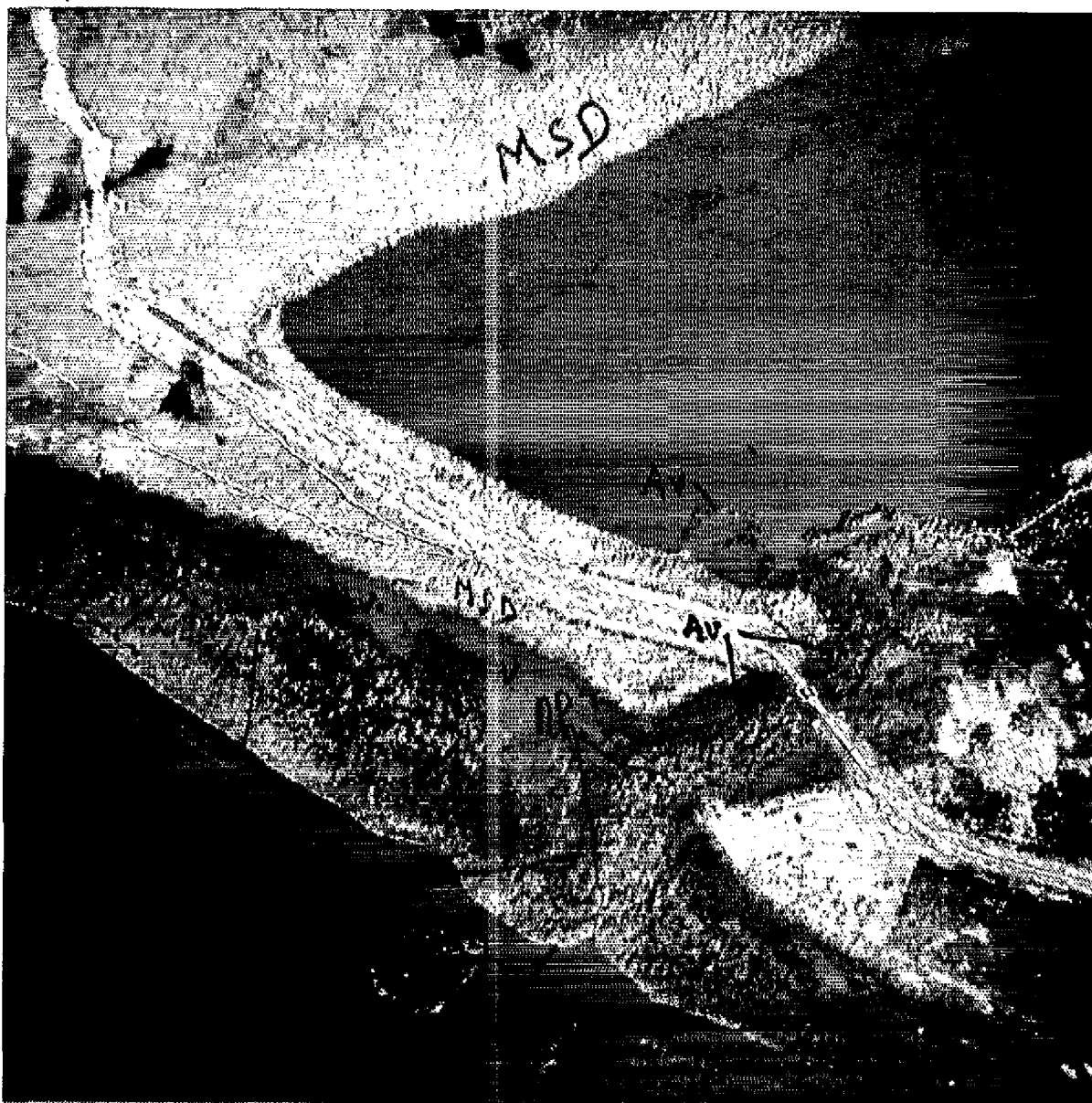


INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES MANGROVES DU MEXIQUE

Photo-interprétation. Types de forêt. Bibliographie

par B. ROLLET

Conservateur des Eaux et Forêts d'Outre-Mer



2-28. -- Laguna oriental. Extrémité N. E. Transect 2 : mélange de mangle blanco et de *Rhizophora*, puis *Rhizophora* pur ; Station 3 : mélange de gros *Avicennia* et de mangle chino. *Avicennia* en bleu.

Abréviations : Av. *Avicennia* ; Co. *Conocarpus* ; Mc. *Laguncularia* (mangle chino) ; Mb. *Laguncularia* (mangle blanco) ; MSD. Fourré semi décidu.

Estado Oaxaca, juillet 1971.

SUMMARY

AN INTRODUCTION TO THE STUDY OF MEXICAN MANGROVES

The author studies some mangroves which grow in the important lagoonal systems of Mexico : Agua Brava (State of Nayarit) ; Laguna Oriental and Laguna Occidental (State of Oaxaca) ; La Joya (State of Chiapas) ; and Laguna de Términos (State of Campeche). Various aerial photographs are available : panchromatic, 1/20,000 and 1/33,000, and tinted, 1/10,000. The different types of trees have been identified ; the panchromatic, and especially the false colour photographs make it possible to distinguish the four dominant species and their dwarf forms quite well.

The mangroves examined grow on silt, sand or peat. The most extensive growths are of *Avicennia* (pure, on a sandy subsoil) or *Laguncularia* (dwarf, on peat). Growths of large *Laguncularia* or large *Rhizophora* seem fairly localized, probably due to the fact that most of the mangroves are separated from the sea by coastal dunes and linked to the sea by long channels. Salinity is low, and has a seasonal rhythm. Flooding by the tide is slight or non-existent ; flooding and depends mainly on rainfall.

Maps, and an annotated bibliography containing 105 references, sum up existing knowledge on these Mexican mangroves.

RESUMEN

INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LOS MANGLARES DE MEXICO

El autor procede al estudio de algunos manglares que existen en los sistemas lagunares importantes de México : Agua Brava (Estado de Nayarit), Laguna Oriental y Laguna Occidental (Estado de Oaxaca), La Joya (Estado de Chiapas), y Laguna de Términos (Estado de Campeche). Se han establecido diversas coberturas aéreas : pancromática a escala 1/200 000 y a 1/33 000 y falso color a escala 1/10 000. Se ha procedido al reconocimiento en el terreno de los distintos tipos de formaciones vegetales. El pancromático y, sobre todo, el falso color, permiten distinguir bastante bien las cuatro especies predominantes y sus formas enanas.

Los manglares visitados se encuentran en terrenos de limo, arena o turba. Las formaciones vegetales más extensas están formadas por, ya sea *Avicennia* pura con subsuelo arenoso o bien, *Laguncularia* enana que se desarrolla sobre la turba. Las poblaciones formadas por grandes *Laguncularia* o de grandes *Rhizophora* parecen bastante localizadas, lo cual se debe probablemente a la disposición de la mayor parte de los manglares, que se encuentran separados del mar por dunas costeras y en comunicación con éste por medio de largos canales o esteros. La salinidad es reducida y presenta un ritmo estacional. La inundación por la marea es reducida o nula ; la inundación depende, sobre todo, de las lluvias.

En una bibliografía comentada de 105 referencias y algunos mapas, se resumen los conocimientos respecto a los manglares mexicanos.

Nous remercions vivement la SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS DU MEXIQUE pour son obligeance. C'est grâce aux photos aériennes qu'elle a bien voulu nous fournir que nous pouvons publier et illustrer cet article.

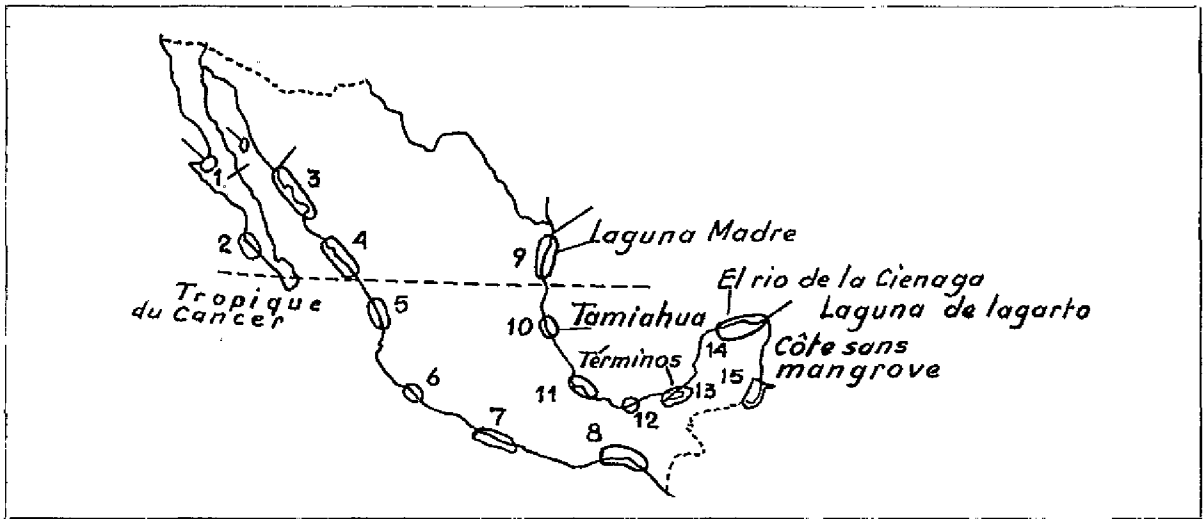
INTRODUCTION

Les mangroves du Mexique ont été jusqu'à présent peu étudiées. La bibliographie en annexe, qui compte 105 références, montre qu'il n'y a pas d'articles généraux ni de synthèse, si l'on excepte un court article de SANCHEZ R., E. M. (1963), un article substantiel sur la mangrove de Tabasco par THOM B. G. (1967) et un intéressant travail sur la faune de la mangrove d'un estuaire atlantique par CHAVEZ O., E. A. (1966). On dispose surtout de notes

éparses sur un grand nombre de sujets débordant souvent le cadre du Mexique ou le sujet des mangroves. Voir en annexe, à la fin de l'article, dans le prochain numéro, la table des matières en tête de la Bibliographie.

Cela provient peut-être de ce que les mangroves ont été faiblement utilisées et méconnues dans leur rôle biologique.

On a par contre consacré beaucoup plus d'études



Carte n° 1. — Principales régions de lagunes littorales du Mexique.

(D'après Cárdenas M. F. (1969). *Pesquerías de la lagunas litorales de México. Lagunas costeras 645-652 1 fig.*)

Longueur des côtes du Pacifique : 6.608 km ; Longueur des côtes de l'Atlantique : 2.811 km ; Surface des lagunes : 12.555 km² ; Surface totale du Mexique : 1.963.890 km² ; Limites septentrionales de la mangrove.

aux lagunes en raison de leur intérêt économique pour la pêche, mais apparemment on a peu étudié les relations entre les deux écosystèmes lagunes-mangroves.

Le long des côtes mexicaines, on observe comme pour certaines côtes ouest-africaines un grand nombre de lagunes, généralement allongées parallèlement à la côte et séparées de la mer par des cordons littoraux.

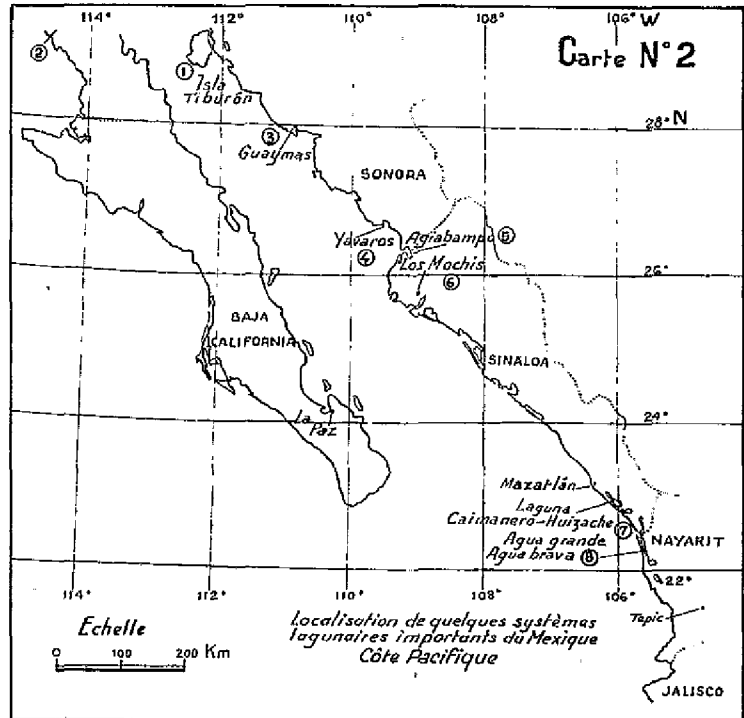
Le développement de ces lagunes est assez considérable puisqu'on estime leur surface à 1.475.500 ha dont 828.500 le long du Pacifique et 647.000 le long de l'Atlantique (6) soit plus de 1 % de la surface totale du Mexique. (Cartes 1, 2 et 3). Leur distribution par Etats est très inégale et non proportionnelle à la longueur de leur façade maritime, car les lagunes sont inexistantes le long des côtes rocheuses sans développement de plaines.

