

# Les sols de mangroves de la baie de Vitoria (Brésil)

C. MARIUS (1), D. ARCHANJO (2), P. LARQUE (3)

(1) ORSTOM/ULP - Institut de Géologie, 1, rue Blessig - Strasbourg.

(2) UFES, 29000 Vitoria - Brésil

(3) CNRS-CSGS, 1, rue Blessig - Strasbourg

## RÉSUMÉ

*Les sols de mangroves de la baie de Vitoria (Brésil) sont caractérisés par une acidité potentielle élevée due au soufre accumulé dans une végétation à dominance de Rhizophora, par une salinité élevée due à leur situation géomorphologique, dans des baies, par la présence de « tannes », zones nues sursalées analogues à celles du Sénégal, enfin par une fraction argileuse à gibbsite résultant de l'altération des formations Barreiras.*

MOTS-CLÉS : Mangroves — Brésil — Sols — Soufre — Salinité.

## ABSTRACT

### MANGROVE SOILS IN THE VITORIA BAY (BRAZIL)

*Mangrove soils of Vitoria Bay (Brazil) are characterized by a very high potential acidity related to the sulphur accumulated in a Rhizophora vegetation, by a high salinity related to their geomorphological situation, in bays, by the presence of « tannes » high salted bare-flats, similar to those of Senegal, and lastly, by a clay fraction dominated by gibbsite resulting of alteration of Barreiras formation.*

KEY-WORDS : Mangroves — Brazil — Soils — Sulphur — Salinity.

## I. LE MILIEU NATUREL

### A. Localisation

Les mangroves de la baie de Vitoria couvrent une superficie d'environ 1200 ha ; situées à environ 500 km au nord de Rio de Janeiro, sur le littoral atlantique à 20°18' de latitude S et 49°19' de longitude O (fig.1).

### B. Climat

A Vitoria, la pluviométrie moyenne annuelle sur une période de 12 ans (1970-1981) est de 1309 mm, comparable donc à celle de la Casamance ou de la Côte de l'Inde, mais il faut noter une différence importante liée à la répartition de cette pluviométrie. On observe, en effet, dans le tableau I que la saison des pluies est très

longue, et qu'elle s'étale sur plus de 9 mois. La saison sèche ne dure que 3 à 4 mois (juin à septembre), et encore un seul mois est écologiquement sec pendant cette saison (juin). Par ailleurs, la pluviométrie varie considérablement d'une année à l'autre, comme l'indique la figure 2.

La température moyenne annuelle est comprise entre 23° et 26°.

### C. Hydrologie

L'alimentation en eau des mangroves de la baie de Vitoria résulte du mélange des eaux douces qui transitent par le rio Santa Maria avec l'eau salée de la marée qui inonde quotidiennement ces mangroves.

TABLEAU I  
Pluviométrie moyenne annuelle (1970-1981)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
P mm	130	96.8	108.3	111.4	72.2	41.2	104.2	54	74.7	145.4	194.1	177	1309.3

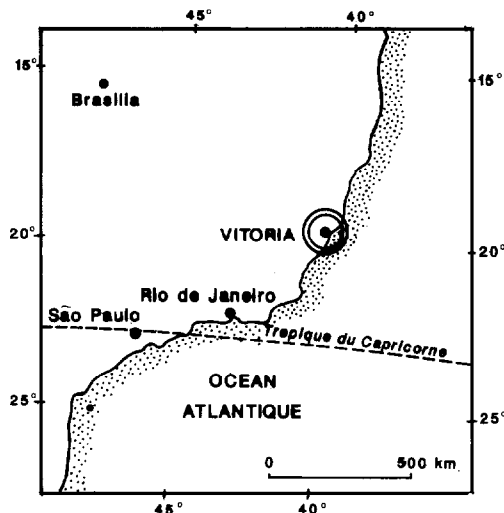


FIG. 1. — Localisation du site étudié

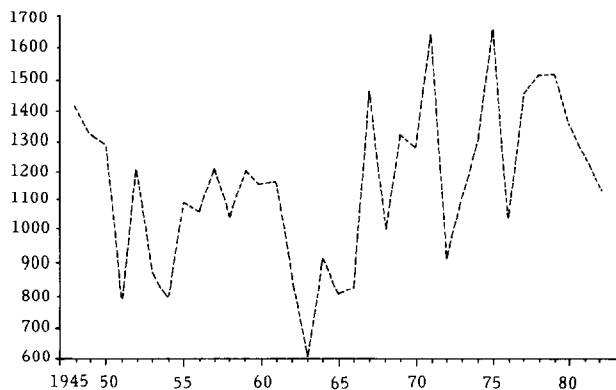


FIG. 2. — Variations interannuelles de la pluviométrie

#### D. Géologie (fig.3)

##### a. LES FORMATIONS GÉOLOGIQUES

Les trois formations géologiques suivantes sont représentées dans la région de Vitoria :

