MANA les mesures chimiques en mer montrent, par rapport à la composition des eaux de mer moyennes (SVERDRUP et al.) les caractères suivants :

- Un pH au-dessus de 7 unités

- Un rapport Na + K / Ca + Mg oscillant, pour les mesures réparties sur sept mois, autour de 5,6 à 6,6. Ceci montre qu'en première approche. les eaux marines conservent leur propriétés et sont diluées par des eaux douces provenant, comme nous l'avons vu, des apports fluviaux.

- La dilution est maximale en juin, c'est-à-dire pendant la saison des pluies et les teneurs en NaCl peuvent descendre à 60% des valeurs nominales. Par contre en septembre et jusqu'en novembre on constate une légère sursalure (105% par rapport aux analyses de référence (fig. 1). Ce phénomène est beaucoup moins important que la dilution et certainement dû à l'évaporation des eaux marines sous une faible tranche d'eau, à proximité de la côte, pendant la saison sèche.

LES GRANDS TRAITS MORPHOLOGIQUES DU MARAIS DE MANA

Une coupe schématique (fig. 2) orientée Sud-Nord, nous permet de distinguer les unités suivantes :

- un cordon sableux, dit "ancien" constitué de sables fins, jaunâtres, couvert par la forêt mixte dense

- un marais d'eau douce, domaine d'une végétation palustre constituée par des Typhacées, graminées, fougères et arbrisseaux. Le sol

est composé d'argiles marines dessalées. C'est cet espace qui a été choisi pour l'implantation de l'activité rizicole.

- le cordon littoral "récent" à sables grossiers. Cette unité constitue une séparation entre la prairie marécageuse d'eau douce et l'étang littoral ou marais saumâtre.

- un marais saumâtre, de faible profondeur et partiellement envahi par la mangrove sur ses limites Nord, (5 à 30 cm d'eau). La végétation est essentiellement composée de lentilles d'eau, d'algues (Ruppiacée en saison des pluies) et de palétuviers.

- cordon littoral actuel, à sables grossiers traversé par les petits émissaires du marais et recouvert de jeunes Avicennia.

- haute et basse slikke composée de vase meuble reprise sans cesse par les courants, et les phénomènes d'accrétion et de sédimentation. Cet ensemble est recouvert d'une faible tranche d'eau de mer aux pleines-mer (20 à 50 cm) et s'étend au large jusqu'à deux kilomètres du cordon actuel.

Il existe une séquence morphologique bien marquée, qui se définit autour des accumulations sableuses formant les cordons dits "anciens", "récents" et "actuels", séparant des accumulations de sédiments fins qui correspondent aux deux zones marécageuses.

II HYDROLOGIE DU MARAIS DE MANA

CARACTERISTIQUES :

Le marais de MANA ou Savane Sarcelle est un vaste ensemble de 5600 hectares dont 1000 Hectares ont été mis en culture de riz irrigué (cf. carte 1).

Le marais s'étend sur 20 km dans la direction Est-Ouest et 4 km dans le sens Nord-Sud.

Ses limites naturelles sont constituées par la rive droite du fleuve MANA au Sud, et par le cordon sableux "actuel" marquant la ligne de rivage, au Nord. Depuis 1972, la construction d'un canal, désormais inclus dans la rizière et devenu trait d'union entre la route et la partie marécageuse, en arrière du cordon littoral, a perturbé l'ensemble continu que formaient ces marais sub-littoraux.

Les limites, imposées par l'action anthropique, sont, à l'Ouest, le canal (nommé SODALG) dont la partie Nord est en communication avec la mer et, au Sud du marais lui-même, le canal de drainage de la rizière.

Au coeur du marais, place est laissée à plusieurs surfaces d'eau libre, chacune se prolongeant sous les palétuviers. Le plan d'eau majeur et central a une superficie de 450 hectares. On y trouve en saison des pluies la végétation aquatique à lentille d'eau et algues, et des îlots isolés d'Avicennia et de graminées (Sesuvium). La profondeur moyenne mesurée était de 20 à 25 cm en juillet 85

LES ARTERES

On distinguera deux dispositifs distincts assurant l'entrée et la sortie des eaux sous l'effet de l'onde de marée. De là, nous définirons, par la suite, les deux types de milieu qui y sont afférents.

- Le premier dispositif alimente en eaux marines des zones recouvertes de mangroves : ce sont les chenaux de marée du Goulet et d'Amarante qui permettent, à presque toutes les marées, l'intrusion d'eau d'origine océanique et la vidange de ces mêmes eaux. Pour chaque chenal, Goulet et Amarante, et à proximité de l'exutoire, correspond une zone de palétuviers morts (respectivement 35 et 70 hectares de superficie).

Le fonctionnement de ces deux chenaux est identique, seul diffère la surface de leur "bassin versant" terme temporaire dans un cycle de marée. L'un et l'autre possèdent un bras latéral en rive gauche qui assure la vidange de zones de mangroves qui ne semblent pas touchées par les eaux marines. A Amarante, ce petit chenal remonte jusqu'au coeur même du marais. En fin de jusant on a d'ailleurs noté une différence de couleur des eaux qui indiquait que leur provenance était différente des eaux du bras principal.

Ce petit affluent nommée crique* Emilie assure la vidange du plan d'eau principal du marais à la basse mer, sillonnant la mangrove située en arrière du cordon littoral actuel. A cette fonction, s'ajoute celle de chenal à marée qui assure l'inondation par les eaux marines des zones de mangrove, essentiellement pendant les périodes de vives-eaux. Les prospections ont montré que ces eaux marines n'atteignent pas le plan d'eau saumâtre du marais principal, dans les conditions de nos observations, c'est-à-dire en saison des pluies pendant laquelle la "fonction vidange" est effective.

A ceci il faut ajouter que la nature des sections de ces chenaux à marée est toujour proche d'un profil en U.

- Le second dispositif, qui se résume à une "artère", prend naissance dans le fleuve MANA, au droit de la ville, c'est-à-dire à une vingtaine de kilomètres de l'embouchure du fleuve. Il s'agit d'une petite crique nommée Condillac qui serpente dans la mangrove située au-delà de la berge droite du fleuve. Elle rejoint, par l'intermédiaire d'un seuil topographique situé à mi-parcours, un des bras du chenal à marée d'Amarante.

L'eau pénétrant dans cette artère est celle du fleuve MANA. A cet endroit l'onde de la marée se fait encore fortement sentir ce qui favorise une intrusion d'eau de fleuve vers l'intérieur du marais, particulièrement en période de vives eaux. Cette crique apparaît donc comme un chenal à marée, mais cet aspect est simplement mécanique, puisque les eaux sont très peu salées. Par ailleurs, la morphologie est différente : Une section de cette crique ne montre plus le profil en U rencontré dans les autres chenaux, mais un profil plus adouci rencontré dans les rivières.

Il existe ainsi deux dispositifs favorisant les sorties et peut-être les entrées d'eau dans le marais saumâtre, dispositifs qui sont le reflet de

* En GUYANE, crique désigne une petite rivière

deux milieux différents. Le premier que l'on pourrait qualifier de purement "marin" à proximité des émissaires et qui évolue sous l'action de la marée et offrant une "perméabilité" océanique. L'autre, que l'on qualifie de marais saumâtre et qui évolue sous l'action d'eaux plus douces (celles de la MANA) et surtout en fonction du régime pluviométrique.

HYDROMETRIE

La compréhension de certains phénomènes originaux, comme la décadence de la mangrove proche des émissaires ou bien l'aspect de tanne herbacé ou sec observé dans le marais saumâtre, nécessite une connaissance détaillée des mécanismes hydrologiques : cycle de la marée aux émissaires, débits, volumes oscillants, et nivellements... dans la vase.

. Flot et jusant à un exutoire : Amarante

La superposition des mesures de hauteurs d'eau sur les enregistrements des vitesses faites à partir d'un moulinet à génératrice permettent de saisir les mouvements des masses d'eau (fig. 3). Dès l'arrivée du flot le courant s'annule en 5 minutes environ et les vitesses de fond deviennent irrégulières. Les durées de flot sont de l'ordre de trois à quatres heures par marée. Les vitesses de surface sont de l'ordre de 1,2 m/s en vives eaux et de 0,5 M/s en mortes-eaux. Pour certaines parties de la section, les valeurs identiques ont été mesurées au fond et à mi-profondeur. Les durées de jusant sont comprises en général entre 8 et 9 heures, parfois 10 heures en mortes-eaux. (fig. 3)

Les vitesses de jusant sont inférieures à celles du flot(0,5 à 0,6 m/s au fond, 1 m/s en surface, en vives-eaux) et surtout beaucoup plus constantes. La figure 3, par les conditions pratiques de mesure, montre les vitesses moyennes de jusant et les vitesses de fond au flot.

On observe la régularité de la vidange des chenaux et des surfaces inondées sous la mangrove, après une mise en mouvement de la masse d'eau qui dure environ 1h30 (fig. 3).