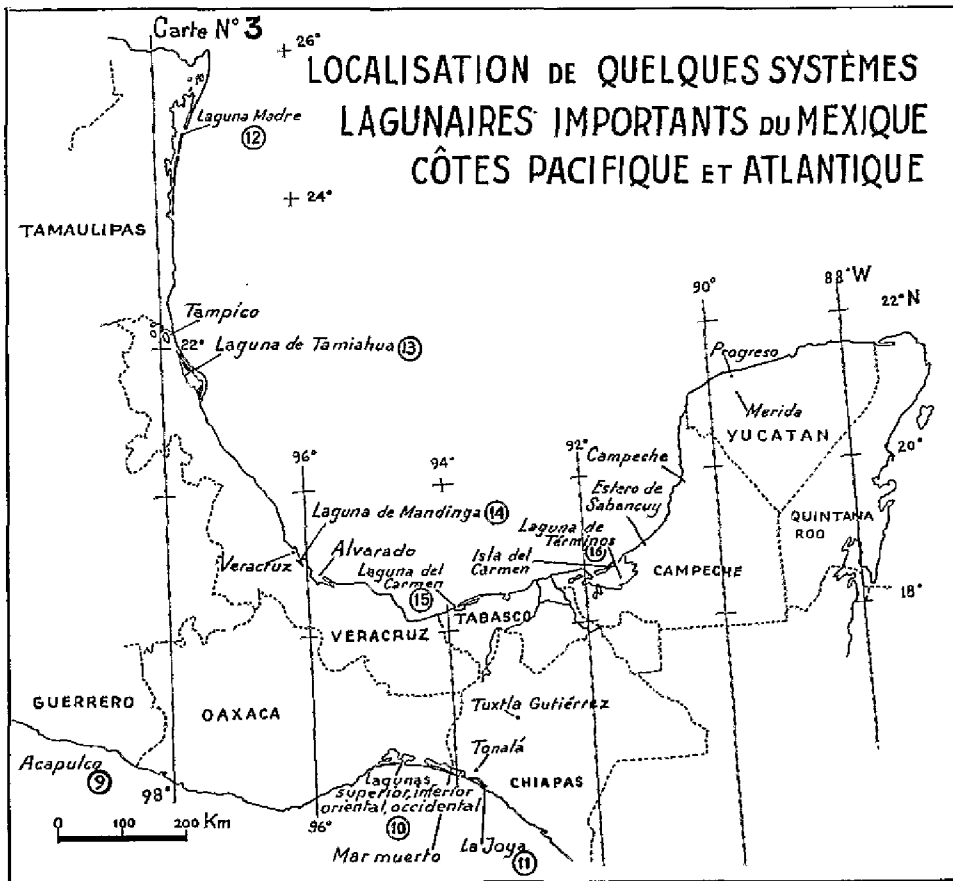
On s'aperçoit que les mangroves accompagnent généralement les lagunes. Elles les bordent sur des largeurs parfois considérables. Faute de travaux adéquats, le rôle de ces mangroves dans la vie aquatique des lagunes est mal connu, mais on a tout lieu de penser qu'il pourrait être très important par l'apport continu de matière organique *.

* HEALD, E. J. (1969). — The production of organic detritus in a south Florida estuary. Ph. D. Dissertation. Univ. of Miami, Coral Gables Fla. viii + 110 p.

* ODUM, W. E. (1970). — Pathways of energy flow in a south Florida estuary. Ph. D. Dissertation. Univ. of Miami, Coral Gables Fla. 162 p.

Localisation de quelques systèmes lagunaires importants du Mexique. Côte pacifique.





Localisation de quelques systèmes lagunaires importants du Mexique. Côtes pacifique et atlantique.

Comme nous ne pouvions pas développer un programme d'études d'au moins un an, nous sommes borné à utiliser les photographies aériennes disponibles en vue de reconnaître et de cartographier les types de mangrove.

Nous traiterons donc ci-après de photo-interpré-

tation, et d'observations floristiques et écologiques en étudiant successivement plusieurs systèmes lagunaires des côtes Pacifique et Atlantique. Enfin, nous ferons le point de ce qui a été publié et de ce qui est connu sur les mangroves du Mexique.

DESCRIPTION DES MANGROVES DE QUELQUES SYSTÈMES LAGUNAIRES

COTE PACIFIQUE

Laguna Agua Brava (Edo. Nayarit).

INTRODUCTION.

Les mangroves d'Agua Brava n'ont pas été étudiées jusqu'ici. Elles ont été signalées par quelques photographies aériennes obliques (réf. biblio. 26, 27, 60) ; elles ont fait l'objet d'une excellente

couverture panchromatique au 1/20.000 en 1964 par Aerofotogrametría S. A. pour la Secretaría de Recursos Hídricos sur tout le système lagunaire Agua

N. B. — Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie publiée à la fin de l'article ; n. v. signifie nom vernaculaire.

Distribution mensuelle des températures et des pluies

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pluies mm	3	0	0	51	0	132	324	316	231	137	25	60	1.279
Températures °C ..	21,4	20,6	22,0	24,0	25,8	28,2	27,9	27,7	27,8	26,8	25,5	22,7	

Grande-Boca de Teacapán-Aguabrava (photos 23 × 23 cm) ; des photomosaïques en feuilles de 50 cm × 50 cm au 1/20.000 et un photoplan général au 1/120.000 sont également disponibles ainsi que des croquis planimétriques au 1/50.000, 1/100.000, 1/200.000, 1/300.000 et un nivellement détaillé au 1/20.000 sur une partie de la zone. Des études assez nombreuses ont été consacrées à la lagune proprement dite : géomorphologie, physique et chimie des eaux, plancton, formes larvaires, poissons, crevettes (voir bibliographie).

CADRE PHYSIQUE (v. cartes 4 et 5).

Le système lagunaire a de 100 à 110 km de long entre Agua Grande et le Rio San Pedro. Sa largeur maximale est de 30 km entre la laguna del Pescadero et la mer. Son axe principal est presque nord-sud. Les 2 lagunes principales, Agua Grande au nord, Agua Brava au sud ont chacune un exutoire ou « estero » en forme de fleuve dont le plus grand, celui d'Agua Brava a entre 800 et 1.500 m de large avec une profondeur maximale de 18 m ; la profondeur la plus fréquente des esteros est de 5 m. Les 2 exutoires se réunissent pour former l'estero de Teacapán qui débouche dans la mer. A l'extrême sud du système le Rio San Pedro débouche dans le Pacifique par l'estero de Camichín.

Les marées sont semi-diurnes. Des tables de prédiction sont publiées par l'Instituto de Geofísica de la UNAM. Le marégraphe le plus voisin est à Mazatlán.

Le niveau moyen des plus basses mers est en février -- 0,15 m ; il s'élève jusqu'à + 0,19 m en septembre puis baisse à nouveau. Les plus hautes pleines mers sont en août + 1,51 m, les plus basses pleines mers en février + 1,26 m ; les plus grandes différences de niveau sont atteintes en novembre (1,90 m).

Les marées sont encore sensibles au village de Puerta del Rio (voir carte) mais sont presque nulles à la Punta del Arco, c'est-à-dire que la lagune Agua Brava n'est pas soumise à la marée.

Le rythme d'inondation est dominé par le régime des pluies. L'inondation se fait de juillet à janvier avec un maximum en septembre et octobre et un minimum en mai. La différence de niveau est de 80 à 90 cm (en 1972 le minimum fut atteint entre le 15 et le 25 mai : le sol était sec dans les peuplements d'*Avicennia* et de *Conocarpus* et à peine humide dans

les peuplements à *Laguncularia* parsemés de petites mares).

Il manque des observations sur la limite extrême atteinte par les eaux et sur les superficies inondées en permanence.

Les pluies sont maximales en juillet et août ; il y a 5 à 6 mois écologiquement secs de novembre à avril. A Santiago Ixcuintla (à environ 30 km à l'est de l'estero Camichín) la distribution mensuelle des pluies et des températures moyennes est celle indiquée dans le tableau ci-dessus.

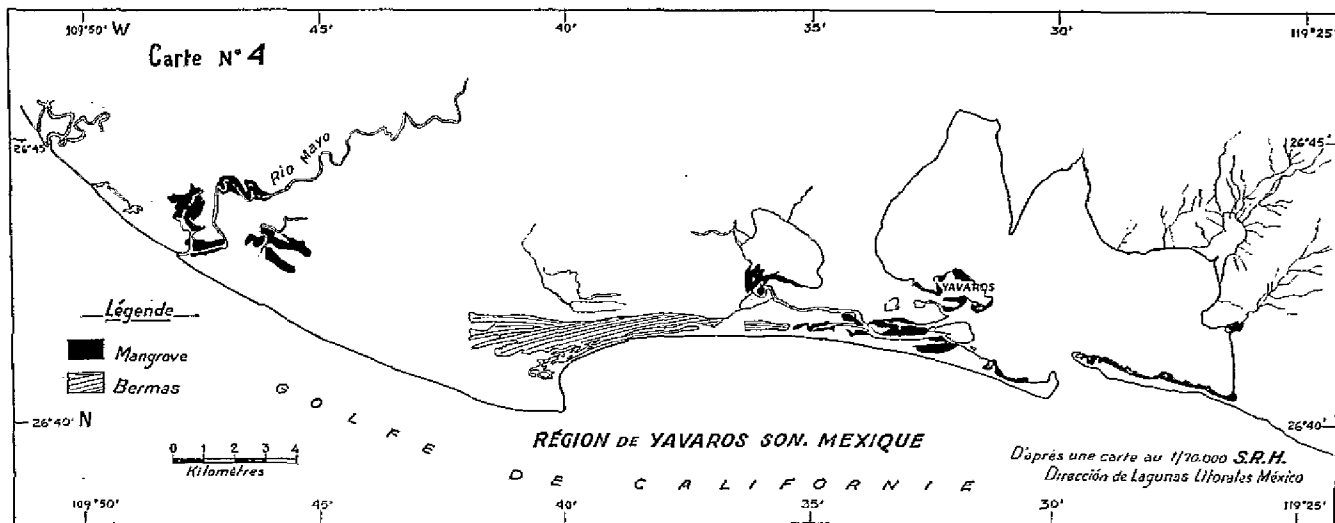
Dans le passé les rivières ont souvent changé de lit, en particulier le Rio Santiago, aujourd'hui au sud, hors de la zone étudiée. Elles ont laissé çà et là des lagunes sans communication avec la mer. Les principales rivières qui déchargent dans le système lagunaire sont peu importantes. Ce sont l'estero Anzueledero, le Rio Acaponeta, et l'estero El Gavilán.

Les débits et l'alluvionnement ont été étudiés par NEDECO-GROUNY (V. bibliographie). La géomorphologie des côtes entre Mazatlán et San Blas (Nayarit) a fait l'objet de 3 articles (26, 27, 60). Celui de MOORE D. G. et CURRAY J. R. (1963) explique la méthode de recherche utilisée et la structure du plateau continental ; celui de CURRAY J. R. et MOORE D. G. (1963) redonne la carte bathymétrique du plateau continental de l'article précédent et tente d'expliquer la formation des dunes successives, depuis que le niveau actuel de la mer s'est stabilisé, il y a 3 à 5.000 ans. Antérieurement à l'Holocène il y avait eu transgression de la mer, mais durant le Pléistocène, le niveau de la mer était plus bas et les fleuves (en particulier le Rio Santiago) avaient construit un système de deltas sur le plateau continental ; les deltas les plus récents dateraient de 19.000 ans d'après une mesure de C 14 sur des coquillages.

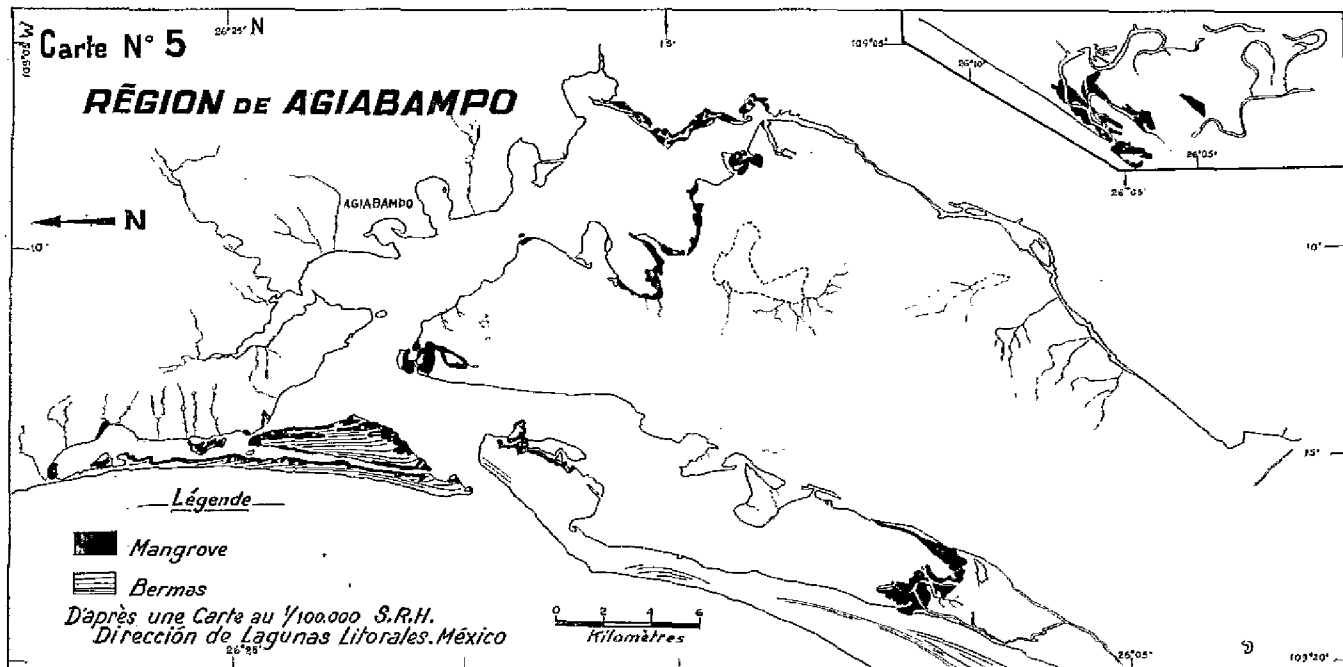
Entre Mazatlán au nord et San Blas au sud, la largeur occupée par les dunes est en moyenne de 5 km sur 225 de long. La plus vieille dune est à 17 km de la mer ; la partie centrale, la plus développée a 130 km de long sur 12 km de large ; on a pu compter jusqu'à 250 lignes de dunes parallèles.