— *Le Précambrien* : il est essentiellement constitué d'un

massif désigné sous le terme de « Complexe de Costeiro » d'âge compris entre 2,5 et 3 b.a et formé, du point de vue lithologique de gneiss, de granitoïdes et de pegmatites. Dans l'île de Vitoria, on observe ces formations dans les quartiers de Santo Antonio et l'île des Caieras. Une bande allongée de charnockites (BRAJNIKOV, 1955) est incluse dans ce massif. Il s'agit de roches à texture grossière avec une matrice quartzofeldspathique et divers minéraux accessoires : biotite, sphène, zircon, grenat et éventuellement muscovite et amphibole.

— *Le Tertiaire* : il affleure en bordure des mangroves avec les formations Barreiras (terme utilisé de manière vague, pour désigner des formations clastiques, de couleurs vives, sans fossile, et généralement très friables : ARCHANJO C.J. et ARCHANJO J.D., 1984). Selon KING (1956) ces formations sont attribuées, en Amérique du Sud, au Miocène. Les formations Barreiras de la région de Vitoria sont constituées de couches tabulaires de sables arkosiques stratifiés, de conglomérats feldspathiques, de grès conglomératiques et d'argiles silteuses secondaires. Les minéraux lourds les plus abondants sont : la sillimanite, l'anatase, l'andalousite, le zircon, la monazite et le rutile. Ces formations présentent de grandes ressemblances avec les formations du Continental Terminal de l'Afrique de l'Ouest.

— *Le Quaternaire* : est ici représenté par 2 formations :  
 . des dépôts sableux d'origine marine (restingas) qui forment des terrasses dans la partie Nord de la ville ;  
 . des dépôts fluvio-marins qui servent de substrat à toutes les zones marécageuses (mangroves).

##### b. SÉDIMENTOLOGIE

L'analyse de 2 forages profonds montre que :

Le forage F1 présente 4 niveaux bien distincts :

- 0 m à 2,80 m : argilo sableux fin
- 2,80 m à 4 m : sableux
- 4 m à 6,90 m : argileux
- 6,90 m à 23,20 m : sableux, avec à la base des débris d'éléments grossiers.

Le forage F2 présente cinq niveaux texturaux :

- 0 m à 1,60 m : argilo-limoneux
- 1,6 m à 16 m : sableux avec prédominance de sables moyens

