

LA MANGROVE
DE LA PENINSULE DE CAMAU
(VIETNAM)

RAPPORT DE MISSION

C. MARIUS

J.M. PAGES.



LA MANGROVE DE LA PENINSULE DE CA MAU (VIETNAM)

(Claude MARIUS - J.M. PAGES)

1 INTRODUCTION

Cette mission a été effectuée du 30 septembre au 15 octobre, dans le cadre d'un projet présenté par le professeur N'GUYEN NGOC TRAN, intitulé "pilote de protection et d'exploitation rationnelle de la mangrove de CAMAU". Ce projet fait partie du programme national vietnamien 6OB, intitulé "Etude fondamentale intégrée du delta du Mékong". Le titre du projet est "Etude de l'évolution écologique et pilote de production et d'exploitation rationnelle de la mangrove de CAMAU".

Il s'agit d'une investigation fondamentale intégrée et finalisée par :
l'étude :

a) de la morphogénèse et de la pédogénèse passées et présentes afin de prévoir l'évolution ultérieure des sols.

b) des régimes hydriques de la qualité des eaux,

c) des ressources biologiques, des mouvements migratoires saisonniers etc...

Ce fut donc essentiellement une mission d'identification du projet en vue de proposer des actions de recherches pluridisciplinaires et un schéma d'aménagement rationnel de la mangrove de cette région.

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnalités officielles ou scientifiques qui nous ont accompagné au cours de cette mission et plus particulièrement Melle BUI THI LANG, pour la qualité et la chaleur de leur accueil et la parfaite organisation de cette mission qui nous a permis ainsi de voir le maximum de choses en un minimum de temps.

Nos remerciements s'adressent aussi au Ministère Français des Affaires Etrangères qui a financé cette mission et l'achat de matériels de terrain.

2 DEROULEMENT DE LA MISSION

N.B.: les coordonnées employées ici correspondent à la grille des cartes au 1/ 100 000 (édition 1952 de l'IGN reprises par l' U.S. Army). Des copies nous en ont aimablement été fournies par Mr. Buffart-Morel (ORSTOM Montpellier), et une série en a été laissée au Viet-Nam. Après vérification par nos homologues viet-namiens, nous procéderons à un recalage en coordonnées géographiques classiques.

- 30/09/90 : Ho Chi Minh Ville
Arrivée 14:05. Accueil par Mlle Bui.

- 01/10/90 : Ho Chi Minh Ville
entrevue avec Mr. Tran, pour organisation détaillée de la mission. Présents : Melle Bui*, Mr. Nguyen Van Quang, Mr. Hoang Dung*
(* qui nous accompagneront).

- 02/10/90 : transfert à Ca Mau
par la route (environ 300 km): H.C.M.V: 08:00; Can Tho : 13:00; Ca Mau : 17:00 (Hôtel Phuong Nam).

- 03/10/90 : transport vers le Sud
par sampan : Ca Mau 11:40; Tam Giang 15:00 (point a de la carte; 972N; 522E). Hébergés par les E. & F.

- 04/10/90 : terrain # 1 (970-971N; 524-526E):
* mangrove mixte (Rhizophora + un peu Brughiera), en partie naturelle, environ 90 ans par endroits, parcourue en sampan et à pied, sous la pluie. "Back-swamp" en eau douce (970N; 525E).

- 05/10/90 : terrain # 2 :
départ sur le Song Dam Doi
* 2 a - crevetticulture ("tiger prawn") (... N;... E)
* 2 b - plantations Rhizophora (plantation faite par Rollet, âgée de 45 ans) (975-977 N; 524-526 E).
* 2 c - défrichage (coupe à blanc) environs hameau de Thieu Kui (... N;... E). Anciens fours, de brique, pour charbon de bois.
* 2 d - crevetticulture (... N;... E).(300 kg/ha, en baisse)
Retour 13:00 Tam Giang.

- 06/10/90 : terrain # 3 :
Départ 6:30 par Sông Dam Chim et canaux, puis rach Cai Toan (embranchement 990 N;537 E), continué par Rach Lang Chêt (?) (réserve forestière n° 564).
* Crevetticulture dirigée par Mme Hong Minh. Défrichage brutal (creusement de canaux, par drague) sur Rhizophora. Rendement ? Aller-retour à pied vers la côte (?? Rach Lang Chao, embouchure ?? 989 N; 544 E ??)

- 07/10/90 : terrain # 4
Entretien avec les responsables administratifs locaux.

Départ 08:00, direction générale vers l'Ouest. Canal n° 20 (ou n° 7 ?), vers le Nord (sur le 515 E), retombant sur Rach Cai Duoi puis Rach Cai Ngay.

* 4 a - crevetticulture (... N; ... E), avec Rhizophora replantée OK (visite guidée par M. Nguyen Van Quang.

Repris rach Cai Ngay.

* 4 b - ferme (972 N; 515 E)(sur canal N-S entre rach Cai Ngay et rivière Cua Lon): agriculture surtout, patates douces .

Repris rach Cai Ngay jusqu'à la Cua Lon, suivie jusqu'à Nam Can (arrivée 15:30) (localisation b : 968N; 500 E). Hôtel plein : People's Guest House.

- 08/10/90 : terrain # 5

2ème départ 08:50 (hélice brisée) vers Ouest - Sud-Ouest, sur la Cua Lon. Passé devant ferme de Tac Bun, puis rivière Xéo La Ca Cao (???... N;?????.... E).

* village (??...N; ??.....E): agriculture sur tourbe du "Back swamp" (= arrière - mangrove).

Retour par rivière Cua Lon à Nam Can (14:15).

- 09/10/90 : terrain # 6

départ Nam Can 07:10, plein ouest, par Rach Trai Luoi (966 N), débouchant sur la baie vers 965 N;490 E). Traversée de la baie 08:10 - 08:30 du Sud au Nord.

* 6 a : arrêt rapide village en bordure de mer (970 N; 484 E): "crevettes" (en fait, Tilapia @ 3 T/ha !). Toute cette zone récupérée sur la mer, par digue en 1982.

* 6 b : crevetticulture (Eaux et Forêts) (972 N; 482 E) sur Avicennia défrichée. Surface 150 ha, rendement 300 kg/ha, mais 60 % medium-small. Mention d'essais antérieurs satisfaisants de culture de soja.

Longé rive Nord par canaux ; bande à salinité faible vers Pho Tan (position estimée: 973 N; 487 E; un problème: le nouveau nom serait Cai Nuoc - mais Cai Nuoc est par 989 N; 502 E, beaucoup trop loin au N.-N.E.). Continué Nord-Est par rivière Bay Hap (nombreux bancs de vase, échouage passager). Arrivée Ca Mau 16:30 (Hôtel Phuong Nam).

- 10/10/90 : Ca Mau :

- 08:50-09:30 : entretien avec officiels locaux
visite temple Cao Dai.

- 15:00-16:30 : visite de l'"usine n° 25" de congélation de crevettes (Mme Hong Minh).