RÉGIONS PHYTOGÉOMORPHOLOGIQUES.

On peut distinguer 4 grands ensembles phytogéographiques qui correspondent assez bien à des conditions géomorphologiques différentes :



Mangrove de la lagune de Agua Brava (Etat de Nayarit).



Mangrove de la lagune de Agua Brava (Etat de Nayarit).
 Détail du microrelief près de Santa Cruz d'après une carte de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

1. — une zone externe de dunes et de chenaux,
2. — une zone intermédiaire d'alluvions récentes,
3. — une zone interne d'alluvions anciennes,
4. — les cours inférieurs des rivières.

1. — La région des dunes et des chenaux (« bermas » et « cañadas ») est la zone la plus externe en bordure de mer ; elle est caractérisée par une succession de dunes parallèles dont les thalwegs restent

inondés même en saison sèche. D'après CURRAY et MOORE, les parties émergées et immergées ont des largeurs voisines (environ 25 m), la hauteur émergée varie de 1 à 5 m au-dessus du niveau général qui est celui de la mer. Un nivellement détaillé de cette région apporte quelques précisions ; il a été levé à l'ouest de la route Puerto de Palapar-Santa Cruz-San Andrés par la Dirección de Acuacultura à Acajoneta, en prenant comme intervalle les

courbes de niveau + 1,5, + 1,0, + 0,5, — 0,5, — 0,75, — 1,5, — 2 m. On peut constater sur cette carte que la majeure partie de la région est entre — 0,5 et 0 m, le reste surtout entre 0 et + 0,5 m avec de faibles surfaces à < — 0,5 m ou > + 0,5 m.

La largeur maximale est de 13 km entre Laguna el Conchal et la mer, la largeur minimale est de 2,5 km à Puerta de Palapar (12 km au sud de Puerta del Río).

La région 1 comprend 3 types de végétation : la forêt décidue ou semi-décidue, les fourrés des marais salés (marismas) et la mangrove.

La forêt décidue ou semi-décidue a été partiellement détruite pour y installer des cultures surtout au nord de l'Estero de Teacapán. Elle entoure toute la région et arrive jusqu'à la crête de la première dune en bord de mer. Cette forêt est luxuriante dans la partie la plus externe, sur les dunes les plus élevées ; les espèces les plus fréquentes sont : *Bursera simaruba* (n. v. : Jioté) au tronc et aux branches d'un remarquable rouge vif ; *Enterobium cyclocarpum* (n. v. guanacaste), d'autres légumineuses souvent épineuses, des cactacées, *Orbignya* (n. v. Palapa) qui existe aussi en peuplements purs.

Les marais salés, zones plates et salées s'assèchent de février à mai et s'inondent en saison des pluies à partir de juin-juillet. Elles sont dépourvues de végétation, ou on y rencontre, avec des *Salsolaceae*, une grande graminée (*Muehlenbergia*) ou çà et là des taches souvent alignées de *Conocarpus*, d'*Avicennia* bas ou de fourré décidu.

Rhizophora mangle peut être présent ainsi que *Anona glabra*. Lorsque les alignements de taches ou bandes interrompues sont bien visibles (en particulier par inspection aérienne) on peut penser que ces zones correspondent à d'anciennes portions du système bermas-cañadas qui a été écrêté par l'érosion et alluvionné dans les creux.

Les mangroves sont disposées sur une série de crêtes parallèles de faible dénivelée avec le fond des cañadas voisines, et se composent d'un mélange de *Laguncularia* bas (n. v. mangle chino) d'*Avicennia* et de *Conocarpus*.

2. — La région 2 est occupée en son centre par deux grandes lagunes communicantes *Agua grande*, *Agua brava*, elles-mêmes entourées d'une mangrove basse criblée de tourbières salines (« *Albuferas salinas* ») sans végétation ni drainage, situées un peu en contrebas par rapport à la mangrove environnante. Ces tourbières peuvent s'assécher en surface et se recouvrent d'une efflorescence saline blanche, la boue sous-jacente très humide et malodorante restant très molle et dangereuse à traverser ; généralement l'évaporation n'est pas complète et des mares permanentes subsistent avec une eau très foncée, couleur thé ; de telles mangroves sont de véritables éponges avec une nappe phréatique entre 0 et — 40 cm ; cette impression est renforcée par la reconnaissance en avion ou la photographie aérienne.

L'espèce dominante est essentiellement *Laguncularia* (n. v. mangle chino) en fourré pur et serré de 5 à 7 m de haut où la marche est difficile. On trouve quelquefois des *Rhizophora* et des grands *Laguncularia* (n. v. mangle blanco). *Avicennia* est presque toujours absent ; il y a très peu de marais salés à l'intérieur de telles zones.

3. — La région 3, la plus interne, est une zone d'alluvions anciennes et de terrains plus élevés. C'est une zone de transition entre la mangrove et la végétation climax de terre ferme, c'est-à-dire la forêt décidue ou semi-décidue. On peut trouver des espèces représentatives des deux formations en mélanges variables : à mesure qu'on s'éloigne de la mangrove, *Rhizophora* disparaît le premier, puis *Laguncularia* ; *Avicennia* peut se rencontrer très à l'intérieur, *Conocarpus* est dominant en fourrés discontinus très à l'intérieur ; il se mélange avec des éléments de la forêt sèche décidue. On trouve fréquemment des étendues d'eau qui sont des lagunes fermées et d'anciens lits de rivière sans communication avec la mer ; on trouve aussi des surfaces importantes, presque sans végétation et recouvertes d'une faible couche d'eau, soit à la périphérie de la zone de mangrove, soit entre grandes masses de mangrove et qui sont nettement en voie de colmatage (zone du lieu dit Nueva Sirena ; zone du nord de l'estero qui fait communiquer la Laguna del Arco et la Laguna de Huaritura ; zone entre les esteros El Bule et El Gavilán.

4. — Les cours inférieurs des rivières se superposent à la barrière des dunes parallèles qu'elles rompent en traversant quelquefois des mangroves importantes (estero de Camichín) avant d'atteindre la mer. Cette formation surimposée est nette sur des assemblages de photoplans au 1/20.000 et plus encore sur des photoplans à petite échelle, par exemple au 1/100.000, où les grands ensembles géomorphologiques apparaissent mieux.

TYPES DE MANGROVE.

Il existe de nombreux exemples de peuplements monospécifiques de chacune des 4 espèces de la mangrove : *Rhizophora*, *Laguncularia*, *Avicennia*, *Conocarpus*, ainsi que des formes naines de *Rhizophora* et de *Laguncularia*. Citons :

— *Rhizophora* pur, photo n° 1 (p. 17), station 23 ; photo n° 2 (p. 18), station 3 bis.

— *Laguncularia* (mangle blanco) pur : photo n° 5 (p. 19), stations 11 et 13 ; photo n° 6 (p. 18), station 15 bis.

— *Laguncularia* (mangle chino) pur : photo n° 1 (p. 17), stations 21 et 21 bis ; photo n° 4 (p. 17), station 7 bis ; photo n° 5 (p. 19), station 11 ter.

— *Avicennia* pur : photo n° 5 (p. 19), station 12 ; photo n° 6 (p. 18), station 15 ter.

— *Conocarpus* pur : photo n° 4 (p. 17), station 7 bis.

— Mélanges : *Avicennia-Conocarpus* : photo n° 1 (p. 17), station 22 ; mangle chino et *Avicennia* : photo n° 1 ; mangle chino et *Rhizophora* : photo n° 1. Les mélanges d'espèces sont plutôt l'exception à Agua Brava.

On trouve en outre des :

— Fourrés semi-décidus : photo n° 3 (p. 16), station 6 ; photo n° 5 (p. 19), station 11 bis.

— Marismas : photo n° 1 (p. 17) ; photo n° 2 (p. 18), station 4 ; photo n° 3 (p. 16), station 7 ; photo n° 4 (p. 17) ; photo n° 6.

SUCCESSION.

Les séquences sur le terrain sont assez claires. Dans toute la zone Agua Brava, de la berge d'un estero ou d'une lagune vers l'intérieur des terres, on rencontre dans l'ordre : une frange étroite de *Rhizophora*, puis *Laguncularia* (n. v. mangle chino qui est la forme naine), puis *Avicennia*, enfin *Conocarpus*. Mais de Puerta del Rio vers l'aval, le mangle chino est remplacé par le mangle blanco (*Laguncularia* de grande taille), peut-être à cause de l'augmentation de la salinité.

La succession dans le temps est moins évidente dans ce sens qu'on ne l'a vue que dans un petit nombre de stations par rapport au nombre total de stations visitées. Exemple : photo n° 5 (p. 19) dans un peuplement à *Avicennia* pur (station 12) on observe de nombreux mangles blancs > 20 cm de diamètre, morts depuis longtemps ; en avant des *Avicennia*, on trouve un peuplement pur de mangle blanco (station 13) ; il semble logique de penser que le mangle blanco conquiert peu à peu l'estero (station 13) tandis que *Avicennia* profitant de l'alluvionnement colonise les arrières du mangle blanco. Cette photographie aérienne montre clairement les parties soumises à l'érosion et à l'alluvionnement, les anciennes limites de berges et l'alignement général des vieilles dunes dont les cañadas ont été comblées.

Dans la station 11 on a un peuplement de mangle blanco avec un sous-bois jeune et abondant d'*Avicennia* et de *Rhizophora*. *Avicennia* supporte assez bien l'ombre mais l'avenir de *Rhizophora* est nul, d'où la possibilité d'une succession.

Sur la photo n° 6 (p. 18), de la rivière vers l'intérieur on a un rideau de *Rhizophora* puis un peuplement pur de grands *Laguncularia* (mangle blanco, station 15 bis), enfin en arrière un peuplement pur bas d'*Avicennia* (station 15 ter).

REMARQUES GÉNÉRALES.

On n'a pas observé de phénomènes de destruction naturelle importante en mangrove à Agua Brava ; il est difficile de dire si les quelques arbres déracinés vus çà et là le long de l'estero de Agua Brava sont le fait du vent ou de l'érosion. Les attaques de champignons et d'insectes sont négligeables. On n'a pas vu de peuplements entiers morts sur pied comme

dans l'état de Chiapas mais on a noté assez fréquemment la mort des extrémités de rameaux en bordure d'esteros (ex. : estero del Anzueleadero). On a vu quelques cas de mort sur pied par la foudre en toutes petites taches, mais beaucoup plus petites que ce qu'on peut observer en Malaisie et à Sarawak en forêt marécageuse.

Il y eût un grand incendie (1964 ou 1965 ?) dans la région de Nueva Sirena, probablement dans les peuplements de mangle chino sur tourbe ; un fourré très bas de la même espèce a suivi (1972).

L'exploitation des arbres existe un peu partout mais elle est faible ; elle est faite par les pêcheurs pour leurs maisons et leurs barrages (tapos) pour lesquels ils utilisent surtout, en dépit de sa faible durabilité le mangle blanco à cause de son fût droit et de son bois assez tendre.

On trouvera en fin d'étude une bibliographie sur les conditions de milieu et sur la faune de la lagune proprement dite Agua Brava.

Laguna Oriental-Laguna Occidental. (Edo. Oaxaca)

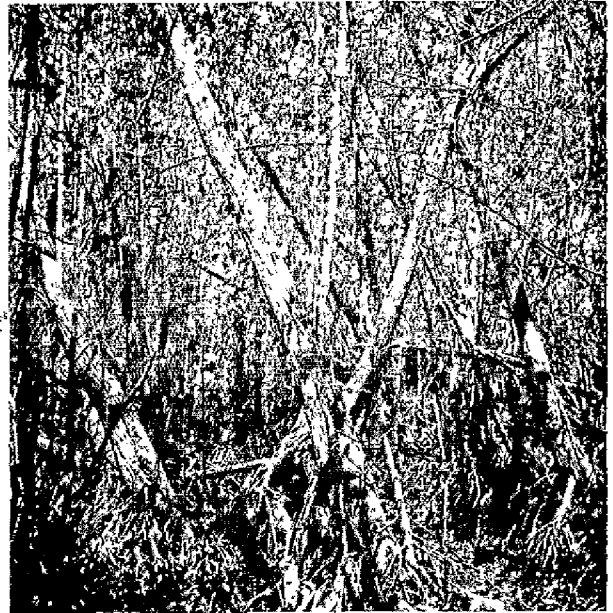
La zone étudiée présente une forme triangulaire de 25 km de base d'Est en Ouest (la Barra de San Francisco étant à l'ouest) et de 12 km de hauteur, soit une surface d'environ 15.000 ha. La géomorphologie communique à la région des caractères originaux ; sur une base granitique avec affleurements peu élevés (isla Cerro Blanco, collines à l'ouest et au nord de San-Francisco del Mar el Viejo) s'est installé un système de dunes parallèles nord-ouest/sud-est entre la Laguna Inferior d'une part, Oriental et Occidental d'autre part, et au sud de cet ensemble ces dunes sont orientées par le vent « Norte » qui souffle fortement en septembre-octobre (photo 33 F 15, p. 19 : bord est de la Laguna inferior, et extrême ouest de la Laguna Occidental). Cette orientation est aussi imposée aux nombreuses lagunes fermées de la péninsule à l'est de la Laguna Occidental. Une telle structure n'existe pas sur le bord oriental de la Laguna Oriental (sauf à la pointe sud de la péninsule El Carrizal) ni à l'est de l'estero El Tamarindo, où commence la structure est-ouest des dunes qui apparaît sporadiquement le long de la côte du golfe de Tehuantepec (sud du Mar Muerto, sud de la Laguna La Joya). La vaste région située entre la rive orientale de la Laguna Oriental et le Mar Muerto est en voie de colmatage et presque sans végétation, à part des restes et berges d'esteros couvertes d'*Avicennia*.