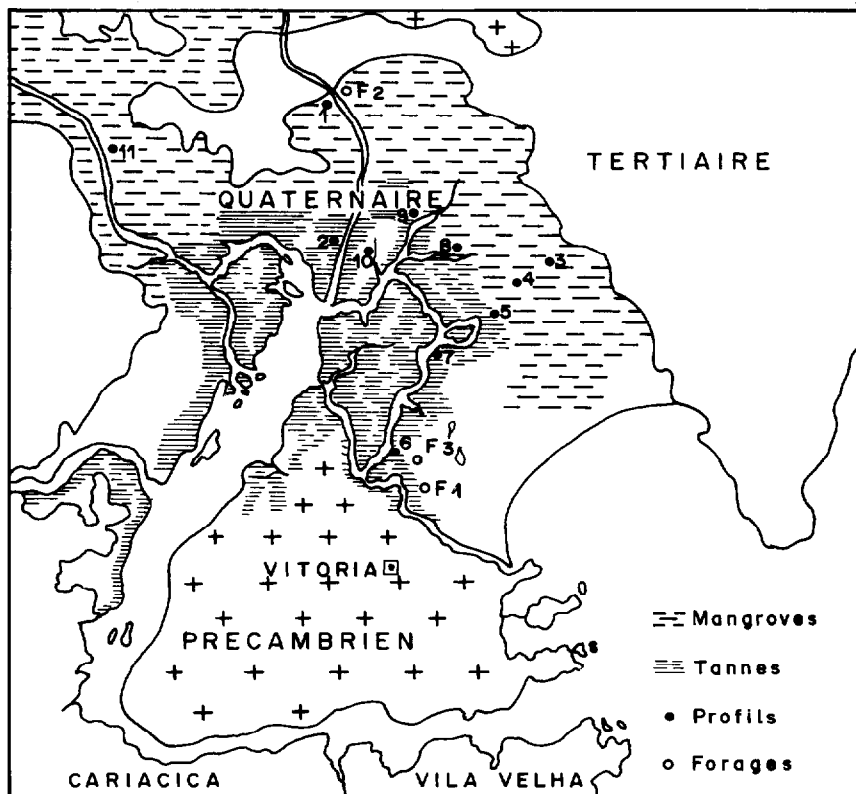


FIG. 3. — Formations géologiques et localisation des profils

- 16 m à 19,80 m : argileux, avec dans la partie supérieure un certain pourcentage de limon et de sable
- 19,80 m - 22 m : sable grossier

A partir de ces données granulométriques, on peut essayer de reconstituer la stratigraphie de la baie de Vitoria (fig.4), et 6 unités peuvent y être distinguées :

- les formations cristallines du Précambrien ;
- les formations Barreiras, d'âge Miocène ?
- les formations sableuses d'âge holocène moyen ou inférieur, situées entre 19 et 23 mètres ;
- les formations argilo-sableuses organiques d'âge holocène moyen ou inférieur ? correspondant à une mangrove fossile et caractérisées par la présence de débris organiques et coquilliers ;
- les formations sableuses, d'âge holocène supérieur caractérisées par du sable plus fin que dans l'unité 3 ;
- les formations argilo-tourbeuses, du Quaternaire récent et qui correspondent à la mangrove actuelle.

#### E. La flore

Elle est représentée par la mangrove à palétuviers dont les espèces sont celles de la mangrove atlantique : *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia nitida*

et *Laguncularia racemosa*. Dans l'ensemble, la mangrove est bien développée grâce à une pluviométrie bien répartie, mais aussi, grâce à une matière organique abondante.

A l'arrière de la mangrove à palétuviers, on trouve comme au Sénégal, des tannes herbacés et des tannes vifs. Les tannes vifs, zones sursalées et nues ont une extension très réduite par rapport aux tannes herbacés qui sont recouvertes de *Phylloxera vermicularis*, *Sesuvium portulacastrum* et *Heleocharis caribea*.

#### II. LES SOLS

11 profils de 1m20 chacun et deux forages profonds ont été observés et décrits, 49 échantillons ont été prélevés sur lesquels ont été effectués des déterminations minéralogiques aux R.X. et des analyses chimiques portant sur les éléments majeurs, les oligo-éléments, le carbone et le soufre. Le pH a été mesuré sur certains échantillons et la salinité a été déterminée sur les nappes phréatiques de 9 profils. La localisation des profils est donnée sur la figure 3.