- 11/10/90 : retour Ca-Mau - Ho Chi Minh Ville :

(départ 06:00 ; Bac Lieu : 07:45 ; Can Tho : 10:10)

A l'Université de Can Tho, rencontre rapide avec pédologues hollandais de l'université de Wageningen.

(repartis 12:15; Ho Chi Minh City 15:50)

- 12/10/90 : Ho Chi Minh Ville :

- 10:00-12:00 : rapport oral à M. PRUNIERE (Consulat de France).

- 15:00-18:00 : rapport oral à M. TRAN

- 13/10/90 : Ho Chi Minh Ville :

rédaction de propositions de recherche V.N. et d'éléments de rapport préliminaire.

- 14/10/90 : district de Duyen Hai (S.-E. de Saigon)
(départ 06:15 - 2 bacs, piste latérite, OK) avec M. Tran, Mlle Bui, M. Hoang
(Ingénieur ENSIA, directeur de l'entreprise).

Visite de :

* plusieurs installations de crevetticulture, bien menées, à rendement satisfaisant.
D'autres améliorations sont en cours ou prévues, pour augmenter encore les rendements
(N.B: entreprise privée).

* une usine de congélation (6 tonnes/jour) à Can Gio.

* une écloserie, d'une production équivalente à 10 millions de post-larves par an. Projet
de tripler la production. Equipe jeune, motivée, efficace; mini-labo.

Retour Ho Chi Minh Ville 17:00)

- 15/10/90 : préparation de départ

* Visites et entretiens divers dont "interview" par une "reporter" de la radio de Saïgon
(interprète : Mlle Bui).

* Départ pour l'aéroport à 15:00, pour le vol AF 175 de 17:50.

- 16/10/90 : Arrivée Paris 05:05 heure locale.

3- LE MILIEU NATUREL

3.1) Situation : la péninsule de CAMAU est située à l'extrême Sud de la péninsule indochinoise et du delta du Mékong qui couvre une superficie d'environ 40.000 Km² formée d'alluvions quaternaires récents. Elle fait partie de la province de MINH HAI , dont la capitale est CAMAU.

3.2) Le climat

Le climat, et notamment la pluviométrie, joue un rôle fondamental dans le développement agricole de cette région. En effet, comme nous l'avons signalé, à plusieurs reprises aux autorités de la province, c'est une région qui bénéficie d'une pluviométrie privilégiée. En effet, à CAMAU, la pluviométrie totale annuelle pour les périodes 1930-1944 et 1957-1979 est de 2383 mm, et à Nam Can, elle est de 2265 mm.

Le tableau 1 montre que la saison des pluies est de 7 mois (Mai à Novembre), mais que même en saison "sèche" la pluviométrie cumulée est de 237 mm à CAMAU et de 84 mm à NAM CAN;

MOIS	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	TOTAL
CAMAU Tempé- rature (degré)	25.3	25.8	28.9	28	28.4	27.4	27.3	27.2	27.1	27	26.4	26.8	26.8
CAMAU Pmm (Décembre à Avril)			237			277	319	331	342	353	338	186	2383
Nam Cam (Décembre à Avril)			84			246	364	296	350	370	350	205	2265

Sur la série chronologique 1968-1974, on note que la saison des pluies débute vers le 2 mai pour se terminer vers le 11 novembre et que la saison sèche débute vers le 8 décembre pour se terminer vers le 10 avril. Il s'agit de mois "secs" au sens que la pluviométrie est généralement inférieure à 50 mm

Par ailleurs, même pendant la saison des pluies, on peut observer des périodes "sèches" relativement marquées .

En définitive, on a un climat de mousson caractérisé par une pluviométrie modérée, ni trop faible, ni trop élevée, bien répartie permettant en particulier à l'eau qui circule dans les rivières et canaux d'être ni trop salée, ni trop douce - condition favorable au développement de l'aquaculture, de la mangrove et de l'agriculture avec des aménagements limités..

Tout cela rappelle d'ailleurs la zone à mangrove littorale du SURINAME et du GUYANA sur la côte atlantique de l'Amérique du Sud l'Evapotranspiration est de 1078 mm pendant la saison sèche et de 807 mm en saison des pluies. Il n'y a donc pas de déficit hydrique sur le total annuel.

3.3 La végétation

Au Vietnam, la mangrove couvre une superficie totale de 250.000 ha dont 150.000 ha sont situés dans la péninsule de CAMAU. C'est sans doute l'une des plus grandes mangroves du monde. D'après MOQUILLON qui a étudié cette mangrove, la flore comprendrait 59 espèces réparties en 4 groupes. Ce qui est considérable du point de vue diversité si on la compare aux autres mangroves du monde même à celle de l'Asie du Sud- Est. Parmi les espèces les plus importantes, on citera :

Rhizophora apiculata, Rh. mucronata, Rh. stylosa
Bruguiera gymnorhiza, Br. parviflora, Br. cylindrica
Ceriops tagal, Ceriops decandra
Avicennia alba, Av. officinalis, Av Marina
Sonneratia alba
Xylocarpus spp
Lumnitzera littorea, L. Racemosa
Excoecharia agallocha
Acanthus sp
Aegiceras sp
Nypa fructicans
Phoenix paludosa, etc...

On remarquera qu'à l'encontre des autres mangroves de la zone indopacifique que nous avons pu observer (INDONESIE, MALAISIE,INDE), ici toutes les espèces de Rhizophora, Avicennia et Bruguiera sont représentées.

Il a été difficile de mettre en évidence une zonation de la végétation. Par contre, on a pu observer que si Rhizophora était prédominant dans la pointe sud de la péninsule, Avicennia bordait tous les canaux. Nyapafucticans quant à lui, colonise, seul, des zones entières alors qu'il est totalement absent ailleurs.

Un phénomène assez exceptionnel que nous avons pu observer tout au long de cette mission est l'importance du reboisement en palétuviers et plus particulièrement en Rhizophora. Reboisement réussi en grande partie par la densité des plantations, de 3 ans, de 5 ans, de 9 ans. Ceci est à souligner car de grandes zones à mangroves d'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Guinée, Bissau-Guinée) pourraient être éventuellement reboisées avec certains aménagements appropriés. Nous y reviendrons à propos des aménagements.

3.4) Hydrologie

Toutes les eaux qui circulent dans le delta du Mékong sont influencées par la marée dont l'amplitude varie d'une côte à l'autre. En effet, sur la côte Est, l'amplitude de la marée est importante et de l'ordre de 4m, alors qu'à l'Ouest, dans le golfe de Thaïlande, elle est de 1 m environ. Inutile de dire que la circulation de l'eau compte-tenu de cette différence d'amplitude de la marée d'une part et de la présence de nombreux canaux naturels et artificiels est très complexe et mérite une étude approfondie. A celà, il faut ajouter que la marée est semi-diurne sur la côte Est et diurne sur la côte Ouest, ce qui complique encore les choses. Dans toute la région, la salinité était voisine de 20 g/l

4 LES SOLS

Il est important de rappeler que c'est dans le delta du Mékong qu'ont été identifiés, pour la première fois, les "sols sulfatés acides" qu'on avait désignés "terres alunées", suite aux aménagements hydro-agricoles réalisés dans cette région, avant la 2ème guerre . En fait, comme nous l'avons pu montrer, par la suite, au Sénégal, ce sont des sols qui étaient "potentiellement sulfatés acides" par suite de leur teneurs élevées en sulfures de fer (pyrite) qui, à l'état naturel, avaient un ph voisin de 6-6,5 et dont le drainage, pour lessiver les sels, avait provoqué une oxydation des sulfures, avec formation de sulfates de fer (jarosite) et abaissement brutal du ph à des valeurs inférieures à 3.5.