Le sous-sol est sableux ; le sable apparaît fréquemment au sommet des dunes (photo 32 F 15) et sur les berges orientales (au vent) de la Laguna inferior et de la Laguna Oriental qui sont sans mangrove. Au contraire, sur les berges sous le vent (berge occidentale de la Laguna orientale) il y a alluvionnement et installation de mangrove (*Rhizophora* et *Laguncularia* n. v. mangle chino) ; dans

LAGUNA DE AGUA BRAVA (Etat de Nayarit).



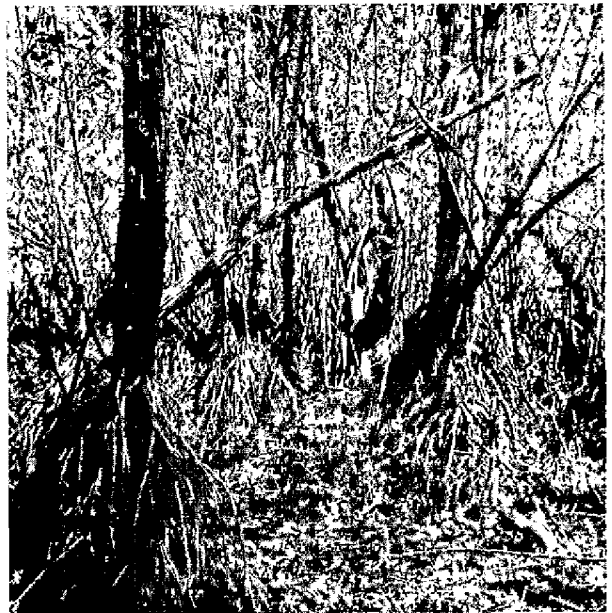
En face de l'Estero Cuautlá. Fourré pur de *Rhizophora* 5 à 7 m de haut, avec un peu de *Laguncularia* (Mangle chino). Station 23. Photo aérienne (8-9) (53), n° 1 p. 17.



Punta del Arco. Peuplement pur de *Laguncularia* (Mangle chino) criblé de petites mores ; racines aériennes jusqu'à 60 cm de haut ; sol argileux très organique ; eau à — 15 cm. Station 25. Photo aérienne (8-10) (53).



Berma couverte d'un peuplement presque pur de *Laguncularia* (Mangle chino) ; au premier plan, pneumatophores d'*Avicennia* ; NW de Santa Cruz. Station 7 ter. Photo aérienne (9-4) (58), n° 4 p. 17.



Entre Puerta del Rio et Punta del Arco (estero del Comején), rive ouest de l'estero Agua Brava. Peuplement pur de *Laguncularia* (Mangle chino) en fin de saison sèche.



Punta del Burro. Peuplement pur de *Laguncularia* (Mangrove chino) de 5 à 10 cm de diamètre. Houppiers ronds très petits ; beaucoup de lumière arrive au sol ; sol non inondé mais beaucoup de mares. Quelques *Rhizophora* disséminés.



Pied de *Laguncularia* (Mangrove blanco) de 30 cm de diamètre avec contreforts ; semis et pneumatophores. Estero del Anzueledero.

la partie occidentale des lagunes les dunes sont occupées par une végétation de fourré semi-décidu (MSD) qui devient plus grand dans la partie orientale.

A l'intérieur de la mangrove, la moindre petite élévation (de 50 cm à 1 m) est occupée par du fourré semi-décidu ; voir les photos fausse couleur 4-16 et 7-7, p. 23.

Les dépressions entre les dunes sans communication avec la mer présentent un fourré dense de *Conocarpus* pur très développé dans la péninsule, à l'ouest de la Laguna Occidental.

La succession est la même qu'à Agua Brava : *Rhizophora* dans les eaux les plus profondes sur vase molle ; *Laguncularia* (n. v. mangrove chino) dans les sols moins inondés, avec dans chaque cas *Avicennia* sur sols plus élevés et sableux.

Conocarpus est l'espèce la plus plastique ; elle résiste à l'inondation permanente d'eau presque douce, elle colonise les sommets arides des dunes de sable, elle peut être trouvée en mélange avec *Avicennia*.

Rhizophora est peu abondant, généralement distribué en frange basse (estero entre Laguna Inferior et Laguna Oriental, berge occidentale de la Laguna Oriental). Il a son plus grand développement le long de l'estero Lagartero au fond de la Laguna orientale, qui la relie à la Laguna Inferior (photo fausse couleur 2-28, p. 3).

Mar Muerto. (Edo. Oaxaca)

Une brève visite à l'extrémité orientale de la lagune Mar Muerto à partir de Paredón jusqu'à la

Boca de Tonalá a permis de voir près de cette embouchure des peuplements étendus et assez fermés d'*Avicennia* de 7 à 10 m de haut, de tous diamètres et une régénération par graines, abondante partout. Vers l'intérieur les peuplements d'*Avicennia* deviennent plus ouverts et sont séparés par de nombreuses petites lagunes, ce qui suggère que la colonisation est assez récente et active ; très souvent les peuplements forment des anneaux avec une lagune intérieure, chaque anneau étant séparé des voisins ; la topographie de ces anneaux rappelle celle d'atolls avec *Avicennia* sur les parties émergentes.

Quelquefois *Laguncularia* (mangrove blanco) existe à la périphérie externe de ces parties émergées et la lagune intérieure n'existe pas ; on trouve à la place un peuplement d'*Avicennia*. A noter que la profondeur de l'eau au centre de l'atoll est de 1,5 à 2 m alors qu'à l'extérieur elle est de 1 m seulement. Ces atolls peuvent arriver à se toucher par un bord, donnant d'avion l'impression d'une dentelle gris verdâtre où la végétation occupe en fait une faible fraction de la surface totale.

La partie occidentale du Mar Muerto n'a pu être atteinte à partir de la Laguna Oriental à cause des basses eaux (moins de 10 cm-19-23/6/72). Les photos aériennes montrent clairement les divers processus de colmatage rapide. Il y a probablement colonisation progressive par *Avicennia* avec tous les intermédiaires possibles entre hauts fonds, barres sans végétation, îles en forme d'atolls, îles sur le point de se réunir, etc...

En conclusion les régions Laguna oriental et

Laguna occidental ont peu de mangrove, mais de nombreuses particularités intéressantes : dunes mouvantes, lagunes fermées, processus de colmatage rapide, destruction de la mangrove par ensablement, peuplements purs de *Conocarpus*, colonisation active par les *Avicennia*.

Laguna la Joya (Edo. Chiapas).

La laguna de la Joya est à 15 km au sud-est de Tonalá (Edo de Chiapas). On y a accès par route de Tonalá à Puerto Arista, puis à Cabeza de Toro et San Cayetano.

Le système lagunaire comprend 2 lagunes principales (Cabeza de Toro, la Joya et Buena Vista) et des élargissements (ex. Las Conchas) reliés entre eux par un estero ; sa longueur totale d'Est en Ouest est de 35 km ; il communique avec la mer à la Boca del Cielo après un parcours de 20 km parallèle à la côte, à 2 km au sud de la lagune.

La S. R. H. a établi un croquis planimétrique au 1/200.000 et a fait exécuter un levé aérien au 1/20.000 ainsi qu'un levé partiel au 1/10.000 en fausse couleur pour des recherches. Ce levé a permis une cartographie partielle au 1/20.000 de la végétation où la mangrove est délimitée sans distinguer les types (S. R. H. Dirección de Estudios, sous direction de télédétection).

Diverses études ont été faites par contrat sur la lagune : bathymétrie, salinité, température, transparence, pH et oxygène dissous. Les marées sont à peine sensibles (5 cm).

La masse principale de la mangrove de la Joya occupe tout le côté sud de la Lagune en un vaste triangle isocèle de 6 km de hauteur dont la base est-ouest a 15 à 16 km de long entre Cabeza de Toro et San Cayetano, soit une surface d'environ 4.500 ha y compris les multiples petites lagunes dont elle est criblée.

La végétation qui se rencontre dans ce triangle est un mélange intime de taches de *Rhizophora* (n. v. candelón) et de *Laguncularia* (n. v. mangle chino et mangle blanco). En général *Rhizophora* est dominant, plus rarement *Laguncularia* ; la masse est le plus souvent discontinue à cause des mares et petites lagunes intercalaires, ce qui donne à l'ensemble, vu d'avion, l'aspect d'une éponge (Voir ci-après Interprétation photographique).

Il est vraisemblable qu'un mouvement général

d'alluvionnement vers le nord est en cours, ce qui pourrait finir par isoler la lagune de l'estero, donc de la mer. La rive nord du système n'a pas de mangrove ou seulement une frange étroite d'*Avicennia*, avec un fourré semi-décidu immédiatement derrière.

Il existe des peuplements purs de *Laguncularia* (mangle blanco) en bordure de la lagune Las Conchas, un mélange de grands *Rhizophora* et de grands *Avicennia* entre Las Conchas et le lieudit el Remolino à l'extrême est du système, ainsi qu'un peuplement pur important de grands *Rhizophora* à el Remolino (près du village La Manguita).

Le long de l'estero de 20 km qui débouche en mer, il y a seulement un rideau étroit de mangrove.

L'embouchure de l'estero Arrobas est bordée de *Rhizophora* de 10 m de haut, sur une largeur de 20 à 50 m avec des *Avicennia* derrière ; parfois *Avicennia* atteint la berge en particulier dans les parties concaves.

Faute de photographies aériennes, la zone entre San Cayetano et El Remolino n'a pu être étudiée. Par contre, grâce aux photos fausse couleur disponibles pour la Joya, certaines espèces ont pu être distinguées (voir ci-après Interprétation photographique).

Cartographie des mangroves de la côte pacifique mexicaine.

Signalons pour terminer sur les mangroves de la côte pacifique mexicaine qu'elles ont fait l'objet de quelques essais cartographiques à l'occasion de l'étude de systèmes lagunaires.

Escuinapa-Yavarós, 1/70.000, Estado Sonora, carte 6.

Agiabampo, 1/100.000, Estados Sonora et Sinaloa, carte 7.

Huizache-Caimanero, 1/80.000, Estado Sinaloa, carte 8.

Nous reproduisons ces cartes généralisées au 1/200.000. Nous venons de mentionner que les mangroves de la Joya ont fait l'objet d'une cartographie partielle au 1/20.000 (S. R. H. Dirección de Estudios, non publié).

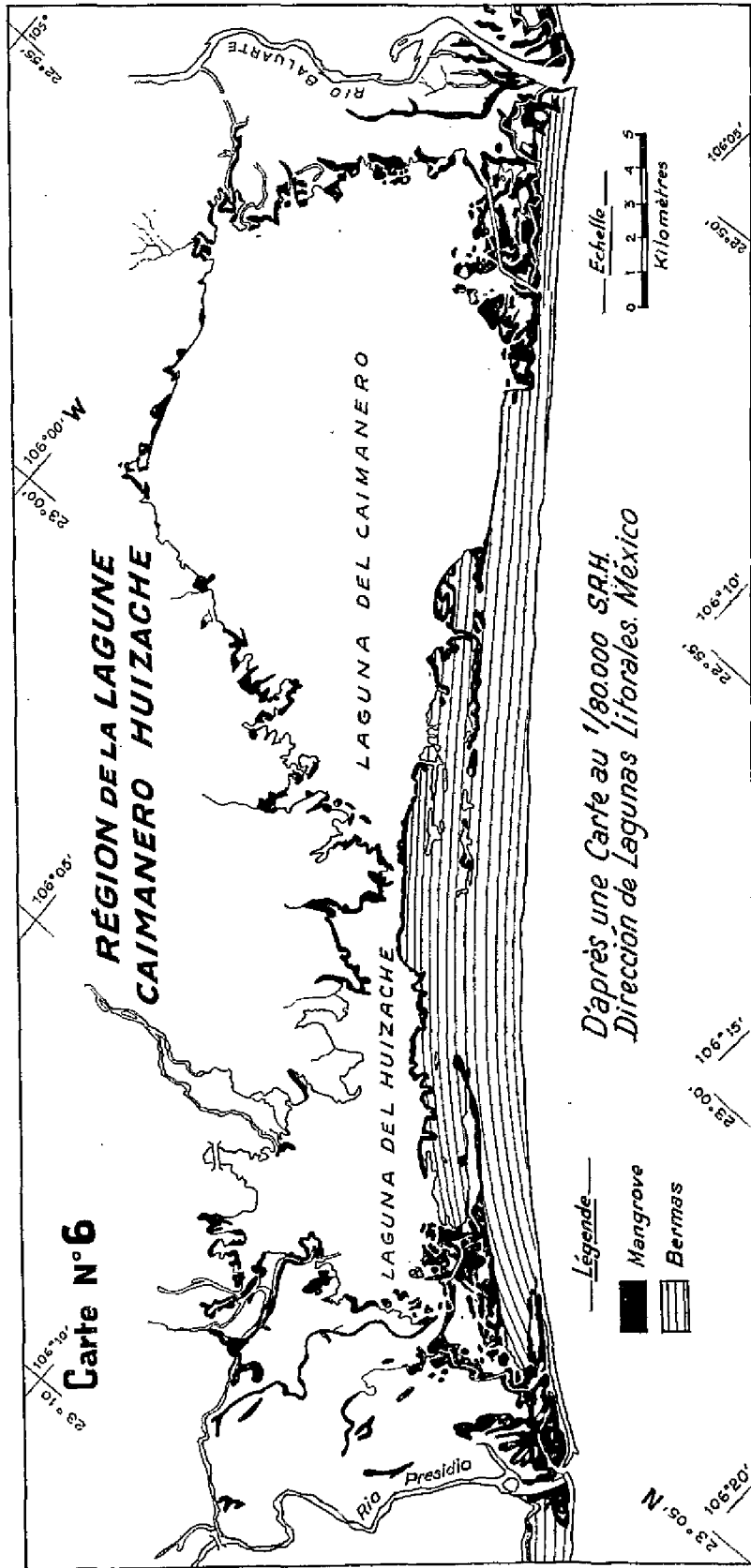
Les limites septentrionales des mangroves pacifiques sont signalées dans (25) (32) et (86) : 28°54' sur la côte ouest de basse Californie, île Tiburón et Guaymas dans le golfe de Californie.