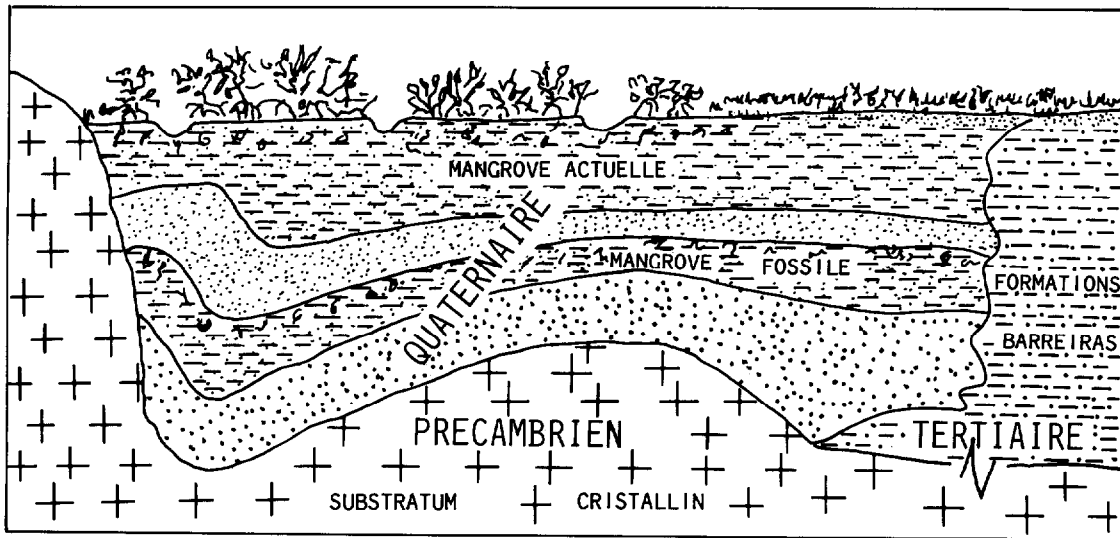


FIG. 4. — Stratigraphie des formations de la baie de Vitoria

— sous <i>Avicennia</i>	: profils 2 et 5
— sous <i>Rhizophora</i>	: 6 et 7
— sous mangrove dense	:
à <i>Rhizophora</i> + <i>Avicennia</i>	: 8, 9 et 10
— sous tanne vif	: 3 et 4
— sous tanne herbacé	: 1 et 11.

### A. Caractères morphologiques

Dans le tableau II sont consignés les principaux caractères morphologiques des profils observés. Il apparaît que ces profils ont, dans l'ensemble, une texture assez homogène, fine, argileuse ou argilo-limoneuse, qu'ils sont riches en fibres et débris de racines, riches en matière organique et de couleur gris foncé à gris bleu ou gris vert. Certains profils renferment des débris coquilliers et des petites concrétions.

### B. Minéralogie

#### 1. SÉDIMENT TOTAL

49 échantillons ont été analysés par diffraction X sur poudres désorientées. L'examen des diagrammes montre que :

a) Dans les forages profonds, sont associés quartz, argile et gibbsite, avec une prédominance du quartz, sauf dans certains niveaux du sondage F2 où l'argile prédomine.

b) Dans les profils aux trois minéraux cités, s'ajoutent la halite et la pyrite. Parmi les autres minéraux il est à signaler l'abondance du gypse dans les profils 4, 6 et 9, la présence de jarosite dans les profils 6, 7, 8 et 9 (celle-ci étant sans doute le résultat de l'oxy-

dation de la pyrite), la présence de calcite et d'aragonite, en profondeur dans le profil 3 et la prédominance de la goëthite dans le profil 5.

Le feldspath n'est représenté que dans un seul échantillon (115).

#### 2. LA FRACTION INFÉRIEURE À $2\mu$

Elle est en très grande partie composée de kaolinite (plus de 70 %), associée à des minéraux interstratifiés de type illite-smectite (10-14)Sm, à des traces d'illite, ainsi qu'à de la gibbsite, omniprésente.

Une étude plus détaillée de la répartition des minéraux interstratifiés au sein des profils montre que la proportion de smectite augmente avec la profondeur : on passe d'un minéral (10-14)Sm à 30 ou 40 % de smectite, en surface, à des minéraux à plus de 70 % de smectite en profondeur.

En résumé, par rapport aux sols des autres mangroves du monde, les sols de la baie de Vitoria se singularisent par la présence de gibbsite, hydroxyde d'aluminium qui provient sans doute de l'altération des formations Barreiras.

### C. Propriétés chimiques

#### a. LE pH

Il a été mesuré sur un échantillon sec de chacun des profils. A l'exception des échantillons des tannes vifs (34 et 42) et d'un échantillon de mangrove riche en débris coquilliers (72), tous les autres échantillons dont un pH très acide, nettement inférieur à 3, en particulier les échantillons prélevés dans la mangrove dense, où le pH est inférieur à 2.

TABLEAU II  
Résumé des caractères morphologiques

Sondage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Couleur	Mc Mf	Gf Gv	Gv Mc	Gv Mc	Gb Mc	Gf	Gf Mf	G Mf	Gf M	G Mf	G Gf
Taches			xx	xxx	x						
Concrétions			xx	x	xx						
Coquilles		xx	xx	xx	xx		xx		xx		
Racines fibres	xx		x	xx	x	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx
Matière organique	xxx	xx		x	x	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx
Texture	AS-A A+S+s	A A+S+sf	A A+S	A A+S	A A+S	AL A+S+sf	A A+S+sf	A A+S+sf	As A+S+S	AL A+S+sf	A As+s
Substratum	B		B	B	B						

x = traces; xx = présent; xxx abondant.

Couleur : G = gris; Gf = gris foncé; Gc = gris clair; Cv = gris vert; M = marron...

Texture : A = argile; L = limon; S = silt; s = sable; sf = sable fin.

Substratum : B = Barreiras.