Grâce à une collaboration entre les pédologues du Centre Agronomique de CANTHO, dirigé par Mr VO TUAN XUAN et ceux de l'Université Agronomique du Wageningen dirigé par le Professeur PONS et VAN MENSWOORT, une carte détaillée des sols du delta du Mékong à l'échelle du 1/250 000 è a été dressée et le Viet-Nam doit accueillir en mars 1992 le 4è Symposium International sur les sols sulfatés acides.

En tout, 11 carottes de 2 m ont été observées et certaines prélevées, pour être analysées

4.1) Morphologie des sols

CAM 1 : sous Rhizophora et Bruguiera
0-90 cm : Très fibreux, tourbeux, riche en racines et radicules, 10 YR 4/2 jusqu'à 50 cm
- 2,5 YR 3/4 ensuite
pH 6.5 - Eh = - 95 mv
90-150 N5/O, Consistant, argileux
150-200 cm 10YR4/2, avec débris racinaires
Eh = - 350 mm, pH 4,5

Nappe : conductivité 27,1 mS/cm

CAM 2 : sous Rhizophora

0-60 cm: argile grise avec racines de Rhizophora - Eh- 80 mv pH = 6,35
60-180 cm : argile gris-bleu-vert à tâches 10YR4/2, puis marron.
Eh = - 350 mv à 140, ph = 6,8

CAM 3 : sous zone marécageuse d'eau douce
0-50 cm : tour,be Eh- 210 mv jusqu'à 50 cm
- 360 mv à 50 cm ph : 6,55
90-180 cm / Argile gris-bleu plus ou moins tourbeuse
Eh :- 340 mv, pH / 6,1

CAM 4

Sous la plantation de Rhizophora "ROLLET"
0-100 cm tourbe fibreuse caractéristique des zones à Rhizophora.
100-150 cm : argile grise avec tâches d'oxydation, rouilles
150-200 cm : argile bleu-vert à tâches 10 YR4/2

CAM 5

Dans une mangrove largement défrichée pour la crevetticulture

0-100 cm: tourbe plus ou moins argileuse, riche en racines, radicelles de Rhizophora avec à 1m 1 niveau tourbeux, pur (prélevé).

100-200 Argile gris-bleu, à tâches "purée de marron"

l'eau de la nappe a une CE de 23 m s/cm et un pH de 7,3

CAM 6 : sous Bruguiera = vaste surface de mangrove défrichée

0-60 cm horizon argileux, oxydé.

60-90 cm gris, réduit

90-180 cm gris bleu à tâches brunes et olives, très consistant

CAM 7 : sous une plantation nouvelle de Rhizophora (3 ans) dans une ancienne mangrove à Bruguiera, Rhizophora + Ceriops

0-35 cm : tourbe inondée

35-100 cm : argile grise à tâches

100-150 cm : argile bleu, avec des strates alluviales brunes

salinité de l'eau de surface 15 g/l.

Dans cette zone, on a pu observer de la culture de patates douces sur billons. Type d'aménagement intéressant associant reboisement en Rhizophora, crevetticulture et agriculture.

Dans la partie Sud de la baie de Nam Can, on observe de grandes surfaces de mangroves défrichées, de manière inconsidérée, pour la crevetticulture. C'est une mangrove à Rhizophora et Avicennia.

CAM 8 : sous culture de patates douces

0-30 cm : tourbe décomposée

30-100 cm : argile gris-vert pH : 6,6

CAM 9

0-20 cm : argile brune - pH : 4

20-80 cm : argile brune + tourbeuse

Les eaux de drainage sont peu salées (2-5 g/l) mais acides : le ph est de 3-3,5

CAM 10 : sous régénération de Rhizophora

0-120 cm : tourbe, à pH compris entre 6,5 en surface à 6,8 à 120 cm.

120-190 cm : argile gris-bleu à tâches jaunes

CAM 11

Sous défrichement d'Avicennia.

0-50 cm : argile gris-brun, quelques tâches, ph : 7
à 35 cm Ph 7.25

50-70 cm : tronc d'Avicennia

70-150 : sédiment argileux gris-bleu, sans tâches.

pH 7.14

4.2) : CONCLUSION

L'étude morphologique montre que, très souvent, on a 2 horizons distincts qui ne correspondent pas à l'évolution d'un seul profil. En effet, on a pu observer qu'à partir d'1 m, donc en profondeur, on trouve un horizon, à consistance ferme, avec des tâches d'oxydation, qui correspond généralement à un profil développé sous Avicennia. Cet horizon est surmonté d'un horizon plus tourbeux sur lequel se développe actuellement Rhizophora, ce qui indique, d'une part que ces zones étaient situées à une date récente, en bordure de mer, permettant l'installation d'Avicennia (Guyane, Guinée, etc...) et que la progradation de la côte, rapide, a conduit à isoler ces zones qui sont plus abritées et sur lesquelles peuvent se développer Rhizophora.

Par ailleurs, à l'exception du dernier profil (CAM 11), tous les autres profils correspondent à des sols "potentiellement sulfatés acides", comme le confirme la présence de tâches de "jarosité", sur tous les déblais et digues que nous avons parcourus. Du point de vue classification, ces sols sont, pour la plupart, soit des "sulfaquents", soit des "fluvents"; dans la soil Taxonomy américain..... correspondant aux "Thiosols" ou aux "fluvisols" du référentiel pédologique.

5 : LES EAUX :

Les présentes observations résultent d'une mission exploratoire faite en saison des pluies (un typhon était passé sur le Nord et le Centre du pays peu de temps avant). Le milieu aquatique continental -et, à un degré moindre, le milieu marin- peut être fortement influencé par le climat. Il faudrait donc compléter ce relevé par des observations de saison sèche.

La région explorée présente un réseau dense de chenaux naturels de toutes dimensions, fort analogue à d'autres paysages de mangrove. De nombreux canaux ont été creusés, à différentes époques, pour drainer les zones inondées ou humides. Toutes ces voies d'eau, qui représentent les seules voies de communication, permettent l'incursion de l'eau de mer, plus ou moins diluée, à d'assez grandes distances à l'intérieur des terres. Superposé à cette influence constante de la mer, un effet saisonnier du bilan hydrique se manifeste sans doute. Les crues apportent, outre l'eau douce, une importante charge sédimentaire; les apports directs d'eau douce par les pluies renforcent la dessalure.