. Cycle de débits oscillants. Débits moyens en l'absence de pluie

A l'exutoire principal, un jaugeage en continu, par verticales indépendantes permet une évaluation précise des débits. Un exemple saisi en période de vives eaux (fig. 4) montre que les "pointes" de débit peuvent atteindre 60 m3/s à Amarante, alors qu'au jusant le débit ne dépasse pas 15 m3/s.

En mortes eaux, la cote d'étale de pleine mer remonte de 20, à 30 cm le plan d'eau de l'exutoire et les débits de flots sont très faibles.

En jusant, le débit moyen mesuré à Amarante oscille entre 4,5 et 0,8 m3/s pendant un cycle de vives et mortes-eaux.

Au vu des mesures réalisées aussi sur la crique Emilie, au Goulet, et à Condillac, on voit le rôle primordial dans le fonctionnement actuel que prend la crique Amarante dont le débit moyen est de 6,0 m3/s en jusant pendant

les périodes de vives eaux alors qu'il n'est que de 2 m3/s au Goulet, et atteind 1 m3/s en moyenne à la crique Emilie et à Condillac.

Au cours de ces mesures, il a été noté des modifications assez importantes après chaque marée du profil de la section de jaugeage. Des dépôts et des reprises de bancs de sable ou de vase d'une épaisseur de 10 à 20 cm ont été observés. Ce milieu est donc dynamique et en remaniement permanent par la mer.

. Volumes oscillants à Amarante

Les courbes de débits oscillants fournissent par planimétrage les volumes entrants et sortants. En vives-eaux, on constate que le volume de flot entrant dans le marais est deux fois plus important que le volume de jusant. Par exemple, sur le cycle de la figure 3 la seconde marée introduit 400.000 m3 pendant le flot et il est évacué 190.000 m3 pendant le jusant.

Il y a donc "stockage" d'eau océanique pendant les vives eaux. Par contre, en mortes-eaux le phénomène s'inverse mais les volumes évacués sont à peine supérieurs à ceux introduits par le flot (60.000 m3 pour un jusant et 50.000 m3 pour un flot à Amarante). Quel est est alors le processus de circulation de ces eaux marines ?

Le phénomène d'introduction d'eau océanique par débordement sous la mangrove du marais se produit pendant 7 Jours en pleine lune et 5 jours en moyenne en nouvelle lune, correspondant aux vives eaux. A titre d'hypothèse, si l'on répartit le volume retenu pendant une forte marée, sur une surface obtenue en inscrivant dans une enveloppe toutes les "têtes" des chenaux de marée on obtient une lame d'eau de 10 cm de hauteur.

C'est ce qui a été mesuré lors des prospections dans cette zone du marais, que nous avons déjà qualifié de "marine". Par ailleurs, la permanence d'une importante quantité d'eau dans les chenaux, pendant une basse mer de vive eau, montre que ces émissaires ne permettent pas l'évacuation totale par gravité vers la mer du volume introduit par le flot. Les circulations d'eau sous la mangrove sont aussi considérablement ralenties par l'importante surface couverte par les pneumatophores des Avicennia.

Une part de ces eaux océaniques est ainsi absorbée par la mangrove pendant quelques jours, auquel s'ajoutera un processus d'évaporation, probablement assez faible sous ce couvert végétal important et absent de ventilation naturelle coupée par la mangrove de front de mer. Les eaux excédentaires vont ensuite regagner la mer pendant la période de mortes-eaux (14 à 15 Jours pour Amarante).

Il n'y a donc pas - dans le système observé en 1985 - d'intrusion d'eau océanique dans <u>l'ensemble du marais</u> saumâtre, la mangrove du domaine "marin" ralentissant les circulations naturelles.

. Mesures des hauteurs d'eau. Leur utilisation dans la détermination des altitudes des bancs de vase.

L'enregistrement des hauteurs d'eau avec le système électronique CHLOE à sonde piézo-résistive fournit une précision du demi-centimètre.

L'enregistrement, pendant plusieurs mois, des cotes du niveau des eaux, aux deux émissaires du marais a permis de réaliser une mesure relative des altitudes des plans d'eau et leur calage absolu, par rapport au zéro marin.

En dépouillant les informations de hauteur d'eau au pas de temps journalier et sur une longue période on peut séparer la composante appartenant à la marée océanique, de l'écoulement naturel des eaux du marais vers la mer (fig. 5). L'étale de pleine mer, qui dure environ trente minutes permet un "nivellement" des échelles à marée disposées aux deux émissaires distants de trois kilomètres.

On détermine ainsi, qu'en fin de jusant, les plans d'eau du Goulet et d'Amarante qui présentent les mêmes oscillations dans le temps, sont à des altitudes différentes. Le plan d'eau du Goulet se trouve 50 cm plus haut que celui d'Amarante. Les bancs de vase situés sur la haute slikke des émissaires sont à la même cote que ces plans d'eau, on peut donc ainsi montrer que l'envasement de cette zone maritime s'effectue avec d'importantes différences altimétriques, le long du littoral. En admettant que la pente soit constante entre ces deux bancs, celle-ci a une valeur de 0,17 m par kilomètre dans une direction parallèle à la ligne de rivage.

Une superposition des cotes d'étale de pleine mer enregistrées, avec celle prédites par le service Hydrographique pour les côtes de GUYANE conduit au rattachement des niveaux mesurés au "zéro marin" (fig. 6).

La précision des superpositions est de ± deux centimètres, ce qui nous a semblé amplement suffisant pour ce type d'étude.

On détermine ainsi que le plan d'eau de l'exutoire Amarante se situe autour du niveau marin moyen. Il en va de même pour les bancs de vase déposés devant les exutoires. La cote du banc Amarante - pendant la période de mesure - était autour de 1,90 m au-dessus du zéro marin et celle du banc du Goulet autour de 2,40 m.

Le nivellement du cordon sableux actuel et son rattachement à l'échelle à marée d'Amarante montre que son altitude maximale au-dessus du zéro marin est à 3,80 m. La vasière où se trouvent les palétuviers morts en arrière du cordon actuel, est à la cote 2,80 m. (fig. 6)

Nous constatons ainsi une différence altimétrique importante entre les bancs de vase de la haute slikke, au droit des deux émissaires du marais. Par ailleurs, l'altitude des vasières du marais et celle du sommet du cordon sableux "actuel" met en relief la "sensibilité" de ces milieux paraliques face aux variations relatives, même d'ordre centimétriques, au niveau de la mer (cote maximale en vives eaux : 3,40 m).

Il semble hors de doute que le grand ensemble formé par le marais Sarcelle, dans sa partie située au Nord de la rizière est de formation très récente. Les photographies aériennes de 1950 et 1955 mettent en relief un espace amphibie situé entre les cordons sableux "sub-actuels" et "récents" et le cordon "actuel" de la ligne de rivage.

Nous venons de voir que l'Hydrologie du marais est complexe devant les rythmes marins qui entretiennent une dynamique importante. Mais quelle est la part de la pluviométrie dans "la vie intérieure" du marais saumâtre ?

Un pluviomètre , placé en arrière de la mangrove de front de mer, permet d'enregistrer la pluviométrie journalière. Celle-ci, comparée à la cote du plan d'eau d'un émissaire (après filtrage de la composante de la marée océanique) explique des variations du plan d'eau (fig. 7) observées notamment les 13 et 21 avril 85 et les 4-7 mai, par exemple. Dans le premier cas, on reconnaît, après une forte pluie, une crue du bassin-versant de l'émissaire, d'autant que la première crue se produit en mortes-eaux. Dans le second cas, en mai, la réponse du plan d'eau est uniquement due à l'impulsion océanique qui "masque" l'effet d'une pluie de 30 mm qui se produit pendant la même période.

En analysant ce type de document on s'aperçoit que les crues observables sont déclenchées par des averses supérieures à 30 mm (en 24 heures) en vives eaux de nouvelle lune, et 45-50 mm pour les vives eaux de pleine lune.

Par ailleurs, nous avons vu que le pouvoir"hydraulique d'évacuation" de l'émissaire principal était de l'ordre de 200 000 m3 en 10 heures.

L'étude de la crue du 13 avril apporte des renseignements sur la dynamique des circulations : en regard de la surface du bassin-versant, le volume d'eau correspondant aurait pu être évacué en une demi-journée. La crue ayant une durée de presque 3 Jours on peut penser qu'elle est soutenue par un apport extérieur aux limites définies. Il est donc probable que dans ce cas, on assiste à une vidange soutenue, d'une part, par le petit émissaire du marais (Emilie), mais aussi par une circulation latérale des eaux du marais saumâtre vers le domaine des chenaux à marée, ce phénomène - étudié à dessein en mortes eaux - est moins sensible en vives eaux puisque - nous l'avons vu - il y a stockage d'eau marine dans la partie "bassin-versant" des émissaires c'est pourquoi, la crue apparaît, dans ce cas, pour des pluies plus fortes.