COTE ATLANTIQUE

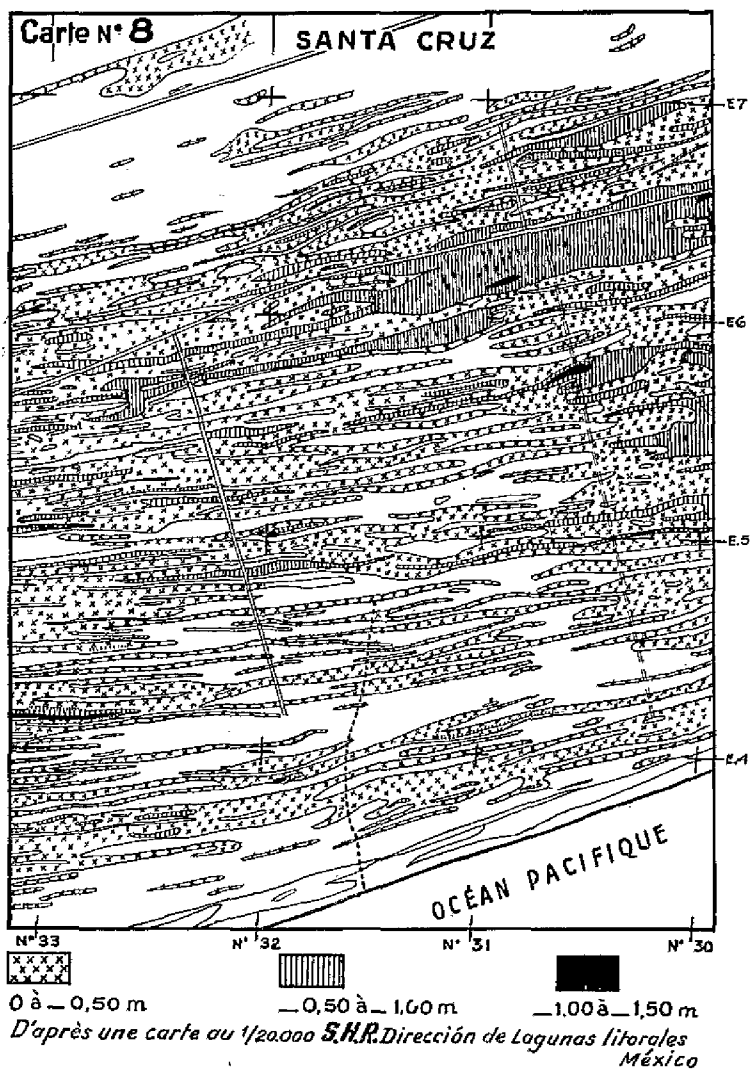
Notes sur les mangroves de Campeche.

La périphérie de la lagune de Términos est entièrement couverte par des photographies aériennes panchromatiques au 1/20.000 et au 1/33.000. Des photoplans 50 × 60 cm aux mêmes échelles sont également disponibles. Un mauvais

temps persistant n'a pas permis d'effectuer les vérifications désirables sur le terrain. On a dû se limiter à la lagune de Sabancuy et à l'Isla del Carmen. Entre Campeche et Ciudad del Carmen en particulier entre Champotón et l'entrée de la route pour Sabancuy (à 65 km de Champotón), on n'a pas noté de mangrove en bordure de mer ;



Mangrove de la lagune de Yabaros (Etat de Sonora), d'après Anon. (1970) : « Informe final... »



Mangrove de la lagune de Caimanero-Huitzuche (Etat de Sinaloa) d'après Anon. (1979) : Informe final...

le rivage est soumis de septembre à octobre à des vents forts « Norte » peu favorables à l'établissement de la mangrove. Mais plus à l'intérieur, le long des esteros, la mangrove existe d'une manière presque continue, ainsi que sous forme de taches disséminées dans les prairies marécageuses.

Laguna de Sabancuy.

La lagune de Sabancuy, longue et étroite, communique avec la lagune de Términos. On a étudié 2 couples de photos au 1/33.000 respectivement à l'est et à l'ouest de la digue de Sabancuy récemment construite en travers de la lagune (et qui ne figure pas sur les photos).

— Un couple PMC 1878-1879* (Mexicana Aerofoto). Sur la rive nord de l'estero à environ 3,5 km à l'est de Sabancuy, le transect 74 révèle un peuplement serré de 15 m de haut, mélange intime de *Laguncularia* (n. v. mangle blanco) et de *Rhizophora* de 5 à 10 cm de diamètre avec çà et là des *Avicennia* plus gros (40 cm). *Conocarpus* existe mais est rare et creux. Le sol couvert de 10 cm d'eau est complètement garni de pneumatophores (« tojoletas ») d'*Avicennia* avec çà et là des plants de *Batis*, *Hymenocallis* et de *Rhizophora*. *Rhaddadenia biflora*, liane apocynacée de 2 cm de diamètre est très abondante. On note aussi quelques épiphytes (Broméliacées et Orchidées). Les marées sont presque nulles mais la différence entre les niveaux de saison sèche et de saison des pluies serait d'environ 50 cm, selon les habitants, avec minimum en avril ; la nappe phréatique serait alors à — 40 cm. On a trouvé une couche superficielle

* Photos non publiées

Photo n° 3. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuintapa, Sin. A. S. A. (9-9) (58) 1/20.000 pancho. Laguna Agua Brava. Route de Unión de Corrientes à Santa Cruz.

6. — Fourré décidu (sans espèces de mangrove) en taches alignées sur crêtes de dunes (anciens rivages) ou « bermas » ; différence de niveau avec la marisma voisine très faible. Pas d'eau à — 40 cm.

7. — Marisma sans végétation ; sable grossier sous une couche argileuse ; eau à — 95 cm ; les marismas viennent en blanc grisâtre sur la photo ; les chénaux ou « cañadas » pleins d'eau viennent en noir.

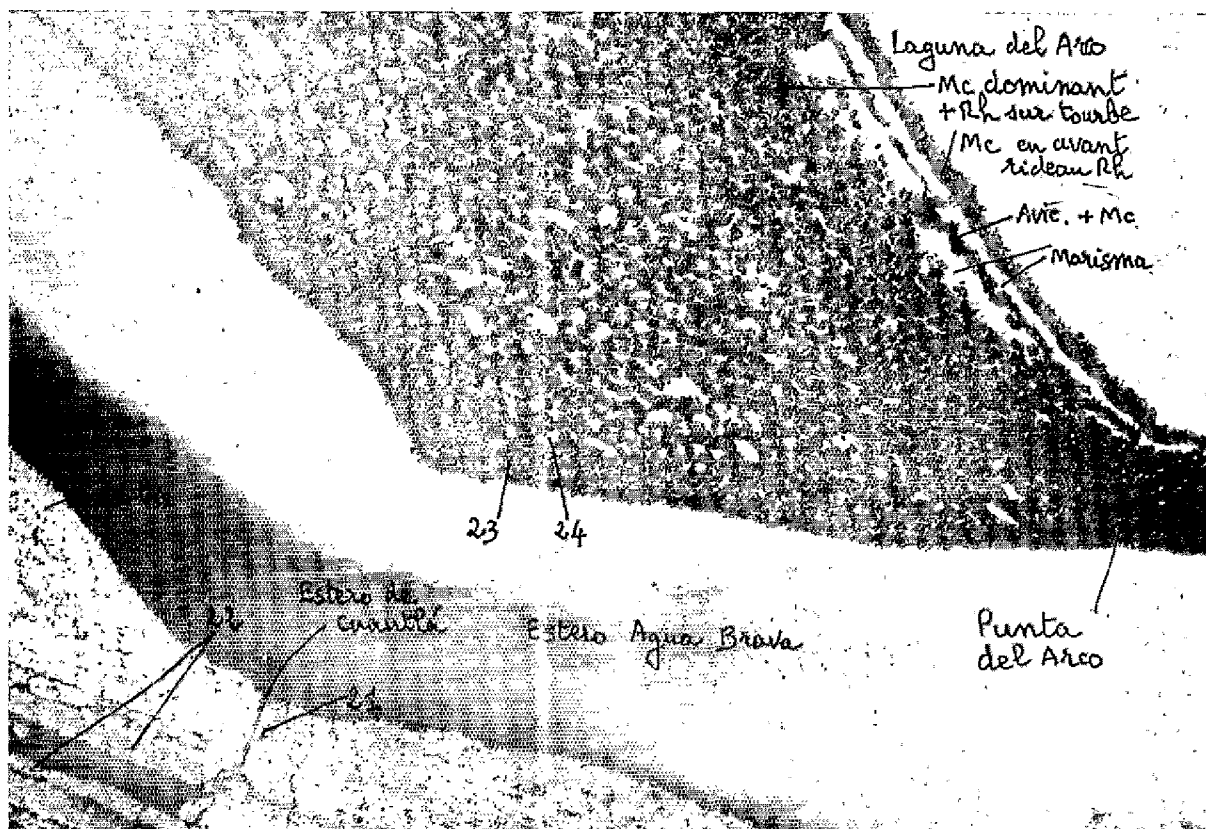
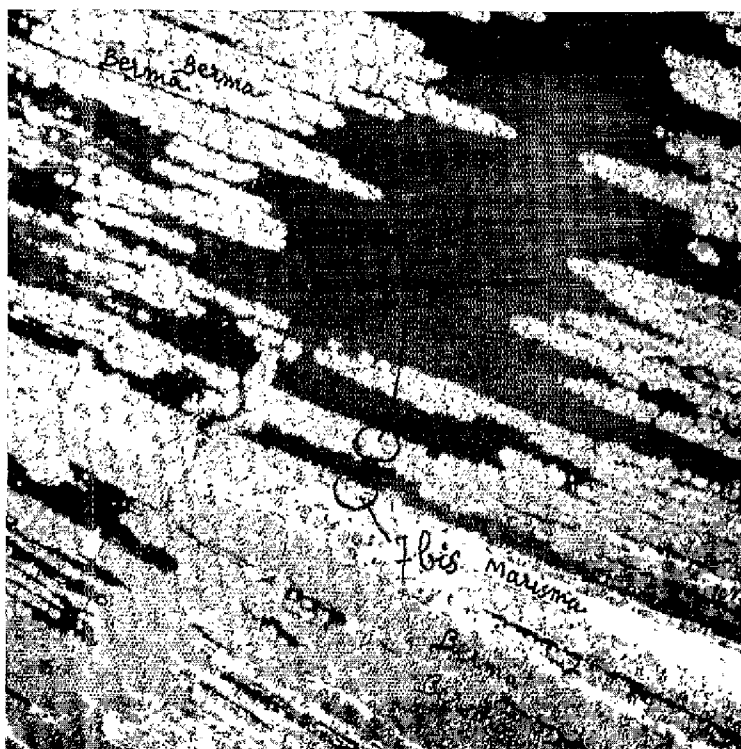


Photo n° 1. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuinapa, Sin. A. S. A. (8-9) (53) 1/20.000 panchro. Laguna Agua Brava. Estero Cuauhtla. Punta del Arco.

21. — Fourré pur de *Laguncularia* (mangle chino) 5-6 m de haut. Frange de 200 m de large très inondée, fin mai 1972.
 21 bis. — *Laguncularia* (mangle chino). Fourré pur.
 22. — Fourré à *Avicennia-Conocarpus* 5-6 m haut ; eau à — 75 cm ; sable entre — 15 et — 75 cm.
 23. — Fourré de *Rhizophora* pur 5 à 6 m haut ; eau à — 30 cm ; tourbe superficielle 15 cm d'épaisseur.
 24. — Albútera (tourbière salée) 40 m de diamètre sans végétation ; efflorescence de sel ; sol très mou, noir, organique, nauséabond.

Photo n° 4. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuinapa, Sin. A. S. A. (9-4) (58) 1/20.000 panchro. Laguna Agua Brava. Au Nord de Santa Cruz, piste vers Puerta de Palapar et Cuauhtla. Extrémité Nord du canal El Colorado, non encore construit lors de la prise de vue. Série parallèle de « Bermas » (gris) et de « Cañadas » (noir) : dunes et chenaux remplis d'eau. Discordance (changement de direction des dunes à la suite d'un changement de courant marin). Marismas en blanc (sèches en saison sèche), fin mai 1972.

7 bis. — Transect de la marisma vers les cañadas : on rencontre une bande de 30 m avec *Conocarpus* bas (4 à 5 m) et des *Salsolacées*, puis une bande de 20 m de *Laguncularia* pur (mangle chino) sur tourbe (eau à — 50 cm), puis la cañada (50 cm à 1 m d'eau). En poursuivant on traverse à nouveau une bande de *Laguncularia*, puis une cañada.