5.1 : Hydrodynamique:

5.1.1: Niveau de l'eau:

Nous rappellerons que la péninsule de Ca Mau est située à la jonction de deux provinces océaniques dont les régimes de marée diffèrent. Sur la côte orientale, la Mer de Chine présente une marée de type semi-diurne variable, à forte amplitude (figure ...), tandis que le Golfe de Thaïlande, à l'ouest, a une marée diurne de faible amplitude (environ 0.7 m). Le fort marnage de la côte orientale, joint aux faibles pentes bathymétriques, donne un estran très large : 5-7 km autant à Vung Tau (ex- Cap Saint Jacques) que dans l'extrême Sud.

Le marnage reste fort assez loin à l'intérieur des terres: sur le rach Cai Ngay, à quelque 30 km de la mer, nous l'avons estimé à 3 m. Les chenaux sont donc souvent creusés très profondément, et leurs berges peuvent être abruptes.

Les variations de niveau nous ont semblé peu prédictibles en détail, même à moyen terme. Il est évident que, dans le cas extrême de la Song Cua Lon (qui a une embouchure sur chaque côte, Est et Ouest), la prédiction serait fort ardue. La variation de niveau est loin de la sinusoïde théorique. Même si la déformation de l'onde de marée dans un chenal est un phénomène bien connu, les diverses interactions du cas présent compliquent fortement le problème.

5.1.2: Les courants:

Nous avons observé des courants de jusant de 0.8 m/s environ, aussi dans le Rach Cai Ngay. Des valeurs plus fortes pourraient exister, d'après nos informateurs. Nous n'avons pu distinguer, dans ces courants, la part due à la marée et celle due au débit propre (d'eau douce). Les transports longitudinaux ("excursion de la marée") sont importants.

Au-delà de la gêne à la navigation, ces courants rapides ont d'autres conséquences. D'une part, l'érosion peut être forte le long des canaux dès que la protection par la mangrove est supprimée; ce point reste encore un détail dans l'état actuel d'occupation anthropique. D'autre part, la forte turbulence permet le maintien en suspension d'une importante charge solide; ceci peut avoir des conséquences sur la productivité des eaux continentales en général (voir ci-dessous).

5.2: Salinité:

Nous avons observé de forts gradients longitudinaux : la salinité passe de 12 à 20 g/l sur 1 km entre le Rach Cai Ngay et la Cua Lon. Ceci indiquerait que le "tidal mixing" reste faible malgré les vitesses élevées. Il faudrait vérifier que les chenaux sont a) assez profonds pour que le terme U^3/Z reste faible et b) assez étroits pour que les masses d'eau se propagent en "piston flow".

Dans les eaux abritées ("shrimp ponds" par exemple), nous avons relevé des stratifications verticales importantes (6-7 g/l sur 1 m). Il faudrait tester si cette halocline n'est pas renforcée par une thermocline (c'est probable), assurant ainsi une forte stabilité verticale. La stratification saline est sans doute liée au régime pluvial. Elle pourrait s'atténuer en saison sèche, mais, à l'inverse, des saumures concentrées pourraient se former en profondeur par circulation thermo-haline. Autant les grands "solar lakes" peuvent être des sources intéressantes d'eau chaude, autant ces petits bassins sursalés et stables pourraient être gênants (anoxie possible aussi).

Dans les eaux de surface échantillonnées, les salinités varient entre 29 g/l (eau de mer) et 0 g/l (Song Bay Hap, vers Ca Mau). La valeur médiane, sur 41 mesures, est de 18 g/l. Ces chiffres très dispersés s'organisent cependant en plusieurs groupes:

- * les fleuves : le seul fleuve véritable est la Song Bay Hap, qui passe à Ca Mau. La salinité y est nulle (au réfractomètre) à environ 40 km de la mer, et elle atteint quelque 12 g/l à l'embouchure. Le panache en mer reste repérable par sa salinité à environ 10 km au large (transition brusque, de 29 à 17 g/l sur le flanc sud, limite moins nette, de 17 à 22 g/l, vers la rive nord de la baie). Nous n'avons pas observé de différence de couleur (eaux uniformément jaunes).

- * les grands canaux: bien qu'appelés "rivières" ("song" ou "rach"), ce sont des chenaux de marée de 50 à 200 m de large, dont la salinité est assez homogène : 20-22 g/l pour la Song Cua Lon, 12 g/l pour le rach Cai Ngay. Ces salinités reflètent l'importance relative de l'influence marine et des apports d'eau douce.

- * les marécages et les petits canaux: nous regroupons là, de manière peut-être schématique, les eaux à long temps de résidence. Dans les petits canaux situés loin en "amont", les salinités sont de 15 à 20 g/l. Des variations faibles, et transitoires (en fonction de la marée?) laissent penser que l'évaporation peut agir même en saison des pluies. Les eaux de surface dans la mangrove sont également à 15-20 g/l le plus souvent, malgré les pluies (nocturnes) fréquentes. Aux deux extrémités de ce groupe, nous trouvons:

- + une zone sursalée, que nous n'avons pas visitée, située au NW de Ca Mau. Dans ces eaux (saisonnièrement?) hypersalées se forment des concrétions gypseuses caractéristiques ("rose des sables").

- + des zones d'eau douce, principalement dans les "back swamps" d'arrière-mangrove. Ces étendues, soustraites hydrologiquement à l'influence marine, sont d'accès difficile sauf là où elles sont défrichées. Nous avons d'autre part traversé une zone fortement dessalée (5 g/l; vers Pho Tan (?), terrain #6a), sans doute par apports des nappes.

5.3: Autres caractéristiques physico-chimiques:

Les quelques températures relevées varient entre 26 et 32°C. Les mesures sont trop dispersées, dans l'espace et dans le temps, pour définir des tendances autres que celles prévisibles (température de l'eau proche de celle de l'air, avec variation nyctémérale plus prononcée dans les eaux peu profondes).

Le pH ne montre pas de variation anormale dans les eaux proches de l'eau de mer (pH 6,7-8,0). Les exceptions sont également assez prévisibles: a) près de Nam Can, une eau saumâtre (15 g/l), avec une abondante végétation de *Laminaria* (?sp.) montre en fin de journée un pH élevé (8,7), suite à la forte photosynthèse; b) des eaux de tourbière, brunes, à salinité faible (1-5 g/l), présentent des pH très bas (3,3-4,0).

La turbidité des eaux était presque toujours très forte (SD, profondeur de disparition du disque de Secchi, à 0,1-0,3 m). D'après la couleur jaune-brun de l'eau, ceci correspond à une importante charge sédimentaire, maintenue en suspension par la turbulence. Les seules exceptions sont observées dans des bassins calmes ("shrimp ponds" surtout), où l'eau plus transparente (SD = 0,4-0,6 m) et plus verte témoigne d'un développement phytoplanctonique. La prépondérance de la turbidité minérale (et l'apparente absence de phytoplancton qui en résulte) peut être un caractère saisonnier; ce point serait à préciser et à quantifier.