De même, la petite crique Condillac pourrait assurer le rôle de collecteur d'eau lorsque les circulations latérales se manifestent, mais son rôle est mineur, du fait de la lenteur des circulations sous la mangrove, et de sa petite dimension.

Pour des averses supérieures à un seuil que l'on peut situer vers 40-50 mm, la limite entre les deux domaines saumâtres et marin devient perméable dans le sens marais-mer. Ces éléments appuient l'observation de terrain qui montraient par l'aspect des vases, et la végétation l'existence de deux domaines très différents et pérennes. Les mesures hydrométriques permettent de préciser les relations hydrauliques entre ces deux zones dont le contact est une limite "imperméable" sauf dans le cas de fortes averses (supérieures à 50 mm) pour lesquelles il y a un transit des eaux vers les chenaux à marée, puis vers la mer.

Dans ces conditions, on peut donc se demander d'où provient la salure des eaux du marais saumâtre ?

. Les analyses chimiques des eaux de la cuvette saumêtre font apparaître des concentrations chlorurées sodiques de 5 g/l en moyenne pendant la saison des pluies. Avec l'évaporation, la température de ces eaux étant voisines de 32°C, on assiste à une augmentation de cette valeur pendant la saison sèche, des conditons de sursalure (35 g/l de NaCl) s'étant même présentées en novembre 85 dans certaines petites mares. Toute l'évolution du marais saumâtre va donc être conditonnée par la répartition temporelle des pluies de saison sèche. Dans un cas extrême et ceci a été observé en 1969 et 1982, il peut y avoir assèchement complet et apparition du Tanne sec.

L'origine saumâtre d'un tel système ne peut être comprise - dans les conditions observées en 1985 - qu'en évoquant la présence de sel contenu dans les argiles marines du sol. Le lessivage de ces sels par les eaux pluviales est lent et dominé, de surcroît, par un effet de seuil lié aux pluies au-dessous duquel le marais saumâtre demeure presque endoréïque.

Les conditons pluviométriques d'une saison sèche peuvent conduire le marais saumâtre à évoluer temporairement vers le tanne sec. Il a été observé (82) dans ce cas une pellicule de sel mélangée aux argiles de surface avec présence de fentes de dessication. On peut donc se demander, dans ces conditions particulièrement extrêmes, si, les eaux océaniques légèrement sursalées de surcroît pendant cette période, peuvent alimenter ce domaine pendant les quelques jours d'un cycle de vives eaux. Toutefois, cet apport de sel marin ne se produirait qu'une fois lors de l'assèchement, dont la récurrence semble pluriannuelle. Bien que rapide, ce phénomène conduirait à une intrusion importante de sel, ayant des conséquences écologiques intenses.

III DISCUSSION

L'analyse hydrologique conduit à distinguer deux milieux du marais saumâtre déjà évoqués par BLANCANEAUX (81), l'un à invasion marine périodique et l'autre dominante saumâtre (fig. 8).

- Le premier, "marin", est localisé, et son extension géographiquement réduite. Il coïncide, grosso modo, avec les cours sub-littoraux des criques (Amarante, Goulet). Il a une perméabilité océanique très forte, parcouru régulièrement par les marées. Sur les photos aériennes il se traduit par un chevelu de chenaux de marée à profil en U et par les taches de palétuviers morts à décadents.

Pendant les périodes de jusant son fonctionnement se rapproche du "bassin-versant" ; pendant le flot, de courte durée, il y a en revanche débordement des eaux marines dans tout le secteur, avec un stockage provisoire des eaux.

Ce système expliquerait peut-être la décadence et la mort rapide des grands palétuviers adultes situés à la proximité de l'exutoire, en arrière du cordon sableux actuel.

M. BOYE (62) y voit l'effet résultant d'une dessalure du sol. Nous pensons que la proximité océanique, contrairement à ce que l'on attend, irait dans le même sens. En effet, la courte durée du flot (3-4 heures), et surtout la dimension importante à cet endroit des deux chenaux de marée ne permet pas d'assurer une stabilité chimique et mécanique que l'on rencontre plus en amont. En flot, les vitesses sont élevées et provoqueraient un lessivage périodique de la vase. Il y aurait en quelque sorte "asphixie mécanique" par la marée.

- Le deuxième milieu, est "sub-littoral saumâtre", avec des eaux moyennement salées et riches en acides humiques. Ce milieu, spatialement le plus étendu est représenté par la grande cuvette centrale du marais.

Au contraire du milieu "marin", ici, la circulation des eaux est pratiquement nulle ; la vidange, assurée par les émissaires de faible importance, est très lente.

De même, la petite crique se jetant dans le fleuve MANA n'a que de faibles possibilités d'évacuation et d'apports qui, par ailleurs, sont des eaux de fleuves soustraites de l'influence du coin salé oscillant dans l'estuaire. (LOINTIER M. 84)

La limite entre les deux domaines est tranchée : il n'y a pas d'intrusion d'eau marine dans les cuvettes saumâtres.

Cette limite n'est plus imperméable, par contre, au moment des averses supérieures à 30-50 mm : les débordement du marais saumâtre viennent alimenter le chevelu de chenaux qui assurerait un écoulement lent des eaux vers la mer. Donc, à ce moment-là - et seulement dans ces conditions - une connexion s'établit à sens unique, l'alimentation par débordement s'établissant de la cuvette vers le chevelu des chenaux de marée, c'est-à-dire, du domaine "saumâtre" vers le domaine "marin". Cette première constatation est importante et contraire au fonctionnement qu'il serait logique d'attendre de la mer vers le marais.

Dans ces circonstances, comment expliquer la sursalure du marais sub-littoral?... Nous sommes convaincus que ce phénomène est lié aux sols, formés par des argiles marines salées. Or, ces sols ont évolué, eux-mêmes, en fonction des phases d'envasement et de dévasement que, depuis un passé récent, semblent être le fait fondamental de la dynamique côtière. Nous touchons ici, le problème des causes actuelles et des causes récentes de l'évolution de ces milieux. En effet, le marais sub-littoral saumâtre actuel a un fonctionnement qui, certes, est original, mais qui se produit dans un milieu dont l'évolution superpose des processus actuels et récents : il s'agit donc, sous beaucoup d'aspects, d'un milieu intergrade, de contact - ou de passage - où des intéractions se produisent. En ce qui concerne la dynamique actuelle, par exemple, il s'agit d'un milieu où les conditions "marines" s'atténuent et où les conditions "continentales" s'affirment, par le jeu des apports d'eaux pluviales et des eaux de ruissellement provenant du marais d'eau douce.

C'est justement dans ce milieu que pendant les années où la saison sèche s'accentue, qu'il se forme de véritables tannes vifs, bien nets sur les photos aériennes. Des travaux de terrain ont permis de constater, dans de telles occasions, l'existence d'une vaste surface d'argile craquelée, la cuvette centrale du marais étant complètement asséchée. Le marais de MANA a donc une dynamique actuelle, à l'opposé des marais situés en rive gauche du fleuve MANA.

Cette dernière observation permet d'aller un peu plus loin dans la discussion sur les causes actuelles et récentes dans l'évolution de ces milieux. Le marais de la rive gauche de la MANA, dans lequel s'est installé en partie une rizière, se trouve en arrière d'un cordon sableux qui supporte la piste MANA - les Hattes. Les dépôts sédimentaires, datés de la phase MARA sont déssalés. Ils ont évolué en sols avec pyrites et présentent au moins une importante couche de "pégasse". La situation géomorphologique de ce marais, ainsi que l'évolution de ces sols, prouvent l'ancienneté de cette formation : une ancienne lagune, peu à peu colmatée devenant un milieu confiné, et qui a évolué en arrière d'un cordon sableux. Dans quelle mesure le marais sub-littoral saumâtre actuel n'est-il pas l'expression d'une étape de l'évolution du marais d'eau douce de la rive gauche de la MANA ? La question reste posée. Elle s'appuie sur la comparaison de photos aériennes récentes qui mettent en évidence une dynamique très active. Par exemple, le cordon "actuel de la ligne de rivage a fait parti, en son temps, d'un système amphibie, rejetant la ligne de rivage deux kilomètres plus au Nord. D'autres documents montrent d'anciens chenaux de marée, et même au niveau du cordon dit "récent", une morphologie en "crochon" du cordon sableux qui rappelle celle des émissaires actuels. D'autre part, - et si nous acceptons l'hypothèse précédante - le cordon "actuel" (à l'exemple de la pointe Isère à l'embouchure de la MANA) a isolé de la mer, par sa croissance l'ancienne slikke. Devenue une lagune, ce milieu a été progressivement colmaté. Le processus aurait donc été rapide. Les différences d'altitude entre bancs, la "sensibilité" au niveau marin et l'analyse des sondages réalisés par le B.R.G.M.* semblent soutenir cette thèse. Toutefois, faute d'études plus fines dans ce secteur toute hypothèse de dynamique sera entourée de réserves, compte tenu que l'évolution de ces zones est liée à celle des estuaires de la MANA et d'un fleuve plus important, le MARONI.