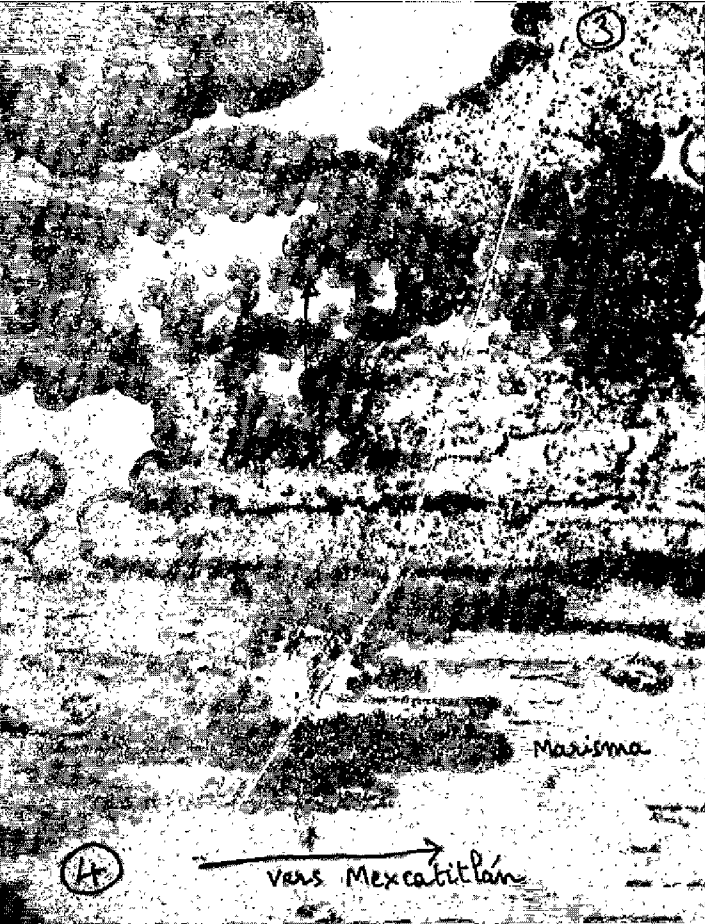


Photo n° 2. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuinapa, Sin. A. S. A. (9-16) (56) 1/20.000 panchro. Laguna Agua Brava. Route de Unión de Corrientes à Santa Cruz.

3. — Taches de *Anona glabra*, *Laguncularia* (mangle chino) et *Rhizophora*. Sol nu entre les taches (marisma = marais salé); eau à — 60 cm peu saumâtre, fin mai 1972.

3 bis. — Fourré à *Rhizophora*.

4. — Carrefour route de Mexcaltitlan construite postérieurement à la photographie. Marisma sans végétation; eau à — 90 cm.

de tourbe > 70 cm d'épaisseur. La station 76 presqu'au fond de l'estero (extrême est) porte une mangrove sur tourbe > 40 cm profondeur, composée de *Rhizophora* (> 20 cm de diamètre) et de *Laguncularia* (jusqu'à 70 cm de diamètre). *Avicennia* est absent. *Aerostichum* existe çà et là. Non loin on a vu un peuplement analogue à la station 74 mais envahi par une graminée très abondante (« Pinchahueco ») et une liane légumineuse (« Muque ») qui arrive à tuer les arbres. Cette dernière mangrove donne l'impression d'être en régression.

— A l'ouest de la digue (de 2 à 3 km à l'est de Tichel), on a étudié 5 transects de 300 à 500 m de long (couple PMC 1803-1804*). La petite île est entourée d'un rideau de *Rhizophora* qui apparaît assez noir en panchromatique; ce rideau entoure un peuplement pur d'*Avicennia* de 10 m de haut, assez ouvert, à aspect poivré sur la photo; le transect 2, fait à 700 m du premier, est un mélange de *Laguncularia*, *Avicennia* et *Rhizophora* de 10 m de haut. Il est hors de question à cette échelle de pouvoir reconnaître séparément les espèces; 200 m plus à l'est dans le transect 3 on a, derrière un rideau de *Rhizophora*, un mélange de *Rhizophora* et d'*Avicennia* de 10 m de haut assez ouvert à aspect de savane par endroits, ce que montre bien la photo. Dans le transect 4, *Rhizophora* est très dominant; l'aspect est beaucoup plus uni que dans le cas d'*Avicennia*; dans le transect 5, *Rhizophora* domine avec un peu de *Laguncularia*; en bout de transect on a un fourré de *Rhizophora* de 5 à 6 m avec de vieux *Avicennia* disséminés.

Isla del Carmen.

On a étudié le couple PMC 1696-1697* Mexicana aérofoto au 1/33.000 dans une station à 17 km à l'est de Ciudad del Carmen et 3 km au sud de la route de Ciudad del Carmen à Campeche.

Dans l'Isla del Carmen, on ne trouve les mangroves que sur la côte sud protégée des vents et alluvionnée; la côte nord est sableuse et montre

* Photos non publiées.



Photo n° 6. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuinapa, Sin. A. S. A. (5-58) (49) 1/20.000 panchro. Estero Agua Brava. Confluent avec l'estero del Anzeledero (un peu en amont de la jonction avec l'estero Agua Grande). Bermas, Cañadas, Marismas et mangrove. En bordure de l'estero El Anzeledero, rideau bas de *Rhizophora* (aspect granulé); derrière, peuplement pur de grands *Laguncularia*, Mangle blanco (15 bis, aspect uni); plus en arrière peuplement bas à *Avicennia* (15 ter).

Photo n° 5. — Cliché S. R. H. Dir. Est. Escuinapa, Sin. A. S. A. (7-50) (50) 1/20.000 panchro. Estero Agua Brava en aval de Puerta del Río. Las Arenitas. Phénomènes d'alluvionnement, d'érosion et de succession d'espèces.

11. — Ile et péninsule couvertes de *Laguncularia* (mangle blanc) pur 40 cm de diamètre, 25 m de haut avec toutes les classes de diamètre. Régénération abondante de *Rhizophora* en sous-bois ; un peu d'*Avicennia* ; sol sans humus superficiel, argileux ; eau à — 30 cm.

11 bis. — Taches de forêt et fourré décidé sur « bermas ». Vieilles « cañadas » et « marismas » en cultures.

11 ter. — *Laguncularia* (Mangle blanc) dominant, derrière un rideau de *Rhizophora*.

12. — *Avicennia* pur bas (6 à 8 m) avec nombreux troncs pourris encore debout de *Laguncularia* (Mangle blanc) ; phénomène probable de succession ; eau à — 15 cm.

13. — *Laguncularia* (Mangle blanc) pur 25 m de haut, 30 cm de diamètre. En avant, côté rivière, rideau bas de *Rhizophora* ; régénération de *Laguncularia* dans les ouvertures ; sol couvert de pneumatophores de *Laguncularia* ; eau à — 5 cm.

une succession de lignes d'anciens rivages (vieilles dunes). Dans le tiers central (sud) de l'île où existe un système développé d'esteros, la mangrove est presque partout, de même dans le tiers oriental sud.

Le long du transect ouest-est on traverse successivement des *marismas* (en blanc sur la photo) entourées de fourrés de *Conocarpus*, puis des fourrés à *Avicennia* et en fin de transect près de l'estero un peuplement pur fermé d'*Avicennia* de 10 m de haut. Le sol est recouvert de 10 cm d'eau (O₂ dissout 10 mg/l, H₂S moins de 0,1 mg/l) mais

dans les marismas la nappe phréatique est à — 50 cm.

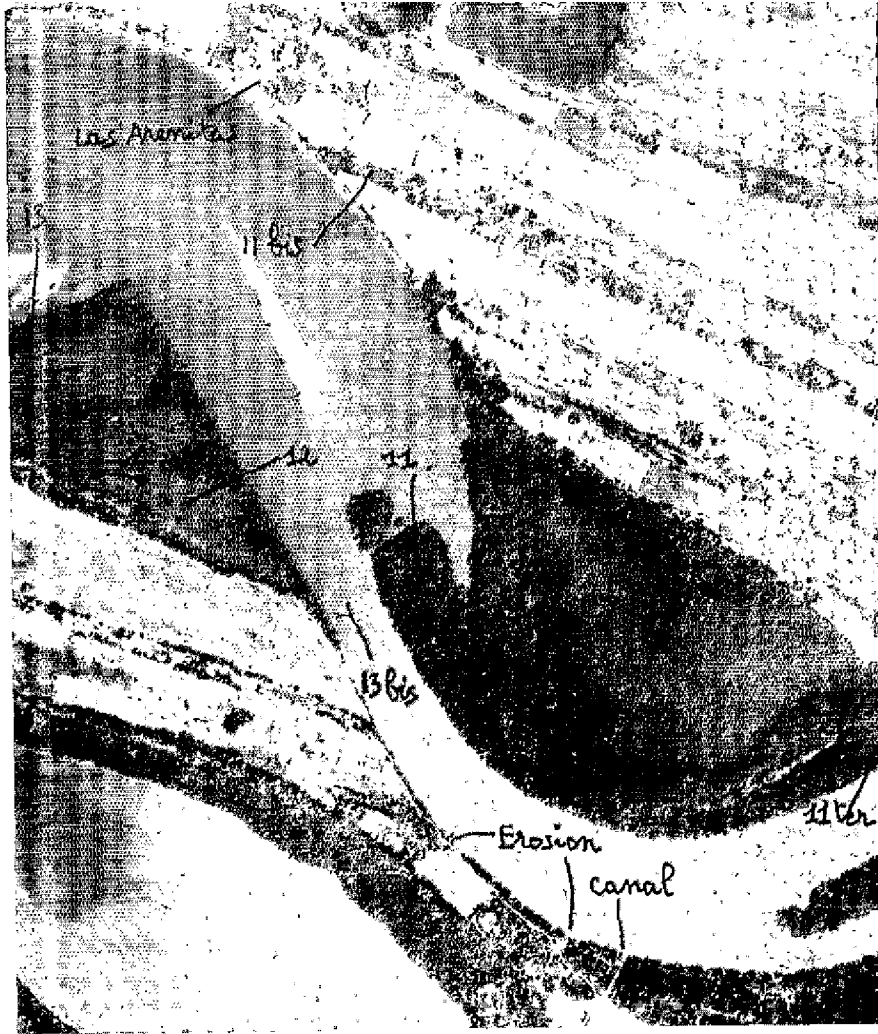


Photo n° 7. — Laguna occidental. Cliché S. R. H. Dir. Est. Mar Muerto, 32 F 15. panchro 1/20.000.

1. — Laguna occidental ; 2. — Laguna inferior ; 70. — Peuplement pur de *Conocarpus* (Co) sur sable sans humus ; 71. — Gros *Avicennia* à la pointe de la lagune et petit peuplement pur de *Laguncularia* derrière ; 72 et Co. — *Conocarpus* pur. MSD : fourré sec décidé, sans espèce de mangrove (matorral seco decidido). Le tracé du canal ouvert postérieurement à la prise de vue est indiqué.

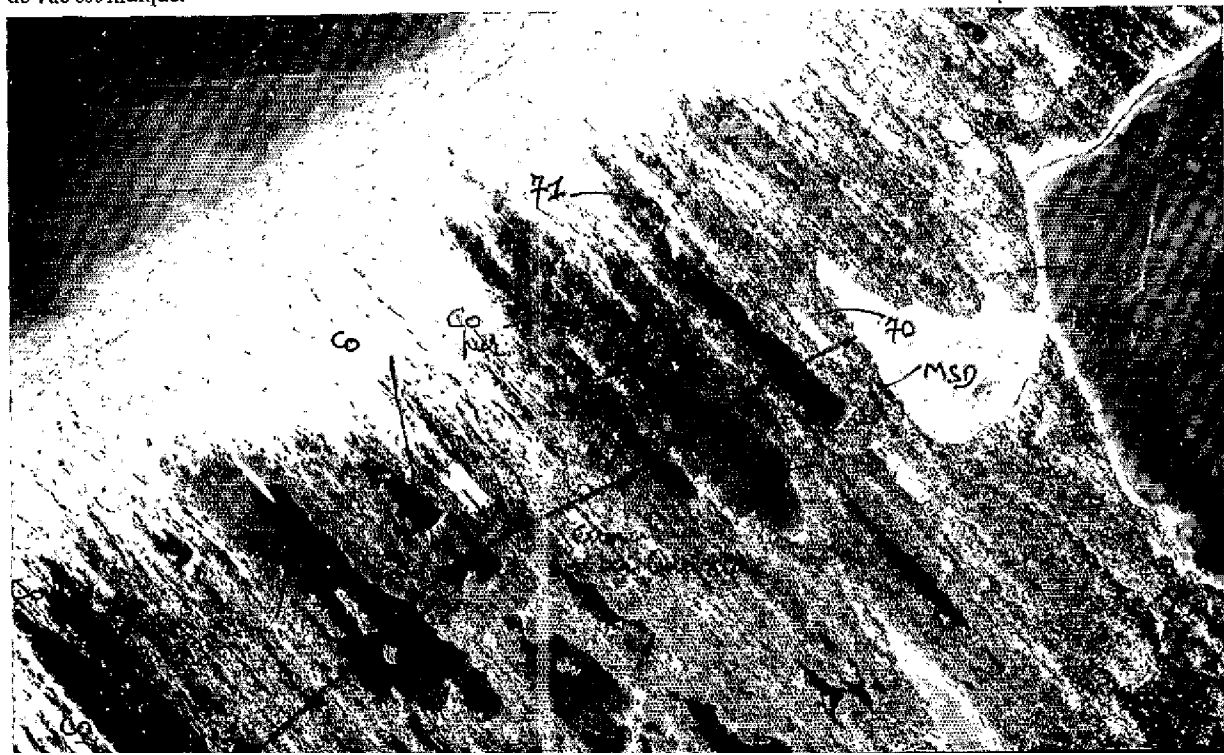




Photo n° 8. — Estero de Sabancuy (Campeche). Cliché P. M. C. 1304 Mexicana Aerofoto S. A. panchro 1/33.000.

Partout en bordure du rivage, rideau de *Rhizophora* (apparaît en noir) :

- Transect 1 : peuplement assez ouvert d'*Avicennia*.
- Transect 2 : mélange *Laguncularia* + *Avicennia* + *Rhizophora* 10 m haut.
- Transect 3 : mélange *Rhizophora* + *Avicennia* 10 m haut.
- Transect 4 : *Rhizophora* dominant, aspect assez uni.
- Transect 5 : *Rhizophora* dominant avec un peu de *Laguncularia*.
- Transect 6 : Anciennes berges ; 7. — route de Campeche à Ciudad del Carmen.