5.4 : Observations biologiques:

Ici plus qu'ailleurs, la brièveté de nos observations, et l'absence de données quantifiées, nous obligent à des estimations ("educated guess") qui devront être corroborées.

Comme vu ci-dessus, la majorité des eaux semble pauvre en phytoplancton en saison des pluies (et/ou des crues). Si cette pauvreté était confirmée, il faudrait préciser les effets relatifs a) de l'absence de lumière (à la fois par la turbidité et par la nébulosité) et b) d'éventuelles limitations par éléments nutritifs (lesquels devraient a priori être plus abondants en début de pluies). Parmi les sources d'éléments nutritifs, la matière organique (particulaire, mais surtout dissoute) devra être prise en compte, vu l'abondance de la végétation ripicole.

Il faudrait également confirmer l'apparente rareté des poissons de pleine eau (il s'agit d'une impression, basée sur la faible activité -également apparente- de la pêche pélagique dans les eaux continentales). Là aussi, après confirmation, les causes devraient être recherchées. L'hypothétique pauvreté en phytoplancton pourrait être une explication, mais nous rappellerons l'importance de la "boucle microbienne" ("microbial loop") dans certains milieux. Les fortes quantités de crabes (et de bivalves fouisseurs) indiqueraient la présence d'une importante masse de débris organiques assimilables.

Ce qui précède est fortement hypothétique. Au contraire, l'absence quasi-totale d'huîtres est une donnée solide, même si ses causes restent à éclaircir. Cette absence serait par elle-même assez peu importante; elle nous semble cependant le signe d'un fonctionnement particulier de l'écosystème (voir annexe 3).

5.5 : Conclusion :

Nos observations, lors de cette campagne exploratoire, présentent de nombreuses lacunes, et soulèvent plus de questions qu'elles n'apportent de réponses. Elles ne correspondent, en outre, qu'à une situation bien particulière du climat, et donc de l'hydroclimat. Un supplément d'informations quantifiées permettrait sans doute de restreindre la part des hypothèses, et de dégager à la fois des éléments de réponse et des axes de recherche finalisés.

6 LES AMENAGEMENTS

Si la plus grande partie du Delta du Mékong est aménagée pour l'Agriculture : riz, cocotier, bananier, etc..., nous avons été impressionnés par le fait que toute la péninsule de CAMAU est peu cultivée et recouverte encore d'une mangrove relativement bien conservée, n'eussent été les coupes récentes pour la crevetticulture. La récupération de ces zones pourrait se faire par le système qui se pratique couramment en Indonésie et que nous avons pu observer en Février 1989, au cours d'une mission à Sumatra. Ce système consiste à maintenir en bordure des cours d'eaux une frange de 50-100 cm de mangroves, en arrière de laquelle on aménage des étangs pour la crevetticulture. Ou l'on s'arrête à ce stade, ou l'on peut, si besoin est, poursuivre par des aménagements permettant la riziculture ou toute autre spéculation agricole (patate douce, bananier...). Le drainage de ces zones permet d'assécher la tourbe et de diminuer son épaisseur permettant ainsi la culture du bananier, du cocotier etc....Pour le riz, il est nécessaire d'enlever la couche de tourbe.

La crevetticulture telle qu'elle est conduite actuellement dans cette région est très rudimentaire, et destructrice de l'environnement et à faible rendement.

On pourrait, soit passer à un stade très intensif comme celui que nous avons pu observer à DUYENHAI soit à un stade semi-intensif, comme celui qui est pratiqué couramment en Indonésie. Il serait souhaitable d'envisager une mission de quelques spécialistes vietnamiens en Indonésie, par l'intermédiaire des chercheurs ORSTOM qui connaissent bien les systèmes de production de JAVA et du LAMPUNG (Sud SUMATRA).

7. PROPOSITIONS D' ACTIONS DE RECHERCHE

7.1 : Eaux Continentales

but : définition de types d'eau, et suivi de leur distribution spatio-temporelle. L'accent sera mis sur une description des caractéristiques de l'hydroclimat aux différentes saisons, par des moyens légers.

A) Salinité :

a) mesure :

Description de la répartition des salinités aux différentes saisons ; absence ou présence d'un coin salin, en fonction de la marée.

Du fait de l'existence d'un personnel de terrain qualifié (Eaux et Forêts, etc), la création d'un réseau d'observateurs permettrait un suivi de toute la zone. Des relevés journaliers seraient possibles à un coût relativement faible (échantillons de 10 ml, conservés en tubes à vis, étanches, et dosés après collecte mensuelle). Des échelles limnigraphiques peut coûteuses pourraient aussi être implantées en des points choisis.

b) simulation numérique :

en "modèle en boîte", uni dimensionnel, avec calcul d'évaporation et de pluie. Les données climatiques existent. Il sera nécessaire (quel que soit le principe de la modélisation) de disposer d'éléments de barymétrie et de morphométrie.

B) Autres caractères physico-chimiques :

but : préciser et améliorer le repérage des masses d'eau de différents types.

pH :

devrait être assez constant, sauf cas exceptionnels (tourbières).

Solides en suspension :

traceur des apports terrestres en saison des pluies

* gravimétrie (en laboratoire)

- * turbidité (in situ, disque de Secchi) et couleur (étalon Pt ou échelle Munsell).
- * corrélations avec les signaux satellitaires (peut-être problématique en saison des pluies, par couverture nuageuse).

matière organique dissoute :

traceur des apports terrestres en saison sèche

- * mesure par spectro photométrie UV-visible (250,300,350,400 et 450 nm) sur échantillons filtrés.
- * corrélations avec les signaux satellitaires.

sels nutritifs :

dans de tels milieux, et en fonction des buts et des possibilités avérés de l'équipe locale, des mesures détaillées n'ont pas leur place. Un dosage de l'azote total, ou seulement de NH₄, sera sans doute préférable.

C) Phytoplancton :

(d'après relevé de Melle BUI, ne serait important qu'après disparition de la turbidité minérale).

- * mesure de la concentration en chlorophylle spectrométrie (665,645, et 630 nm) des extraits (méthanol, acétone) de filtres GF/C.
- * estimations visuelles (Secchi et couleur).
- * corrélations avec les signaux satellitaires

D) Phytobenthos :

.Les proliférations éventuelles de macrophytes benthiques seront notées, et si possible quantifiées (poids sec par m²).

. taxonomie des Foraminifères, Thécamoebiens et Diatomées benthiques (voir possibilité de collaboration avec Mr J.P. DEBENAY).

E) Zooplancton

(pour mémoire ; voir Melle BUI)

- * confirmation des zonations écologiques et indices du fonctionnement trophique. Identification (et quantification ?) seulement sur les espèces dominantes.
- * mise à jour des relevés d'abondance de post-larves de crevettes (accessoirement de larves d'huîtres).

F) Production tertiaire :

relevés taxonomiques quantifiés dans des portions représentatives

G) Benthos

a) crabes : estimation des densités et biomasses

b) mollusques :

* détermination des biomasses et des taux de croissance, dans des zones représentatives, pour les espèces exploitées commercialement.