Ce qui est certain, c'est que les variations climatiques saisonnières ont un effet sur la durée et la force des vents, et donc sur l'amplitude des vagues, et cela entraîne une modification de l'effet océanique sur le marais. Bien que le sommet du cordon sableux "actuel" se situe à quarante centimètres au-dessus du niveau des pleines mer de vives-eaux il ne constitue pas un obstacle permanent aux vagues qui le submergent de temps à autre. Certes, les conséquences ne sont pas réellement importantes au sens des apports dans le marais, mais par contre certaines parties plus basses du cordon peuvent ainsi s'altérer et favoriser la création de zones de ruptures potentielles. Au contraire, pendant des cycles "calmes" il devrait y avoir un phénomène de consolidation du cordon actuel par sédimentation et développement d'une végétation importante assurant une meilleure cohésion du cordon.

*B.R.G.M., Bureau de Recherche Géologique et Minière

Au total, le milieu sub-côtier apparait comme très dynamique, soit actuellement, soit dans le passé récent. Si le milieu "marin" apparaît comme relativement instable, subissant les contre-coups de l'envasement côtier actuel, rien ne prouve qu'une fois le banc de vase ayant migré vers l'Ouest, que l'évolution de ce milieu, ainsi que des plages et cordons du secteur, ne soit pas modifiée ; en fait, il est certain que cette migration entrainera des modifications à l'exemple d'autres secteurs côtiers. Dans les circonstances actuelles, telles quelles se présentent aujourd'hui, le marais sub-littoral saumâtre apparaît comme un peu plus "stable" que le milieu "marin". Cette "stabilité" est pourtant très relative et ce milieu est en réalité fragile et sensible. Il suffit de modifications légères des paramètres hydroclimatiques, de l'amplitude des marées, pour que le marais saumâtre bascule soit vers le tanne vif soit, au contraire, vers l'étendue d'eau libre. A contrario, le marais d'eau douce, lui, apparaît comme le plus "stable", colonisé entièrement par la végétation. Au total, soit dans le domaine hydrologique comme morphologique, nous passons des processus clairement exprimés et visibles, à d'autre, où les milieux évoluent surtout en équilibre écologique avec développement des sols et les apports exclusifs d'eau douce.

Reste à examiner la part de la dynamique marine dans l'évolution de la côte, soit le problème des variations de la ligne du rivage qui conditionne elle-même, l'évolution des marais.

Nous avons vu que les unités de ce milieu, tout comme le cordon sableux, sont séparées par des différences altimétriques de l'ordre du décimètre. Une variation lente de l'amplitude de la marée - sans changement de cote du niveau marin moyen - aurait pour conséquence d'accentuer ou de diminuer les effets océaniques dans le marais. AUGUSTINUS (1978) fait état des composantes basse fréquence de la marée pour expliquer de telles variations dans les hauteurs des marées. Or, parmi les vingt sept composantes luni-solaires explicatives du mécanisme de la marée, ROUCH J. (1948) et GOUGENHEIM A. (1954) montrent qu'il en existe trois de longue période qui entraînent des variations d'amplitude sur des cycles semi-annuels et annuels (182 et 365 jours) et pluriannuels (18,6 années). Ce dernier cycle affecte l'amplitude d'une variation de $\pm$ 4% ce qui, pour les côtes de GUYANE engendrerait une oscillation de $\pm$ 10 cm environ.

Dans ces conditions, ce sont les limites des domaines "marin" et saumâtre qui s'en trouveraient déplacées, tout comme la valeur des seuils hydropluviométriques qui conditionnent la "réponse" du milieu. On devrait assister alors à l'extension d'une unité au détriment de l'autre, avec des répercussions probables sur le fonctionnement du marais d'eau douce.

- REFERENCES -

AUGUSTINUS, P.G.E.F. (1978) - The changing shoreline of Suriname. Natuurwetenschappelijke Studiekring Suriname. Ned./Antillen utrecht.

BLANCANEAUX, P. (1981) - Essai sur le milieu naturel de la Guyane française. Travaux et documents ORSTOM, n° 137.

BOYE, M. (1962) - Les palétuviers du littoral de la Guyane. Les cahiers d'Outre-Mer, 15 (59), 271-290, 2 fig., 3 tabl., 8 pl.

DEMERARA COASTAL INVESTIGATION (1962) - Hydraulics Laboratory - Delft - Netherlands.

FROIDEFOND, J.M., PROST, M.T., GRIBOULARD, R. (1985) - Etude de l'évolution morpho-sédimentaire des littoraux argileux sous climat équatorial : l'exemple du littoral guyanais. Rapport CORDET. 189 p. Dep. Géol. Océan. IGBA. Talence.

FRITSCH, J.M. (1984) - Les transports solides. Etude d'impact de l'aménagement de Petit-Saut. Multi. ORSTOM - CAYENNE.

GOUGENHEIM, A. (1954) - Cours pratique des marées. Service Hydrographique de la marine, 200 p.

GUYANE : Atlas des départements français d'Outre-Mer (1979)
Tome IV. La Guyane.
ORSTOM - CNRS.
Editions du CNRS.

GUYANE : Annuaire Hydrologique - (1984 - 1985)
ORSTOM - CAYENNE B.P. 165 - 97323 Guyane Fr.

JEANTET, D. (1982) - Processus sédimentaires et évolution du plateau guyanais au cours du quaternaire terminal.
Thèse de 3e cycle, Univ. de Bordeaux I, 336 p. 31 Tabl., 93 fig.

LAFOND, L.R. (1967) - Etudes littorales et estuariennes en zone intertropicale humide. Thèse - Fac. Sciences ORSAY, Paris.

LOINTIER, M. (1984) - Dynamique des eaux et de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary (Guyane Fr.) ORSTOM - CAYENNE.

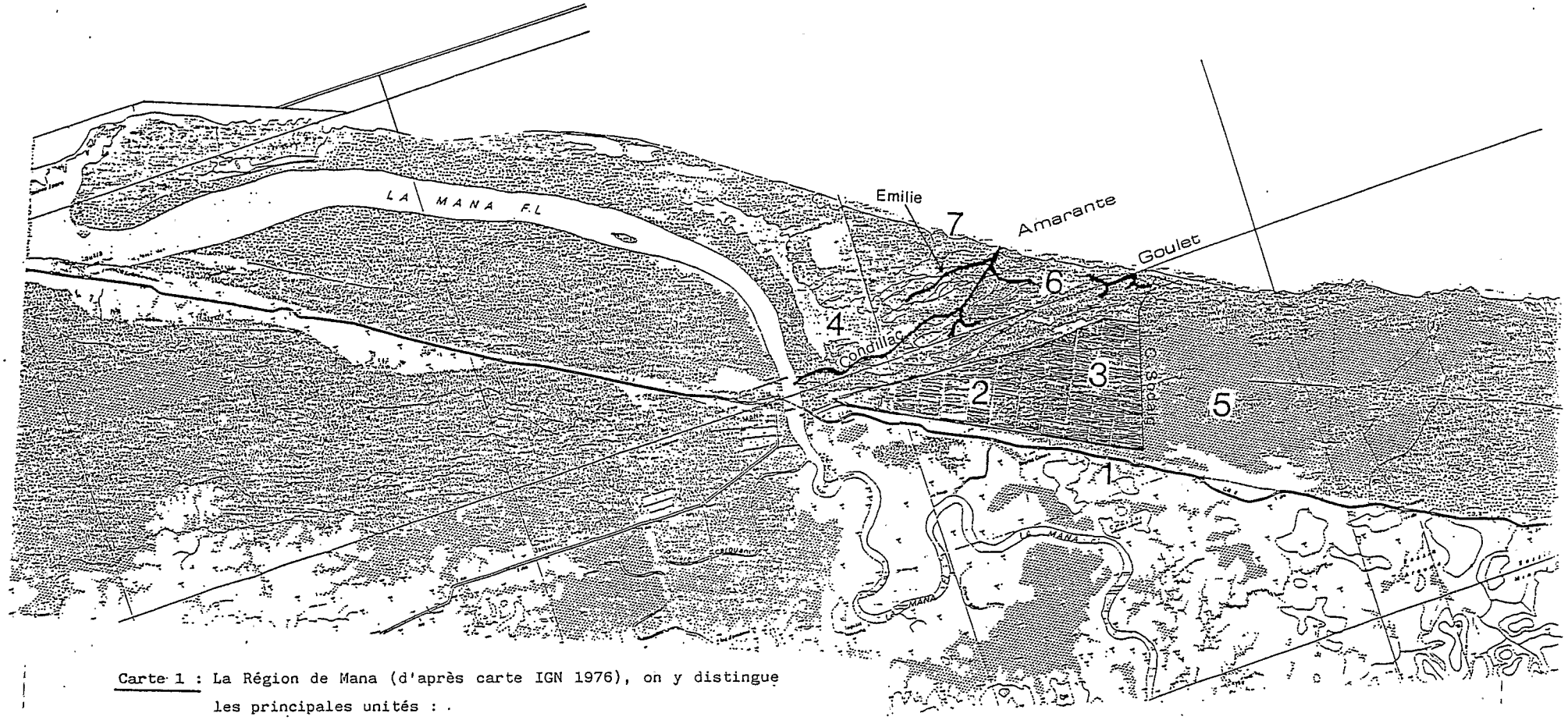
MARIUS, C. (1985) - Mangroves du Sénégal et de la Gambie Thèse Doct. -s Scienc. Nat. Coll. Trav. et Doc. ORSTOM

RODIER, J. - Analyse chimique et physico-chimique de l'eau - Dunod 1966.