TABLEAU III  
pH des échantillons séchés à l'air

Echantillon	14	22	34	42	62	72	82	92	102	114
Ph	2.6	2.8	7.4	7.5	2.0	8.2	2.3	2	1.8	2.5

Cette forte acidité est à relier aux teneurs élevées de ces sols en soufre, dont les valeurs peuvent atteindre 7,8 %, la moyenne pour 41 échantillons étant de 2,8 %. La plupart des profils sont donc potentiellement sulfatés-acides.

#### b. LA SALINITÉ

Elle a été déterminée sur les nappes phréatiques de 9 profils (tabl.IV). Les résultats montrent, qu'à l'exception du « tanne herbacé » (1), toutes les nappes sont salées et celles du tanne vif (3, 4) hypersalées.

TABLEAU IV  
Salinité des nappes phréatiques (les résultats sont exprimés en mmoles/l)

Echantillon	1	1	3	4	6	7	8	9	10
C.E. ms/cm	21.1	0.2	56.8	121	21.6	18.2	13.6	9.2	6.6
pH	7.04	6.2	7.26	6.86	7.	7.	7.34	7.28	6.92
Na <sup>+</sup>	163	1.61	4.24	890	163	138	106	72	51.3
K <sup>+</sup>	3.6	0.25	6.2	13	3.8	3.2	2.43	1.65	1.18
Mg <sup>++</sup>	1.8	0.15	51.5	119	18.7	15.7	11.6	7.7	5.6
Ca <sup>++</sup>	3.74	0.05	17.9	42.25	3.82	3.4	2.7	2.05	1.16
Alcalinité	1.21	0.28	7.82	5.08	1.26	1.2	1.75	1.79	0.48
Cl <sup>-</sup>	190.7	1.87	5137	1080	194.7	163.4	122.32	81.93	59.46
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	9.9	0.07	23.2	62.8	10.1	8.55	6.22	4.12	2.9

#### D. Utilisation et mise en valeur

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'aménagement du littoral CAPIXABA dans le but d'assurer la protection de la mangrove, fortement dégradée par suite de l'extension de la ville de Vitoria. C'est ainsi que l'Université de Vitoria est bâtie sur la mangrove à *Rhizophora*.

Par sa situation dans une baie et par ses caractères chimiques, la mangrove de Vitoria présente de nombreuses ressemblances avec les mangroves ouest-africaines, en particulier, avec celle de la baie de Mondah au Gabon.

Les sols sont cependant plus riches en matière organique et en soufre que ceux de l'Afrique de l'Ouest. Compte tenu de la dégradation très avancée de cette mangrove, d'une part, et de l'absence d'alimentation en eau douce, celle-ci est inapte à une mise en valeur

agricole. Par contre, l'aquaculture devrait pouvoir s'y développer très favorablement.

#### E. Conclusion

Les sols de mangroves de la baie de Vitoria sont *tous* potentiellement sulfaté-acides et salés, l'acidité étant essentiellement liée aux teneurs élevées de ces sols en soufre, accumulé sous forme de pyrite, sous une végétation à dominance de *Rhizophora*, dans un milieu riche en matière organique favorable à la sulfato-réduction bactérienne. La salinité est due à la situation géomorphologique de ces mangroves développées dans des baies où ne débouche aucun cours d'eau d'importance et qui se comportent donc comme des lagunes, milieux favorables à l'accumulation saline et à la formation de zones nues, « les tannes », comparables à ceux du Sénégal.

*Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 20 novembre 1987*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA (F.F.M.), MASUI (Y.), 1984. — O Pre-Cambriano do Brasil. Ed. E. Bulcher. Sao Paulo. 378 p.
- ARCHANJO (J.D.), 1984. — Manguezas de Vitoria. Relatório preliminar UFES. Dept. de Geociencias, 34 p.
- ARCHANJO (C.J.) et ARCHANJO (J.D.), 1984. — Contribuicao ao Estudo da Geologia do Espirito Santo. Revista de Cultura da UFES. (no prelo).
- AMADOR (E.S.), 1982. — Depositos relacionados a unidade inferior do Grupo Barreiras. *An. do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador : 1451-1461.
- BRAJNIKOV B., 1955. — Matériaux pour servir à la carte géologique de l'état de Espirito Santo. Dept. Imprensa Oficial. Vitoria E.S.
- MARIUS (C.), 1985. — Mangroves du Sénégal et de la Gambie. *Trav. et Doc. ORSTOM*, 193, 359 p.