* pour mémoire : examiner les possibilités sur les huîtres : répartition, période de reproduction, possibilités de captage du naissain, etc (quel marche ?).

H) poissons :

* détermination des biomasses dans des portions (et à des époques) représentatives (pêche électrique ? roténone ?)

* évaluation des captures : enquêtes de pêche artisanale.

7.2) Eaux côtières

N.B : Ce volet n'est mentionné que pour mémoire. Il n'entre pas dans le cadre géographique de notre mission d'octobre 1990.

A) température :

Selon existence, soit d'une structure tropicale typique, soit d'un upwelling :

B1a Température de surface :

* vérité terrain : bateaux de pêche ; mesure au thermomètre - seau.

* télédétection : Météosat (moyennes sur 5 jours, avec corrections atmosphériques ; voir Mr J. CITEAU, ORSTOM DAKAR).

B) Profils verticaux :

repérage indirect de la nitracline et du maximum profond de chlorophylle.
bathy-thermographe.

C) Transparence et couleur

* disque de Secchi, échelle de Munsell

* matière organique dissoute (voir A2c).

D) Biomasse phytoplanctonique

* en surface, par utilisation de bateaux de pêche.

* essai de corrélation avec données satellitaires.

E) Poissons

repérage et estimation quantitative des poissons, par écho-sondeur

7.3 Géologie - Pédologie

Dans le cadre d'un accord entre le CNRS Vietnamien et le CNRS France, représenté par le CEGET de Bordeaux, un géologue Vietnamien Mr LE XUANHUYEN doit effectuer un stage avec l'un d'entre nous (C. MARIUS) pendant 3 mois (Janvier-Mars 91). Nous l'avons rencontré à la veille de notre retour en France et lui avons proposé de collaborer au projet sur la mangrove de CAMAU. Nous lui avons fixé 2 objectifs.

1. Etude du suivi de la salinité des sols et des nappes dans 2 séquences.

Ce suivi sera fait selon la méthode que nous avons initié au Sénégal et qui a été reprise par l'équipe de BROSSARD à FORT DE FRANCE.

2 sites ont été choisis : le site n° 3 et le site n° 6 correspondant à 2 types de sols différents, l'un "potentiellement sulfaté acide" (3) et l'autre, sous *Avicennia* (6). Des piézomètres en PVC seront installés dans les séquences, et dans la mesure du possible, un limnigraphe équipé d'un conductimètre dans chaque séquence (cet appareil a été mis au point par

l'ORSTOM et vendu par ELSYDE). Des prélèvements d'eaux de nappe seront effectués en surface et en profondeur, ainsi que les échantillons de sols en surface et en profondeur (0-20 cm et 80-100). Seront mesurés "in situ" le pH et la conductivité, puis sur sols séchés et eaux filtrées, seront mesurés le pH, la conductivité et dosés les ions solubles. Ce suivi sera effectué pendant toute une année en tenant compte de la pluviométrie. Cela nécessitera l'établissement d'un petit laboratoire de terrain à CAMAU pour la filtration des eaux, et les mesures de pH et de salinité.

Parallèlement à cette étude, il sera intéressant d'envisager l'étude de l'évolution du quaternaire récent dans le Delta du Mékong, à partir de l'étude sédimentologique, minéralogique et géochimique d'une série de carottages profonds (10-12 m) effectuée sur une séquence allant de la pointe de CAMAU jusqu'à la plaine des joncs ou la plaine de HATIEN. Complétée par des études palynologiques et des datations, on devrait arriver à une meilleure connaissance de l'évolution des rivages au quaternaire récent dans le Delta du Mékong.

L'ensemble de cette étude pourrait débiter en avril 1991, au retour de Mr LEXUANTHUYEN après son stage en France.

ANNEXES

1) PERSONNES RENCONTREES

Mr (Pr) NGUYEN NGOC TRAN
Vice-président du Comité d'Etat des Sciences et des Techniques
39, Tran Hung Dao - Hanoi
Tlx : 412287 UKKN SVT. Tél : 52 970

Melle (Dr) BUI THI LANG
Bộ Môn Rung Sac/Committee for Science and Technique
79, Truong Dinh Qi
HO CHI MINH CITY
Tél : 97 001

Mme NGUYEN THI HONG MINH
(Director) Camau Sea Product Freezing Enterprise
Phan Boi Chau Street
CAMAU
Tél : 87

M. HOANG DUNG
Forest Inventory and Planning Ministry of Forestry

M. NGUYEN THANH TUNG
Viên Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy (Fisheries Dpt)
San II
TP HO CHI MINH

M. THANH
(Min. des Produits Aquatiques) CA MAU

M. CUON
(Administratif?) CA MAU

M. PHAN XUAN HOANG
Coastal Fisheries Development Company (COFIDEC)
28, Tu Xuong - 3rd district
HO CHI MINH CITY
Tél : 92 268

Mr B. PRUNIERES
Consulat Générale de France, Ho Chi Minh ville
Tél : 97231, 98235
c/o : Ministère des Affaires Etrangères
Service de la Valise Diplomatique
37, Quai d'Orsay
75007 PARIS

Mr (Pr) TRAN THE THONG
Institute of Agricultural Science of South VietNam
121, Nguyen Binh Khiem Str.
Distr.1; HO CHI MINH CITY
Tél : 91746, 97889; tlx 811 201 & 812 602 HOTBT-VT

2) MATERIELS NECESSAIRES

PRIORITE :

0 : existant ; 1 : indispensable

2 : utile ; 3 : souhaitable

O - Réfractomètre	OK
O - Conductivimètre	OK
O - pH-mètre (potentiel rédox)	OK
1 - matériel de filtration	env 3.500 FF
1 - matériel pour dosages de terrain (trousse hach, ou Lovibond)	7.500 FF
1- Balance 0,1 mg	OK ?
1- Filet à plancton	env 2.500 FF
1- Flow-mètre (utilisable en courantomètre léger)	1.500 FF
1- Benne à sédiments	OK ?
1- Disque(s) de Secchi	
1- Echelles colorimétriques	500 FF
1- Etuve 0-100°C	env 3.000 FF
1- Petit matériel de laboratoire "consommable"	
initial	25.000 FF
par an	20.000 FF
1- Réactifs	
initial	20.000 FF
par an	20.000 FF
1-Sondeur acoustique à main	1.200 FF
2-Sonde pour oxygène dissous YSI 57, câble 3 m	7.900 FF
2- Spectrophotomètre 250-850 mm	env 60.000 FF
2- Treuil à main, léger	5.000 FF
+ câble inox X 2,5 mm (100 m)	800 FF
2- Thermomètres-seau	
3- Sondeur acoustique enregistreur	
3- Treuil électrique autonome (bathythermographe)	
Données satellitaires :	
* Vues SPOT à 11.000 FF	
1-Cas le plus favorable X 2	22.000 FF
2-Cas le moins favorable X 6	66.000 FF
2-* Vues Météosat	
S2-* Traitement (copies de bandes, frais divers)	
2-Micro-ordinateur portatif + imprimante avec alimentation régulée pour d°.	45.000 FF

3) REMARQUES RELATIVES A LA CULTURE DE LA CREVETTE.