ROSSIGNOL, M. (1972) - Etude d'un marais de Guyane. Le marais Sarcelle. Mult. ORSTOM - CAYENNE, 39 p.

ROUCH, J. (1954) - Traité d'océanographie physique - Les mouvements de la mer - PAYOT Paris.

SVERDRUP H.U., JOHNSON, M.W., FLEMING, H. (1942) - The oceans - Prentice - hall, INC. New-York.



Carte 1 : La Région de Mana (d'après carte IGN 1976), on y distingue les principales unités :

1- le cordon sableux dit "ancien" supportant la route CD 8
2- la rizière implantée dans la savane Sarcelle.
3- le cordon sableux "récent"
4- le marais saumâtre au Nord de la rizière
5- le marais d'eau douce à l'Est
6- la mangrove de front de mer
7- plage et cordon actuel

Echelle
0 1 2 3 km

ORSTOM 86

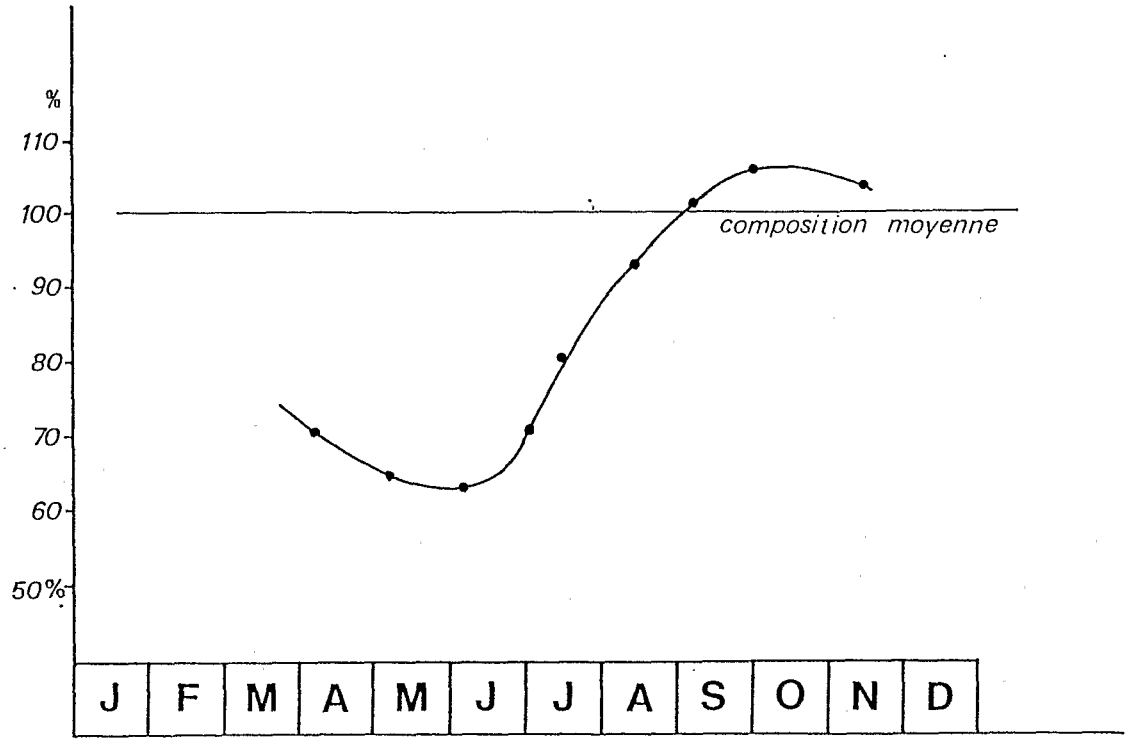


Fig. 1 : Evolution du pourcentage de chlorure de sodium des eaux de mer recueillies à marée haute sur la haute slikke, devant le marais de Mana, par rapport à une composition moyenne d'une eau océanique.