En résumé :

— L'interprétation des mélanges d'espèces sur photo panchromatique au 1/33.000 semble délicate ; par contre les peuplements purs de *Rhizophora* et d'*Avicennia* se voient assez bien.

— *Rhizophora* existe toujours en rideau bordant les esteros ; il peut exister plus à l'intérieur en fourré pur.

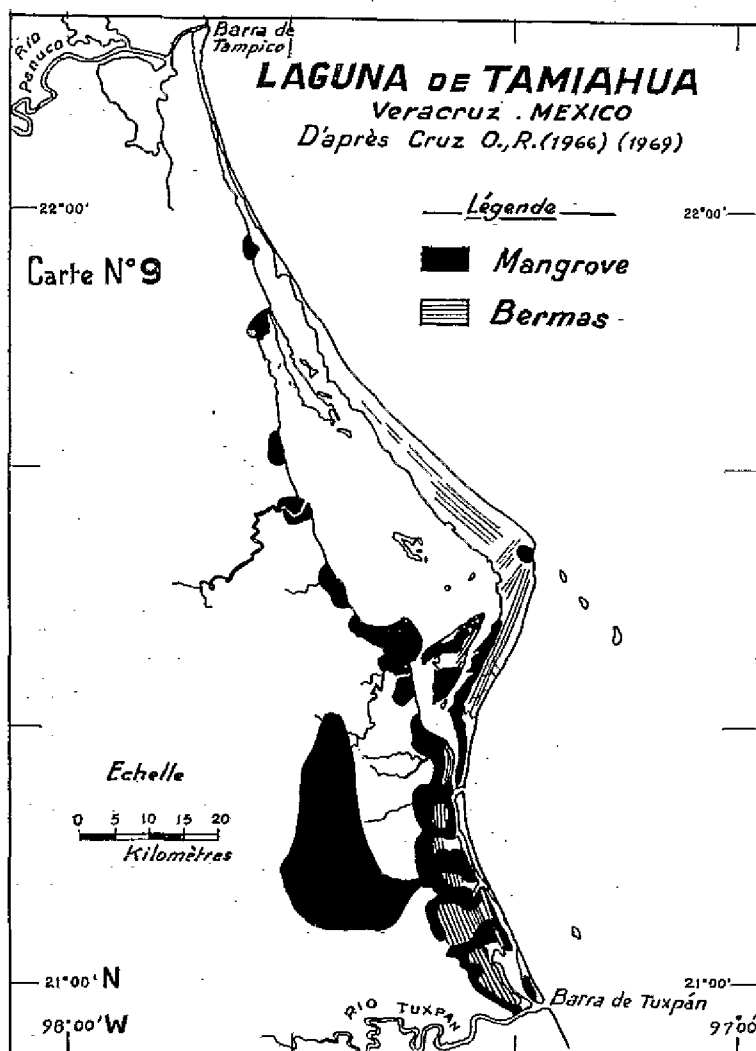
— *Avicennia* est très abondant, tantôt en fourré ouvert à allure de savane, tantôt en peuplement pur assez fermé. Quelques vieux sujets d'*Avicennia* parmi des jeunes peuplements de *Rhizophora* ou dans des mélanges *Rhizophora-Laguncularia* posent des problèmes particuliers de dynamisme, la situation inverse étant plutôt la règle (vieux *Rhizophora* ou *Laguncularia* dans de jeunes peuplements d'*Avicennia*).

— *Laguncularia* n'a pas été trouvé en peuplement pur.

— la plupart des peuplements visités à l'est de la digue de Sabancuy sont sur tourbe ; certains sont nettement en voie de dégénérescence.

On a noté les mélanges suivants :

- *Laguncularia-Rhizophora* avec *Avicennia* (gros et rares), sur tourbe.
- *Rhizophora* dominant, *Avicennia-Laguncularia* (rares).
- *Laguncularia-Rhizophora*, grands, sur tourbe.
- *Laguncularia-Avicennia* 10 m de haut.
- *Rhizophora-Avicennia* 10 m de haut.
- *Rhizophora* (fourré), *Avicennia* (grands, rares).
- *Conocarpus* est rare dans les zones visitées ; *Avicennia* et *Rhizo-*



Mangrove de la lagune du Tamiahua d'après Cruz O. R. 1966 et 1969.

Mangroves de l'état de Campeche d'après Thom B. G. (1967), Vazquez Soto J. (1963) et Ayala-Castañares A. (1963).

phora peuvent constituer des peuplements purs.

Cartographie des mangroves de la côte atlantique.

Les mangroves de la côte atlantique ont fait l'objet de quelques essais cartographiques.

— Laguna de Tamiahua, au sud de Tampico, schéma au 1/1.800.000 (11) et carte au 1/570.000 (24). Estado Veracruz (Carte 9).

— Laguna de Mandinga au 1/40.000 (97) au sud de Veracruz (Edo Veracruz).

— Schéma des mangroves de Tabasco au 1/1.500.000 (94).

— Laguna de Términos au 1/500.000 (10) Estado Campeche.

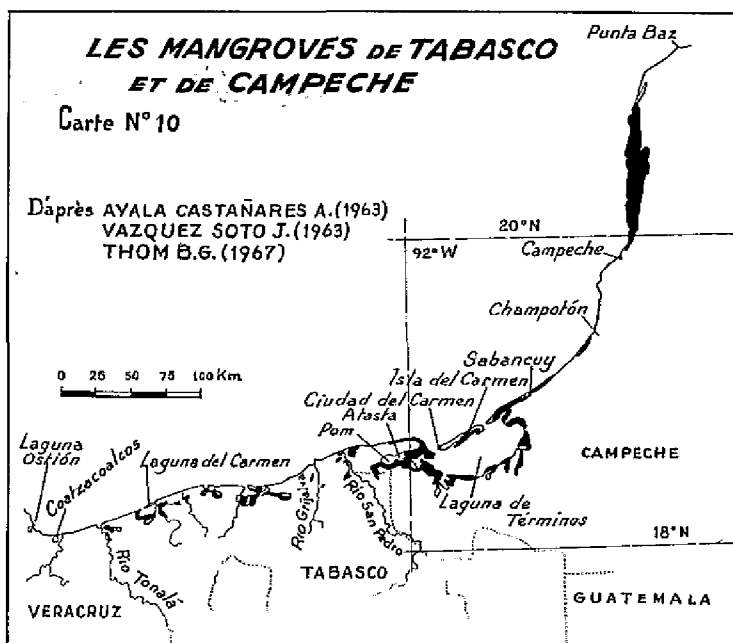
— Schéma des mangroves de Campeche au 1/1.000.000 (96).

Ces 3 dernières cartes ont été généralisées et représentées en une seule carte au 1/2.500.000 (carte 10).

— Laguna Sabancuy au 1/20.000 (6 bis) Estado Campeche.

— Laguna Atasta y Pom au 1/20.000 (6 ter) Estado Campeche.

Pour la limite septentrionale des mangroves, voir (29) (80), (81) : on ne dispose pas de cartes



D'après AYALA CASTAÑARES A. (1963)
VAZQUEZ SOTO J. (1963)
THOM B.G. (1967)

0 25 50 75 100 Km

pour les mangroves de l'Etat de Tamaulipas mais d'après les références précitées, *Avicennia* atteindrait la frontière avec les Etats-Unis mais resterait arbustif, 90 cm à 1 m de haut en bordure de la Laguna Madre.

Notons que l'on signale des remontées de mangrove le long des rivières, 20 km le long du Rio San Pedro, 30 km le long du Rio Tonalá (100) et même 200 km (58), ainsi que des mangroves très à l'intérieur des terres à 120 km de la mer (58) autour de la lagune Chichankanak.

INTERPRÉTATION PHOTOGRAPHIQUE(*)

Le but de l'étude est de comparer les émulsions panchromatique et fausse couleur dans la photointerprétation des lagunes « Oriental » et « Occidental » (Etat de Oaxaca) et dans la lagune de la Joya (Etat de Chiapas) et de montrer comment les émulsions fausse couleur peuvent compléter l'interprétation de la photographie aé-

rienne panchromatique dans le cas des mangroves.

On remarquera que les conditions de comparaison ne sont pas égales car on dispose d'une échelle au 1/10.000 pour la fausse couleur et au 1/20.000 pour le panchromatique. Néanmoins, même si le panchromatique était au 1/10.000 il y aurait des limites à son interprétation.

POSSIBILITÉS ET LIMITES DU PANCHROMATIQUE

On a montré l'intérêt du panchromatique au 1/20.000 (Agua Brava, Laguna Oriental et Occidental) et au 1/33.000 (Campeche),

Dans les photos aériennes Cia Mexicana Aerofoto

disponibles au 1/20.000 en panchromatique sur les lagunes de la côte Pacifique (**), on reconnaît assez bien les peuplements d'*Avicennia* par leur

(*) Un complément de documentation photographique panchromatique et fausse couleur est disponible dans la revue *Photo-Interprétation* 1974.

(**) Les abréviations utilisées dans les photos sont Rh : *Rhizophora*; Av. *Avicennia*; Co : *Conocarpus*; Mc : *Laguncularia* (mangle chino); Mb : *Laguncularia* (mangle blanco); MSD : tourré semi décidu.

teinte grise et leur aspect granuleux en comparaison avec les peuplements de *Rhizophora* et de *Laguncularia* qui viennent en noir ou gris foncé uniforme sans ou avec très peu de granulations : photo n° 1 (p. 17), station 22 ; photo n° 5 (p. 19), station 12 ; photo n° 6 (p. 18), station 15 *ter*.

Les teintes dépendent dans une certaine mesure du temps passé dans le révélateur ; si les gris sont très foncés, la différence entre le gris d'*Avicennia* et le noir de *Rhizophora* ou de *Laguncularia* s'estompe et rend l'interprétation difficile. Exemple : Punta del Carrizal, *Avicennia* en peuplement pur (Laguna Occidental) peut se confondre avec *Rhizophora*. Exemples de différentes nuances de gris pour la lagune Agua Brava : photo n° 5 (p. 19), point 12, *Avicennia* ; points 11-13, *Laguncularia* (mangle blanco). Photo n° 1 (p. 17), point 21.

ÉTUDES DE DEUX COUVERTURES AÉRIENNES AU 1/10.000 EN FAUSSE COULEUR.

Les couleurs dominantes de la fausse couleur sont le rouge écarlate, le bleu, le blanc et le noir avec des teintes intermédiaires en rose et en gris violacé. Il faut noter que la manière dont on révèle peut introduire de grosses modifications de couleur par exemple une teinte bleue généralisée sur les bords de la photo. Les photos des lagunes « Oriental » et « Occidental » ont été prises en juillet, celles de la Joya en novembre 1971.

Forêt et fourré semi-décidu MSD.

Ils viennent toujours en rouge, même en petite proportion dans un mélange, par exemple MSD avec *Avicennia* dans la Laguna Oriental (photos 7-7, 2-28, p. 3, 4-16) tandis qu'il est presque impossible

Laguncularia (mangle chino) et point 22 *Avicennia* ; *Rhizophora* semble venir plus granuleux que *Laguncularia* (mangle blanco). Photo n° 6 (p. 18), *Rhizophora* le long de l'estero Anzueadero en face de la Vena del Agua ; le peuplement de *Laguncularia* est plus haut, velouté, gris foncé ; *Rhizophora* est plus bas, granuleux en bordure de berge.

En panchromatique la distinction entre fourré semi-décidu et *Avicennia* est difficile. Il n'est possible de distinguer les fourrés de *Rhizophora* et *Laguncularia* (mangle chino) que par la tendance de *Rhizophora* à croître en protubérances convexes à partir de la berge.

Les fourrés de *Conocarpus* sortent assez bien en panchromatique, en velouté gris, bas, tandis que le fourré semi-décidu environnant est granuleux et plus foncé, photo n° 7 (p. 19).

de détecter en panchromatique des petites taches de MSD dans un mélange.

Conocarpus.

La différence avec le fourré semi-décidu est assez nette : *Conocarpus* vient avec une couleur intermédiaire entre bleu violet et gris, tandis que le fourré semi-décidu vient en rouge rosé. Le mélange des 2 formations est fréquent : on voit bien les taches bleu-violet dans la masse rose du fourré semi-décidu (photo 1-20) ; néanmoins *Conocarpus* peut venir aussi en rose (comparer les stations Co de cette même photo). Dans une masse pure de *Conocarpus* on note des plages rose et mauve : un contrôle sur le terrain n'a pas réussi à expliquer le pourquoi de

Abréviations : Av. *Avicennia* ; Co. *Conocarpus* ; Mc. *Laguncularia* (mangle chino) ; Mb. *Laguncularia* (mangle blanco) ; MSD. Fourré semi-décidu.

Estado Oaxaca, juillet 1971. Clichés.

1-20. Laguna occidental. Extrémité Ouest ; Station 1 : frange de *Conocarpus* de 5 m de large et de 3 m de haut en bordure de la lagune ; derrière frange de mangle blanco, puis quelques *Avicennia* ; Station 2 : en bordure de fourré semi-décidu (en rouge), quelques représentants des 4 espèces *Avicennia*, *Rhizophora*, *Conocarpus* et *Laguncularia* mélangés.

4-16. Laguna oriental. Colonisation par *Rhizophora* et mangle chino ; *Avicennia* immédiatement en arrière ; MSD occupe les sols les plus élevés.

2-25. Laguna oriental. Immédiatement à l'Est de la précédente ; *Rhizophora* prolifère en bourrelets. Transect 1 : fourré de *Rhizophora* mélangé de mangle chino ; transect 2 : le tiers en bordure de la lagune est mangle blanco, les deux tiers restants sont occupés par *Rhizophora* ; Rideau de *Avicennia* avec *Conocarpus* ; le long d'un estero autour des petites lagunes fermées, mangle chino. Certains petits peuplements sont morts.