Nous avons souligné que l'aquaculture, et tout particulièrement la production de crevettes d'élevage, est plutôt de la compétence de l'IFREMER. Cependant, de discussions avec nos collègues ORSTOM de Montpellier qui connaissent mieux que nous les crevettes (Jorge Lins et Jacques Lemoalle), nous avons dégagé quelques points qui méritent réflexion : une série de détails quant aux crevettes, et un élément troublant quant aux huîtres.

Au sujet des crevettes, une regrettable absence de réflexes (de notre part) fait que nous ignorons quelle espèce locale est "cultivée". On ne peut donc encore estimer la taille maximum et le taux de croissance possibles.

Nous pouvons cependant remarquer, suivant J.Lins, qu'un élevage intensif donne une production de 200 kh/ha par récolte (3 récoltes par an). Avec un poids moyen de 20 g par individu, la densité serait de l'ordre d'un individu par m². Même en supposant une efficacité de récolte de 50 %, il semble bien que les densités observées dans le canton de Duyen Hai (seuls chiffres disponibles ; environ 50 individus sur 4m²) soient très excessives.

Dans la plupart des cas, l'eau des bassins paraissait plus jaune (turbidité minérale) que verte (phytoplancton). Le problème de l'alimentation des crevettes ne semble pas avoir été envisagé. Une fertilisation (minérale ou organique) serait peut-être favorable.

Enfin, par rapprochement avec l'absence d'huîtres (voir ci-dessous), nous posons la question de l'abondance de post-larves de crevettes (condition nécessaire) dans les canaux.

L'entreprise du canton de Duyen Hai est la seule qui aie pris des mesures dans ce sens (écloserie).

Au sujet des huîtres, nous avons remarqué, sur le terrain, leur quasi-absence. Dans des milieux analogues, *Crassostrea gasar* est abondante sur les racines de *Rhizophora*. Nous n'avons observé une abondance raisonnable (encore que faible) que sur le Rach Cai Ngay. La seule turbidité de l'eau ne peut être en cause (les eaux de Guyane, ou celles des lagunes tunisiennes, sont au moins aussi turbides). La salinité reste dans des bornes acceptables (20 g/l au mois d'octobre ; de 0 à 20 g/l en Guyane ; de 10 à 40 g/l au Sénégal). L'absence d'huîtres serait donc due, soit à une absence de larves (ou à leur non-fixation), soit à une alimentation défectueuse des adultes. Il faudrait alors savoir a) en quoi le

Rach Cai Ngay se différencie, et b) quelles sont les caractéristiques bio-chimiques des eaux (valeur nutritive : phytoplancton et détritiques organiques fins).