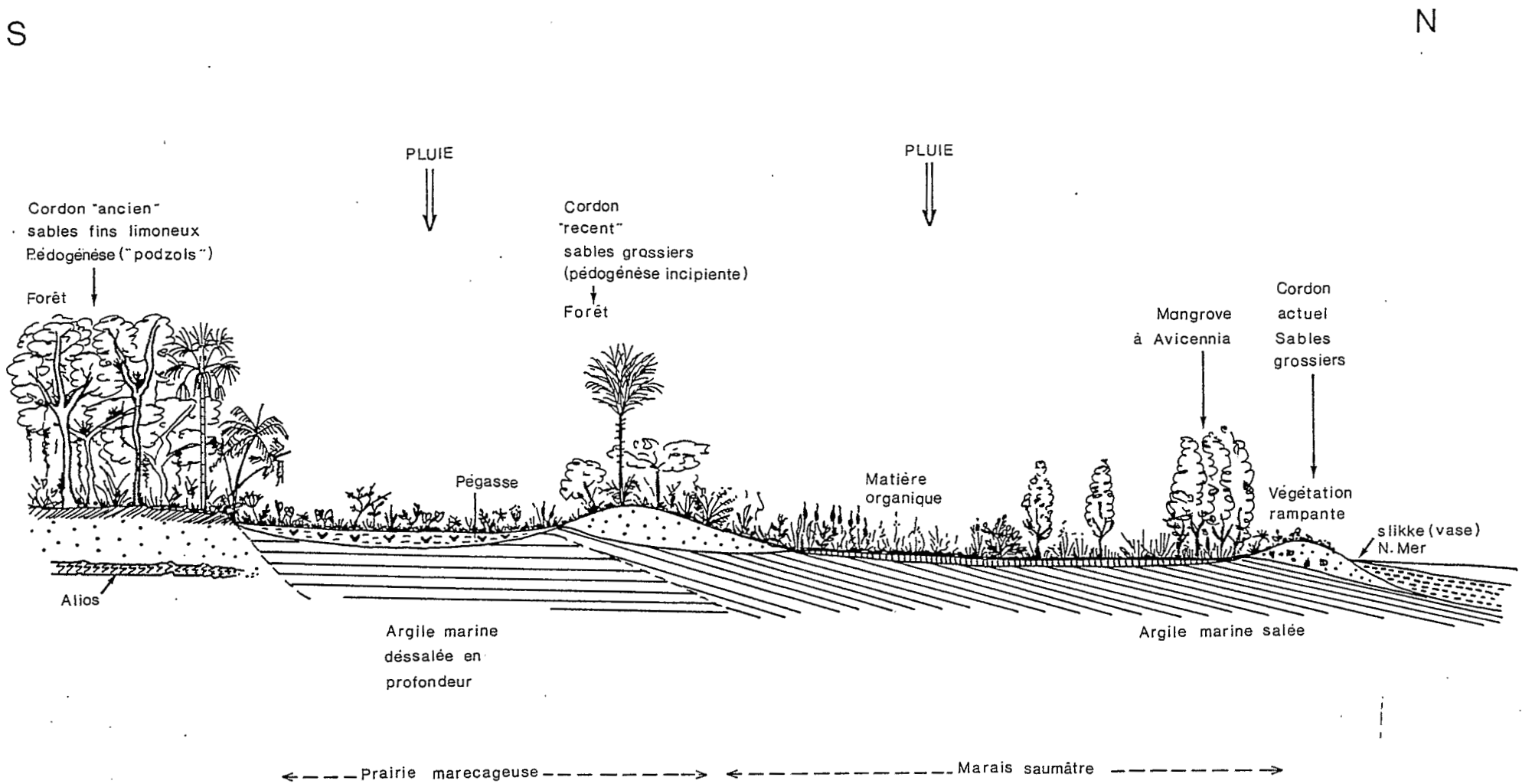


Fig.2: Coupe schematique sud-nord du marais

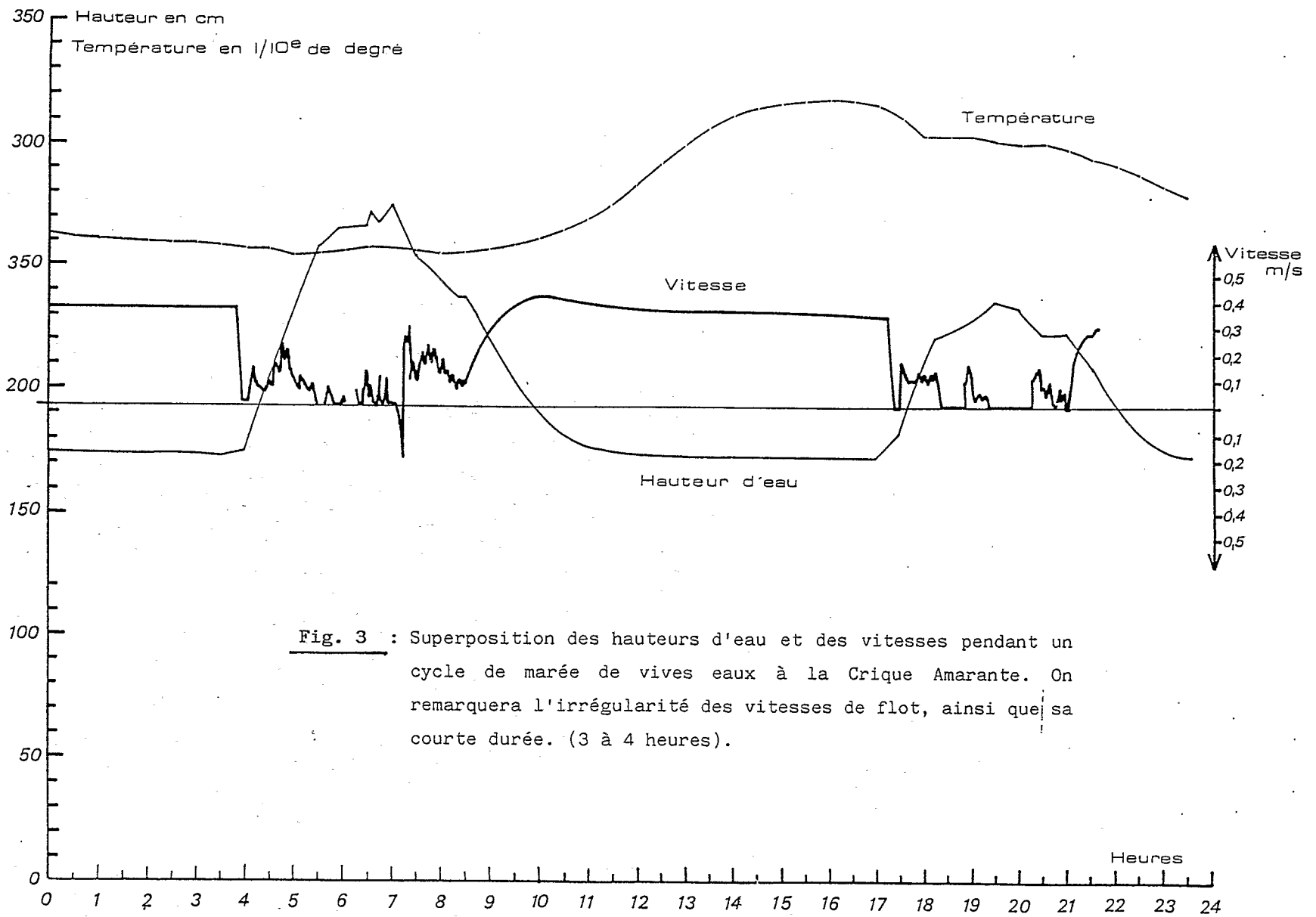


Fig. 3 : Superposition des hauteurs d'eau et des vitesses pendant un cycle de marée de vives eaux à la Crique Amarante. On remarquera l'irrégularité des vitesses de flot, ainsi que sa courte durée. (3 à 4 heures).

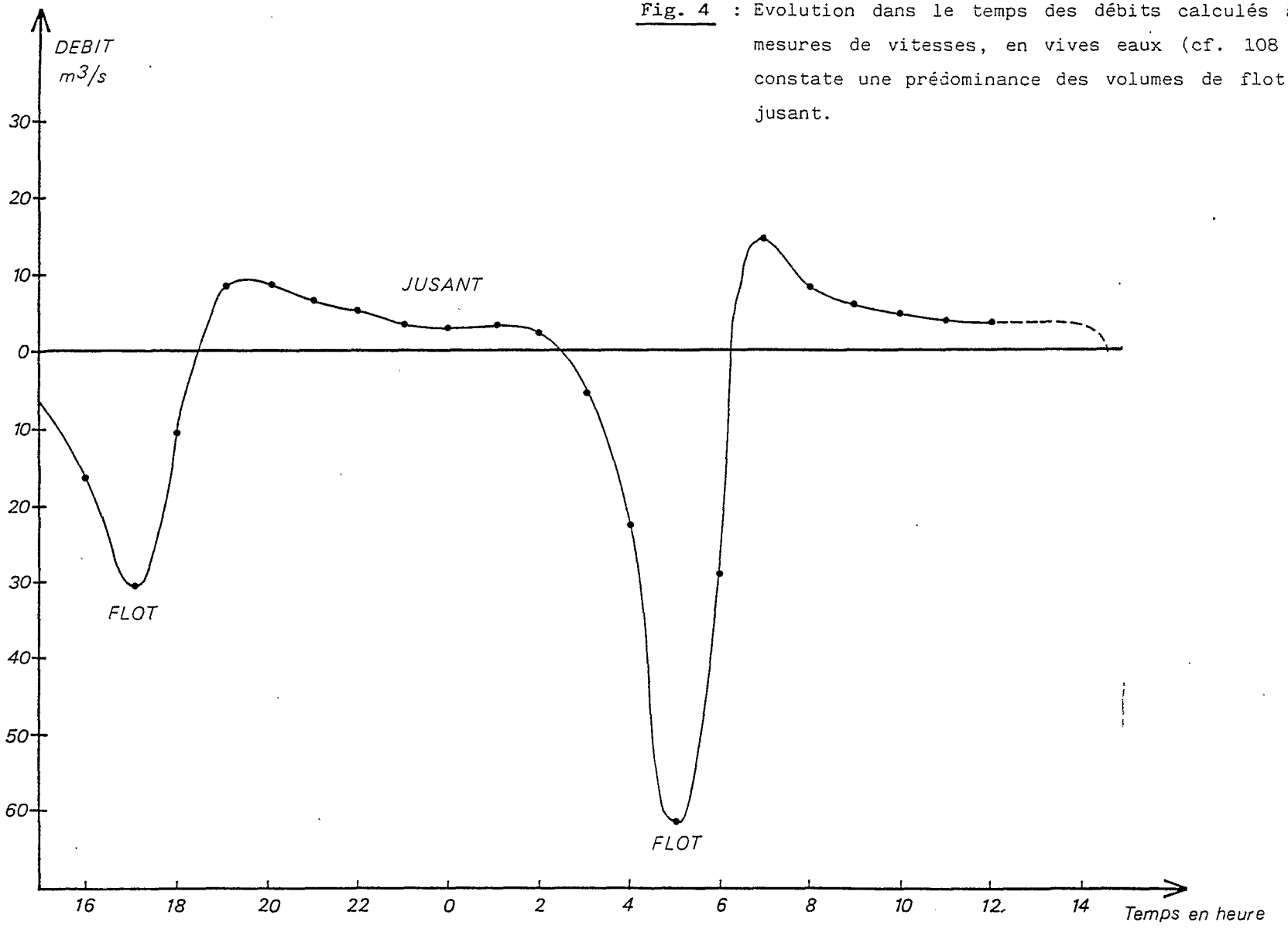
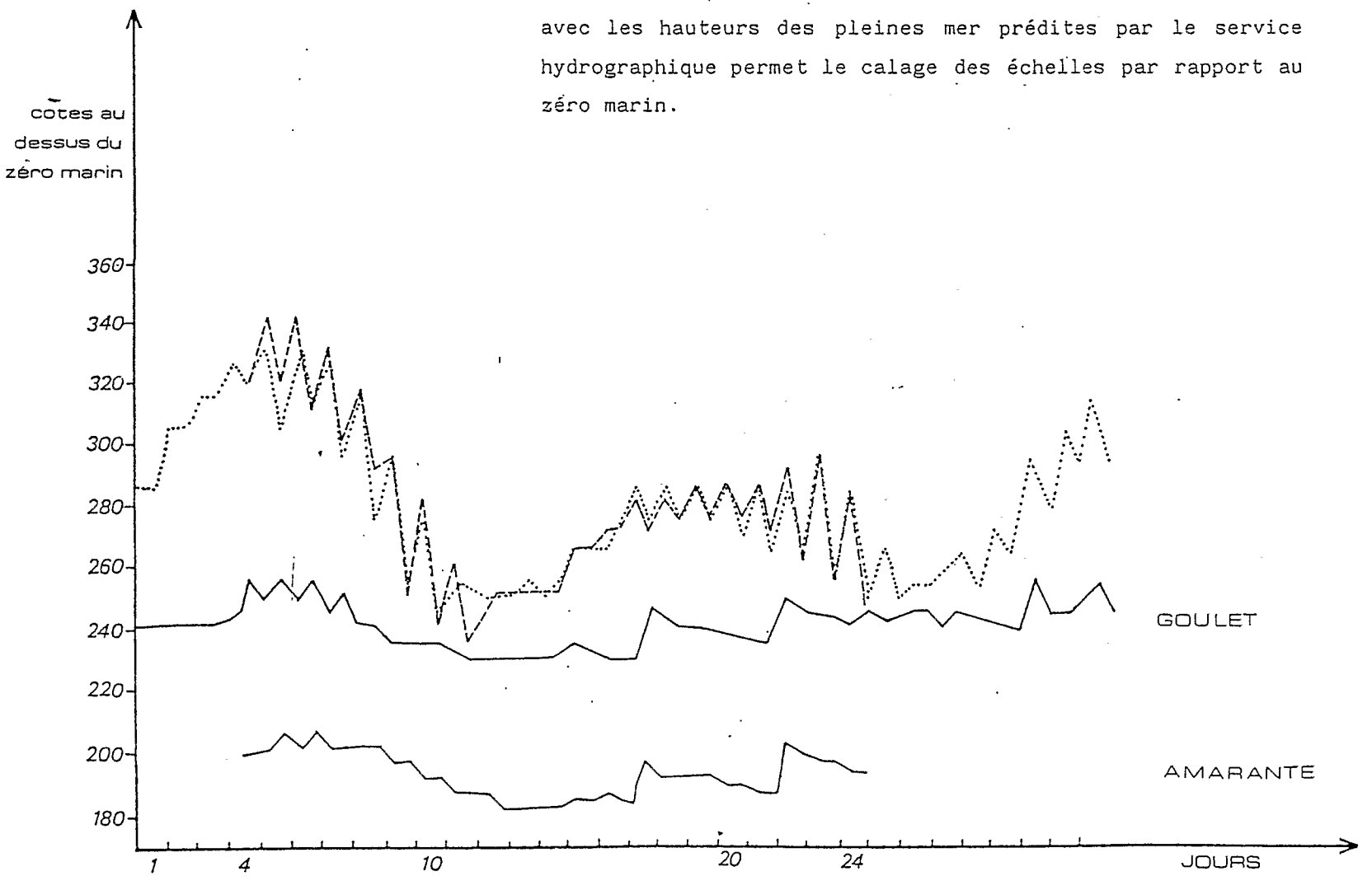