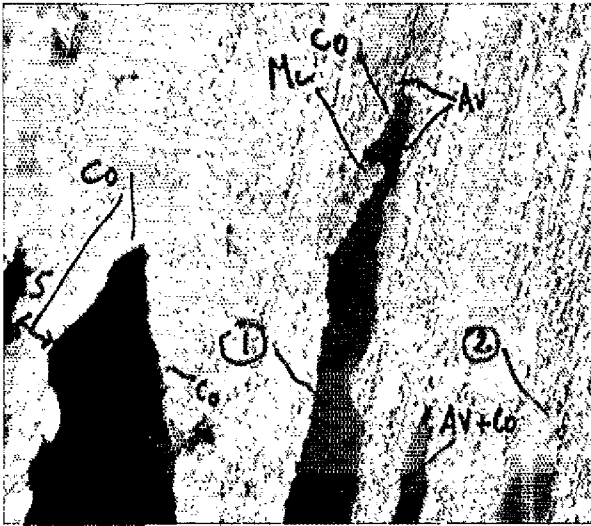
7-7. Laguna oriental (bordure orientale) ; destruction de la mangrove par le sable poussé par les vents dominants (mélange de *Conocarpus* et d'*Avicennia*). Le centre des reliefs allongés est occupé par MSD. *Avicennia* colonise activement les lagunes très peu profondes (50 cm d'eau).

La Joya 1/10.000, novembre 1971.

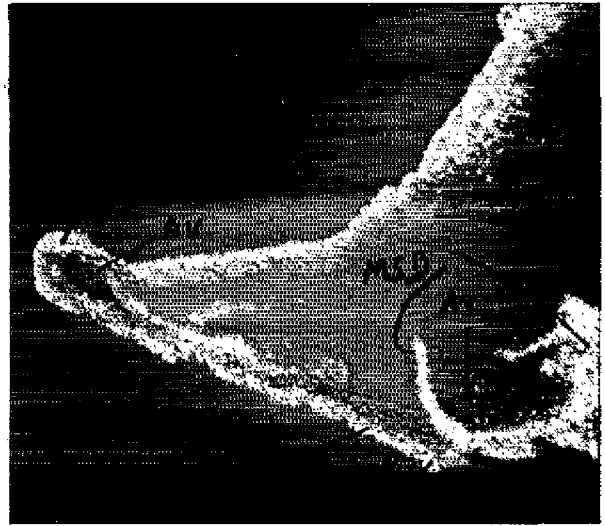
1-32. Le centre de l'image est à environ 1 km au Nord du village San Cayetano. *Avicennia* en bleu ; *Laguncularia* en rouge.

1-12. 1 km au Nord du village de San Cayetano ; *Rhizophora* en rouge est dominant ; *Laguncularia* en bleu (on pense que ce sont de vieux arbres).

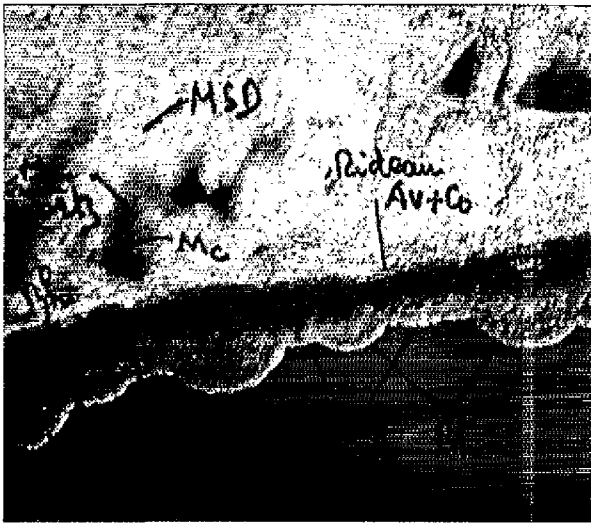
Photos Secretaría de Recursos Hidráulicos. Mexique.



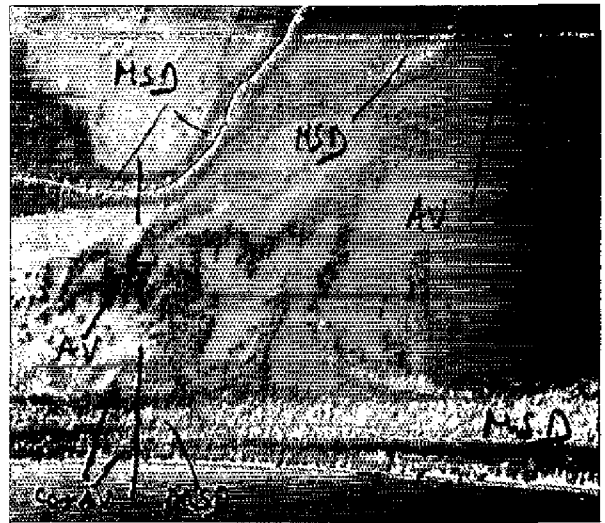
1-20



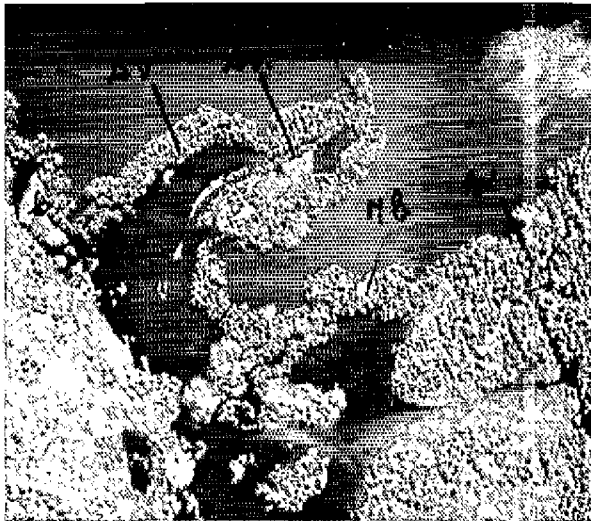
4-16



2-25



7-7



1-32



1-12

ces différences de couleur. Dans la photo 2-17*, des fourrés de *Conocarpus* viennent en rouge quand ils sont en sous-bois (taches rouges dans le bleu des *Avicennia* (voir *Avicennia* ci-dessous).

On pense que ces différences de couleurs proviennent de l'âge (rouge, si jeune, bleu, si vieux) et peut-être de différents états physiologiques de l'espèce. On a noté autour de la même lagune des taches de *Conocarpus* sans feuilles, mais non morts, et d'autres en feuilles; de plus il y a des sujets à feuilles argentées, parce que poilues, et à feuilles vertes. De toute manière, la texture est la même sur la photo (velours bas très uniforme) pour les fourrés à l'ouest de la Laguna Occidental.

L'avantage de la fausse couleur paraît être la meilleure détection de *Conocarpus* en mélange dans le fourré semi-décidu. Mais la seule couleur peut induire en erreur.

Avicennia.

C'est probablement l'espèce qui varie le moins dans la fausse couleur: elle vient toujours en bleu avec des granulations (photos 7-7, 4-16, 2-28). Mais *Laguncularia* (mangle chino) vient aussi en bleu et *Conocarpus* vieux ne se distingue pas du mélange avec *Laguncularia*. Dans la photo 2-17* on a un mélange de grands *Avicennia* disséminés avec sous-bois de *Conocarpus*, ce qui donne des points rouges et bleus côte à côte sur la photo; plus à l'intérieur, on trouve un peuplement fermé d'*Avicennia* avec sous-bois de *Conocarpus*: la masse bleue ne permet pas de deviner la présence de ce sous-bois.

Rhizophora.

On ne peut distinguer *Rhizophora* de *Laguncularia* (mangle Chino) quand ils sont jeunes. En fausse couleur, *Rhizophora* jeune ou vieux vient en rouge écarlate. La photo 2-28, p. 3, sur la côte ouest de la Laguna Oriental montre des fourrés des 2 espèces, et des grands *Rhizophora* en bordure d'estero; dans le transect 2, les 50 premiers mètres à partir de la Laguna Oriental sont un mélange de mangle blanco et de *Rhizophora* avec derrière *Rhizophora* pur; ensuite au contact de la marisma on a des taches de *Rhizophora* et des taches de mangle chino. Au point 3, derrière la haute frange en bordure de l'estero, il y a un mélange de gros *Avicennia*, de petits mangle chino et de petits *Rhizophora*. On soupçonne que les *Rhizophora* séniles prennent en fausse couleur une teinte bleue. Sur la photo-2-25 le transect 1 comprend 2/3 de *Rhizophora* côté Laguna Oriental et 2/3 de *Laguncularia* du côté opposé.

Laguncularia spp (mangle chino et mangle blanco).

— Extrême ouest Laguna Occidental. Il est intéressant de noter que le mangle chino pénètre jusqu'à la 2^e lagune, probablement parce que celle-ci recevait de l'eau saumâtre avant même l'ouverture du canal, car elle communique avec la première lagune, elle-même reliée par 2 petits esteros de 40 à 50 m de large au fond de la Laguna Occidental. Le mangle chino vient en rouge ou en bleu (photo 1-20). Au fond des 2 lagunes on trouve aussi un petit peuplement de mangle blanco et d'*Avicennia* de 10 à 20 cm de diamètre; ailleurs, le mangle blanco est moribond. Au point 1, en bordure de lagune, il y a une frange de 5 m de large à *Conocarpus* de 3 m de haut, puis derrière, une frange de mangle blanco et ensuite quelques *Avicennia*. Plus à l'ouest, autour des lagunes fermées (avant l'ouverture du canal « La Quinta ») on rencontre seulement *Conocarpus* en fourrés purs assez abondants, et aussi comme arbustes isolés dans le fourré semi-décidu de terre ferme, ou dans de petites dépressions au milieu de ce fourré. Au point 2 (photo 1-20) on trouve ensemble quelques représentants de *Avicennia*, *Rhizophora*, *Conocarpus*, et *Laguncularia*.

— Bord ouest de la Laguna Oriental.

Sur la photo 2-28 (transect 2) le mélange mangle blanco et *Rhizophora* puis *Rhizophora* dominant vient en rouge-violet; les petites taches d'*Avicennia* (bleu) et mangle chino (rouge) s'y distinguent bien; mangle chino apparaît en rouge autour de la petite île et en face.

— Laguna la Joya. Sur la photo 1-32 (et aussi 1-27)* le mangle blanco vient en rouge tandis que sur 1-12 il vient en bleu (aussi sur les photos 1-11, 2-17, 2-18, 2-19)* tandis que *Rhizophora* vient en rouge écarlate. Ces inconséquences ne sont qu'apparentes car on a observé sur 1-27* que le mangle blanco vient généralement en rose, et en bleu quand il est moribond; on a trouvé sur le terrain des mangles blancs morts sans feuilles (fin juillet 1972); sur la photo fausse couleur prise en novembre 1971, ces mêmes arbres apparaissaient en bleu. Cette inversion de couleur paraît s'étendre à *Rhizophora* qui est normalement rouge écarlate et qui apparaît en bleu quand il est moribond (point contrôlé sur la même photo).

Toutes ces observations n'ont été faites qu'à partir de 4 couples de photos. Un complément d'étude semble nécessaire. La mangrove de la Joya, facilement pénétrable est un champ d'observations très indiqué.

CONCLUSION

L'introduction de la fausse couleur et plus généralement toutes les ressources de la télédétection élargissent considérablement les possibilités du panchromatique pour la reconnaissance des espèces

de mangroves. En particulier on peut espérer des résultats intéressants dans l'étude des mangroves

* Les photos 1-27, 1-11, 2-17, 2-18 et 2-19 ne sont pas publiées dans cet article.

plus complexes de l'Afrique orientale et de l'Extrême-Orient.

Au Mexique où l'on rencontre seulement 4 espèces botaniques en mangrove (voir cependant Flore de la mangrove ci-après), le problème de la reconnaissance aérienne de ces espèces paraît relativement simple.

Avec le panchromatique, on reconnaît bien *Avicennia* en peuplements purs ou en taches d'âge quelconque, de même les peuplements de forêt élevée de mangle blanco au couvert fermé uniforme et velouté, et peut-être aussi *Rhizophora* au couvert plus irrégulier. *Conocarpus* apparaît clairement quand il est en fourré pur, et aussi le mangle chino. Mais le fourré semi-décidu se distingue mal d'*Avicennia* et les mélanges d'espèces sont très difficiles à identifier en panchromatique.

En fausse couleur, *Rhizophora*, *Avicennia* et *Conocarpus* sortent assez bien, respectivement rouge écarlate, bleu et gris mauve, ce dernier quand il est en taches pas trop petites ; c'est beaucoup moins net pour *Laguncularia* lequel vient rose ou bleu. Mais quand il y a mélange de *Rhizophora* et *Laguncularia* il est probable qu'on puisse arriver à déter-

miner leurs proportions, tandis qu'avec le panchromatique, même au 1/10.000 cela paraît difficile. De même, la fausse couleur détecte beaucoup mieux que le panchromatique les taches de *Conocarpus* dans la masse du fourré semi-décidu, ou des taches de ce dernier en mangrove.

Il subsiste certaines inconséquences apparentes qui requièrent un complément d'étude. Il est probable que la fausse couleur réagit mieux que le panchromatique aux différences de conditions physiologiques des plantes : état jeune, transpiration élevée, maladie, état sénile et moribond ; de même l'heure de prise de vue, l'époque de l'année (saison sèche-saison des pluies) en partie pour les mêmes raisons ont une influence. Il est connu que l'eau saumâtre ou salée vient en fausse couleur avec une teinte plus bleue que l'eau douce ; certaines lagunes fermées viennent presque en noir (photo 1-20).

En dehors des couleurs, il sera toujours utile d'étudier la texture des houppiers et de s'aider de considérations écologiques pour reconnaître les différents types de végétation et les espèces.

(A suivre)