0 50 100 km

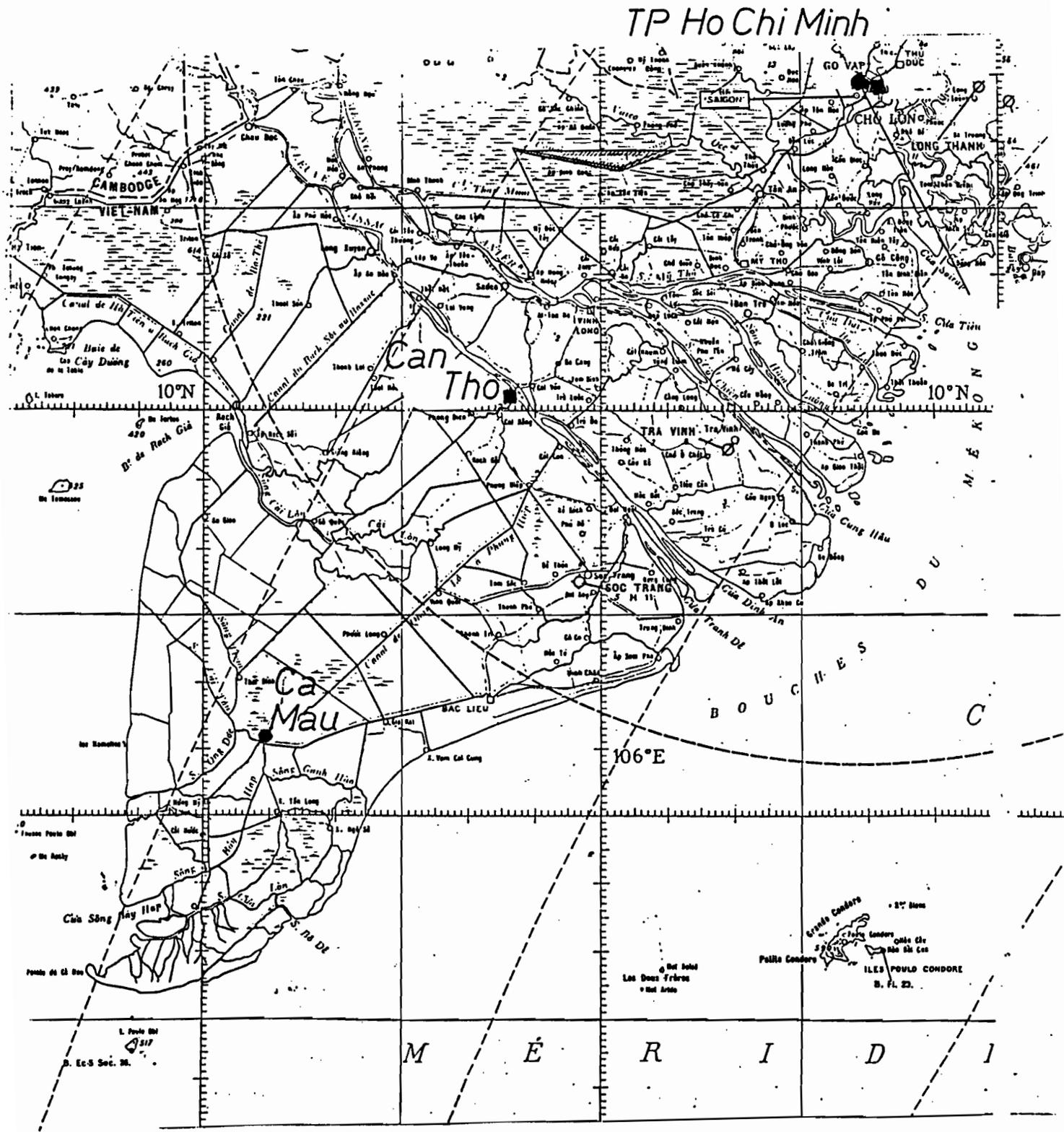


figure 1 : Delta du Mékong au Vietnam

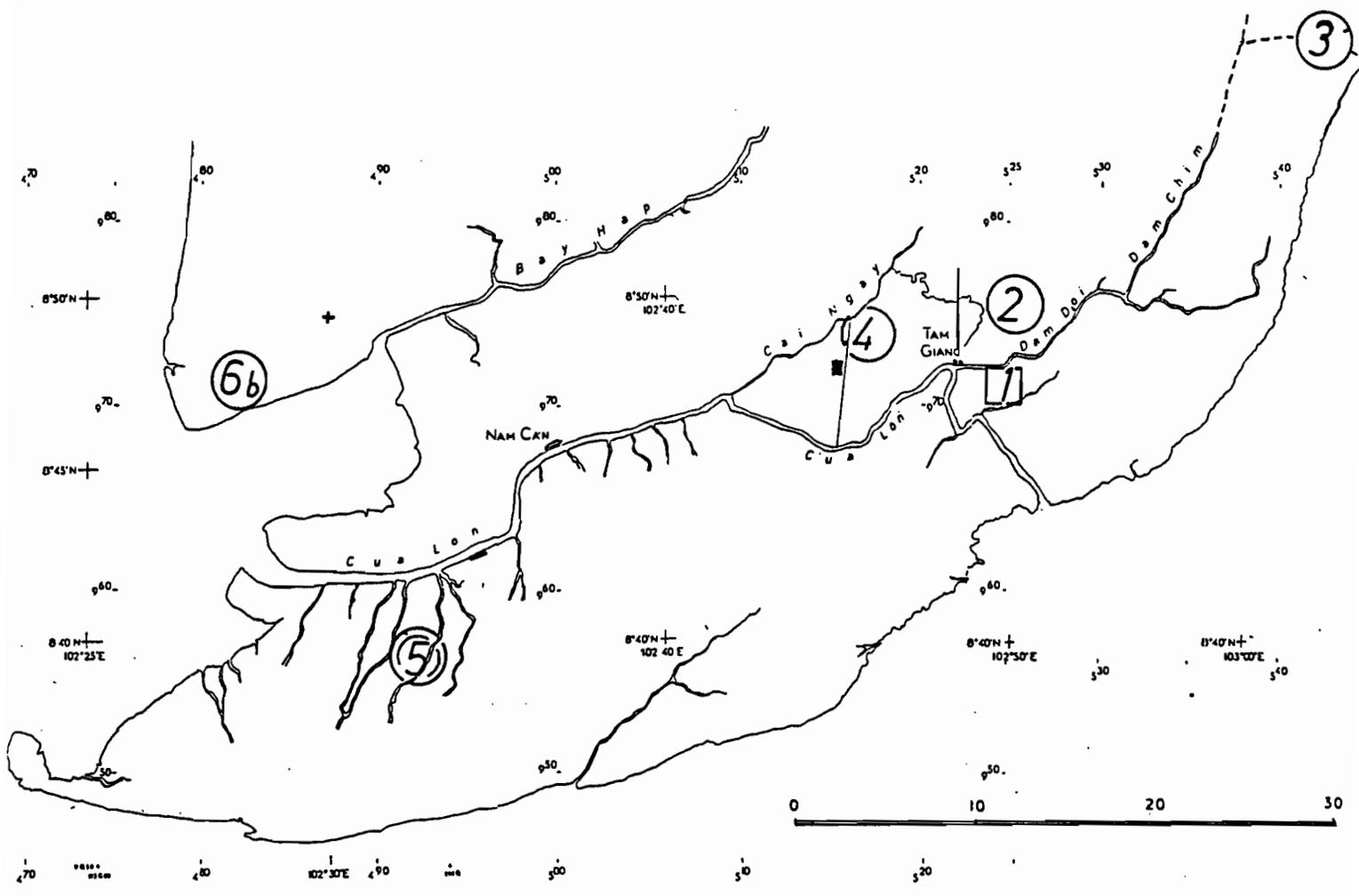


Figure 2 : Péninsule de CAMAU (sites observés)

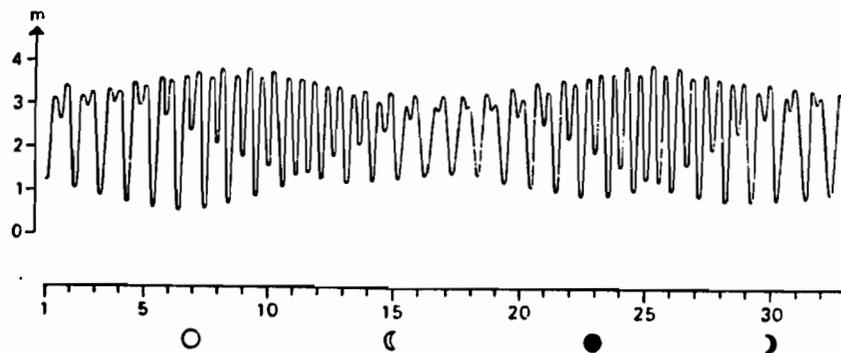


Figure 3 : Marée à VUNG TAU (ex lap St Jacques)
oscillations semi-diurnes avec inégalité du
jusant.

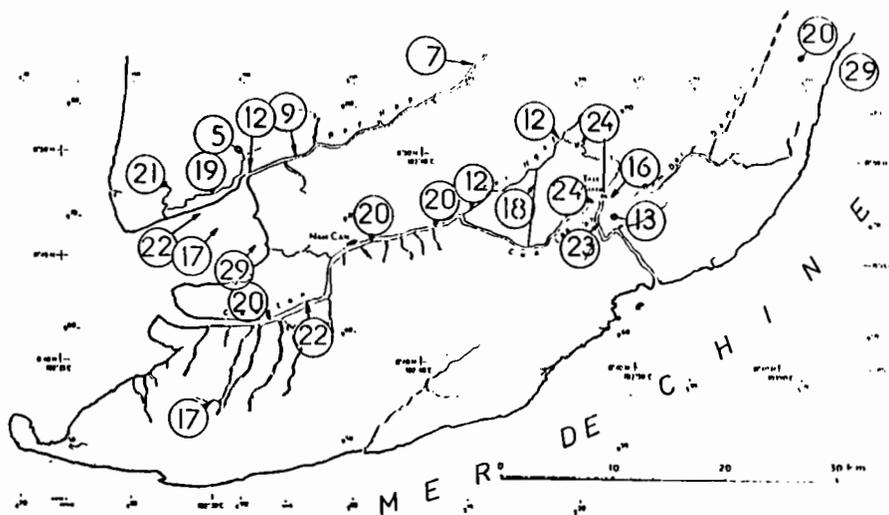


Figure 4 : Salinités mesurées (en g.L -1) dans les eaux de surface.

Les flêches désignent le point de mesure dans un canal.
Les cercles (-o) correspondent à une série de mesures sur
plusieurs plans d'eau.

LEGENDE DE LA PLANCHE PHOTO

- 1- Mangrove à Avicennia
- 2 Mangrove défrichée pour la crevetticulture
- 3- Reboisement en Rhizophora (9 ans)
- 4- Association Crevetticulture Reboisement Rhizophora
- 5- Rizière sur mangrove à Nypa
- 6- Zone nue sursalée (Tamme) sur la route de DUYENHAI
- 7- Etang à crevettes en cours de vidange
- 8- Récolte de crevettes.