Fig. 4 : Evolution dans le temps des débits calculés à partir des mesures de vitesses, en vives eaux (cf. 108 et 110). On constate une prédominance des volumes de flot sur ceux du jusant.

Fig. 5 : Hauteurs d'eau journalières à l'étale de pleine mer et en fin de jusant au droit des deux émissaires. La superposition des cotes d'étale de pleine mer permet de déterminer l'altitude des échelles entre elles. La même superposition avec les hauteurs des pleines mer prédites par le service hydrographique permet le calage des échelles par rapport au zéro marin.



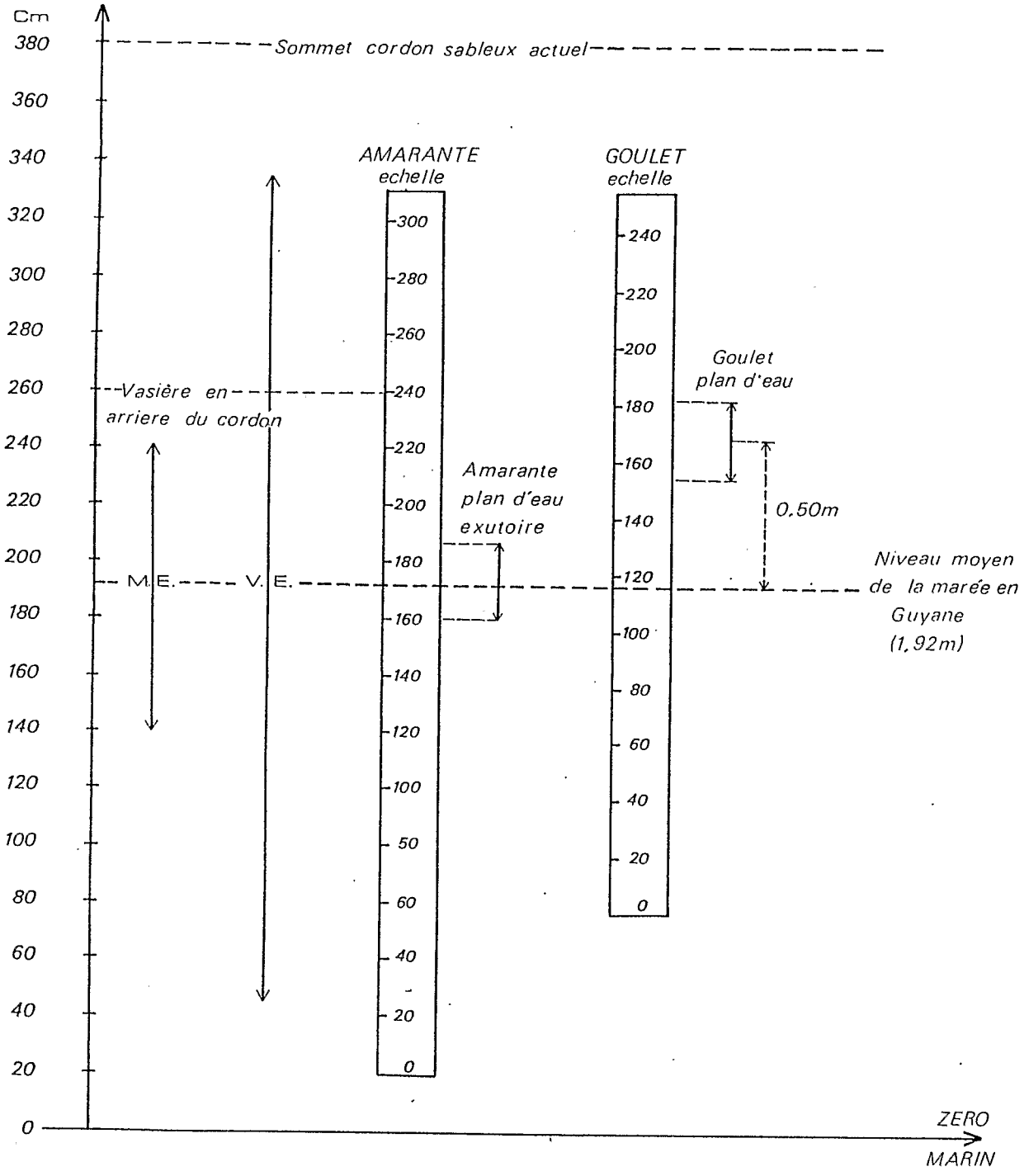


Fig. 6 : Résultat du calage par rapport au zéro marin. On détermine ainsi que l'exutoire de la criqüe Amarante se trouve à la cote du niveau moyen de la marée. De même, pour le Goulet qui se trouve 0,50 m au dessus de ce niveau. Ce "nivellement indirect" permet donc de constater que les bancs de vase de la haute slikke ont des altitudes différentes, de l'ordre de 0,50 m sur les 3 Km de distance qui les séparent.

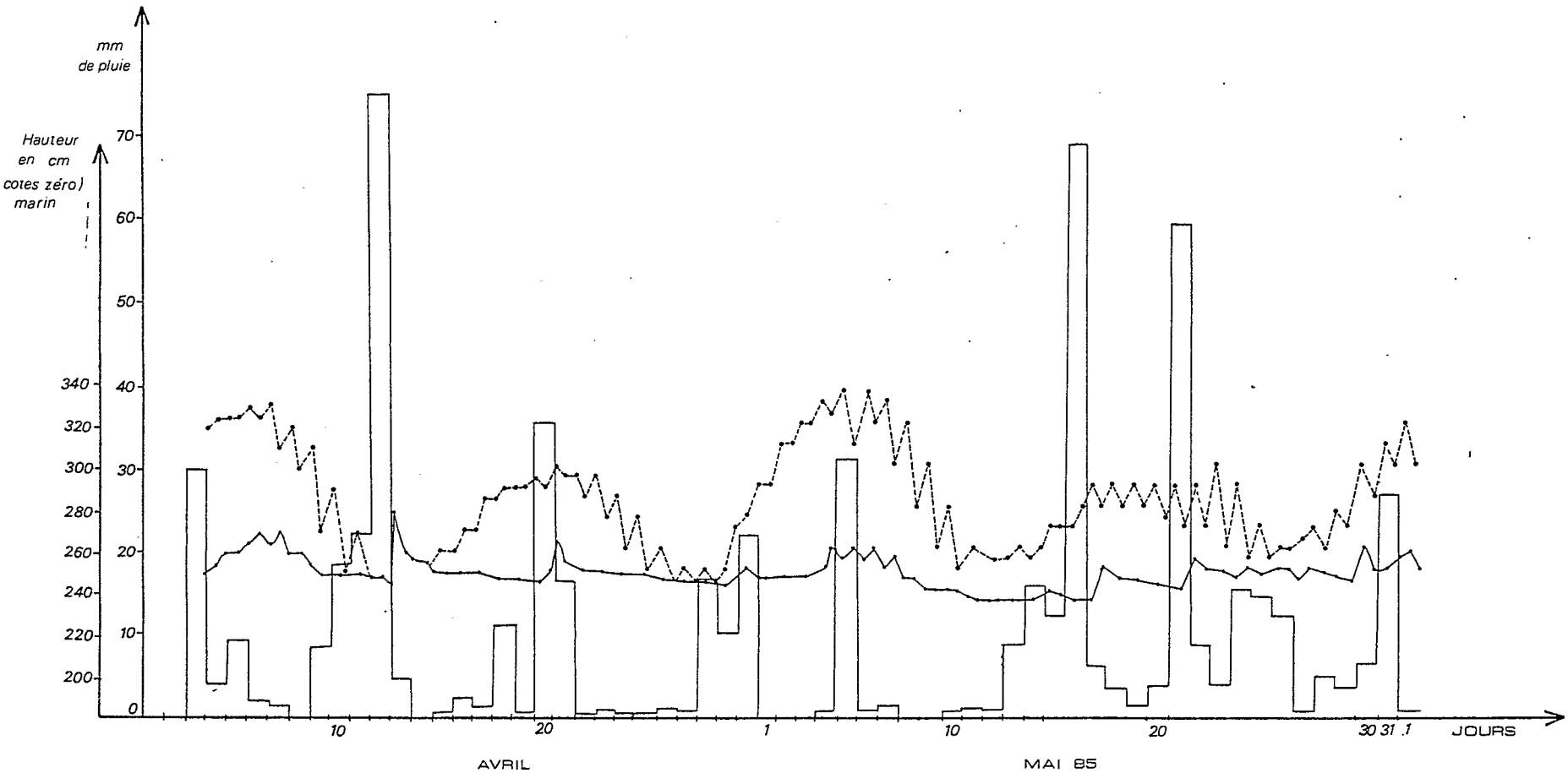


Fig. 7 : Cotes des étales de pleine mer et de fin de jusant au Goulet, superposées au données pluviométriques journalières. On y distingue deux réponses du "bassin versant" :

- phénomène de crue après une forte pluie (13, 21 avril)
- oscillation du plan d'eau suite à la vidange des zones inondées en vives eaux (4, 5, 6, 7 mai)

ORSTOM 86

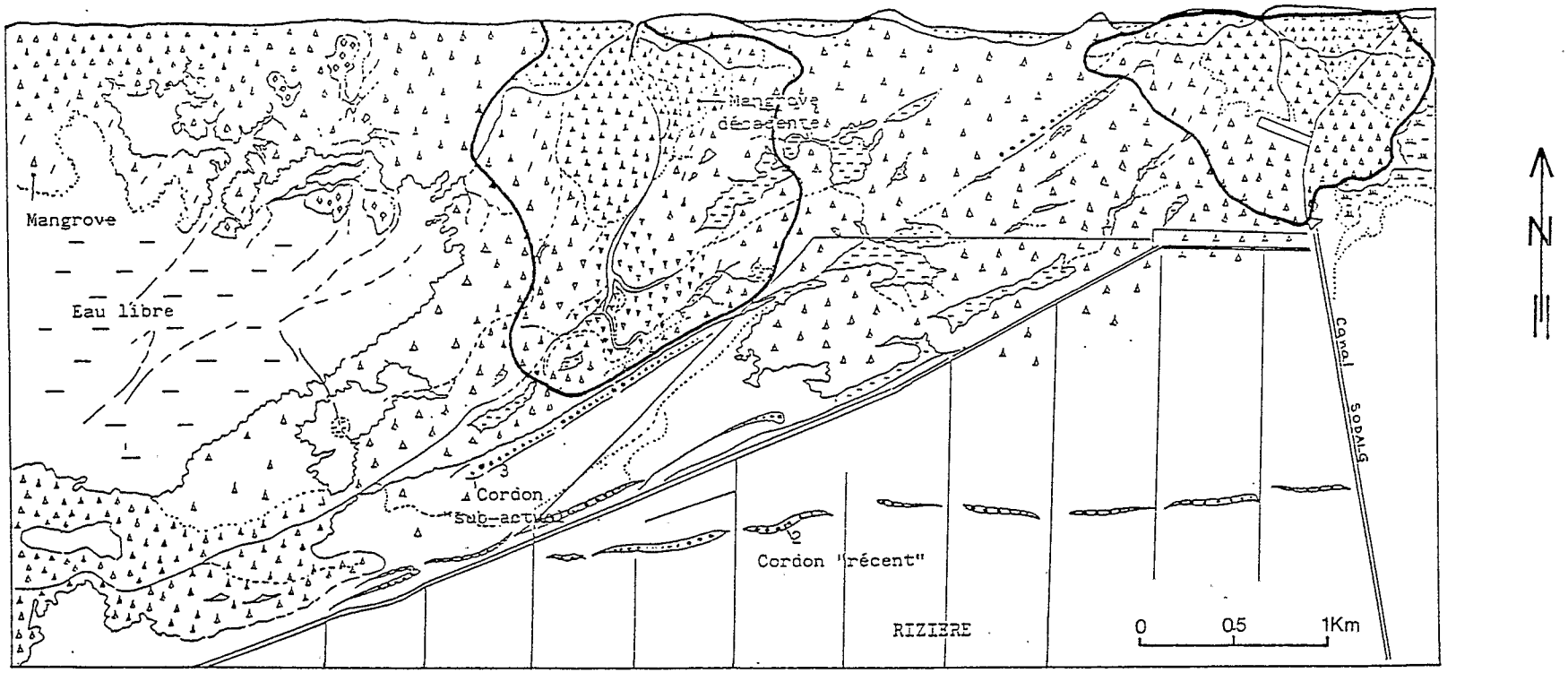
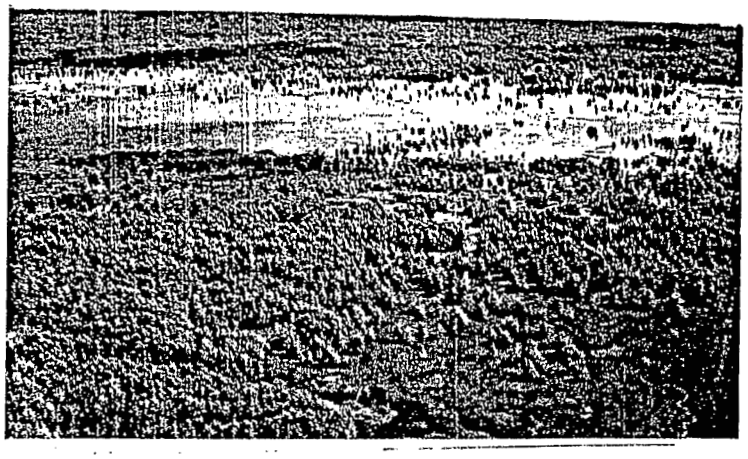
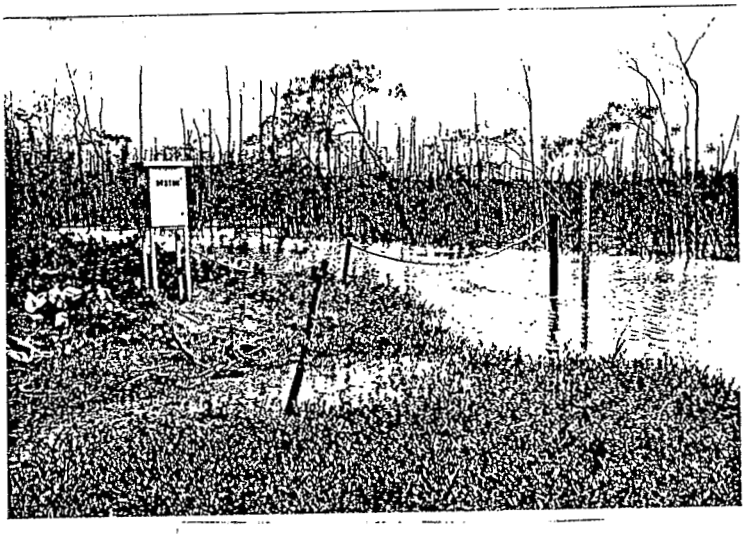


Fig. 8 : Limites séparant les zones "marines" et "saumâtre" autour des criques Goulet et Amarante.



Marais de MANA - vue générale de la cuvette principale



La STATION CHLOE du GOULET

Le canal SODALG dans la partie recouverte par la mangrove

Vue de la haute SLIKKE devant le GOULET