

Effets de la sécheresse sur l'évolution phytogéographique et pédologique de la mangrove en basse Casamance

par C. MARIUS.

La sécheresse exceptionnelle qui a sévi au Sénégal de 1972 à 1977, particulièrement pendant les années 1972 et 1973, a considérablement affecté les formations de mangroves en basse Casamance.

On a observé la disparition brutale des *Rhizophora* dans les zones amont des marigots, et la pénétration du front salé très loin en amont dans la Casamance a fait dépérir de nombreux palmiers.

L'examen des photos aériennes — ou photos satellite — récentes permet de mesurer l'ampleur des dégâts causés à la mangrove dans cette partie de la Casamance. C'est, en particulier, la mangrove à *Rhizophora* qui a le plus souffert de la sécheresse. De nombreuses rizières qui avaient été récupérées sur la mangrove ont été envahies par les sels et totalement abandonnées pendant plusieurs années.

Nous avons pu suivre l'évolution d'une séquence mangrove-tanne ⁽¹⁾, qui avait été étudiée précédemment de manière détaillée par J. VIEILLEFON, de 1968 à 1971 (fig. 1).

(1) Le « tanne » est une étendue sans végétation, située en arrière de la mangrove, et qui n'est plus atteinte par la marée quotidienne.

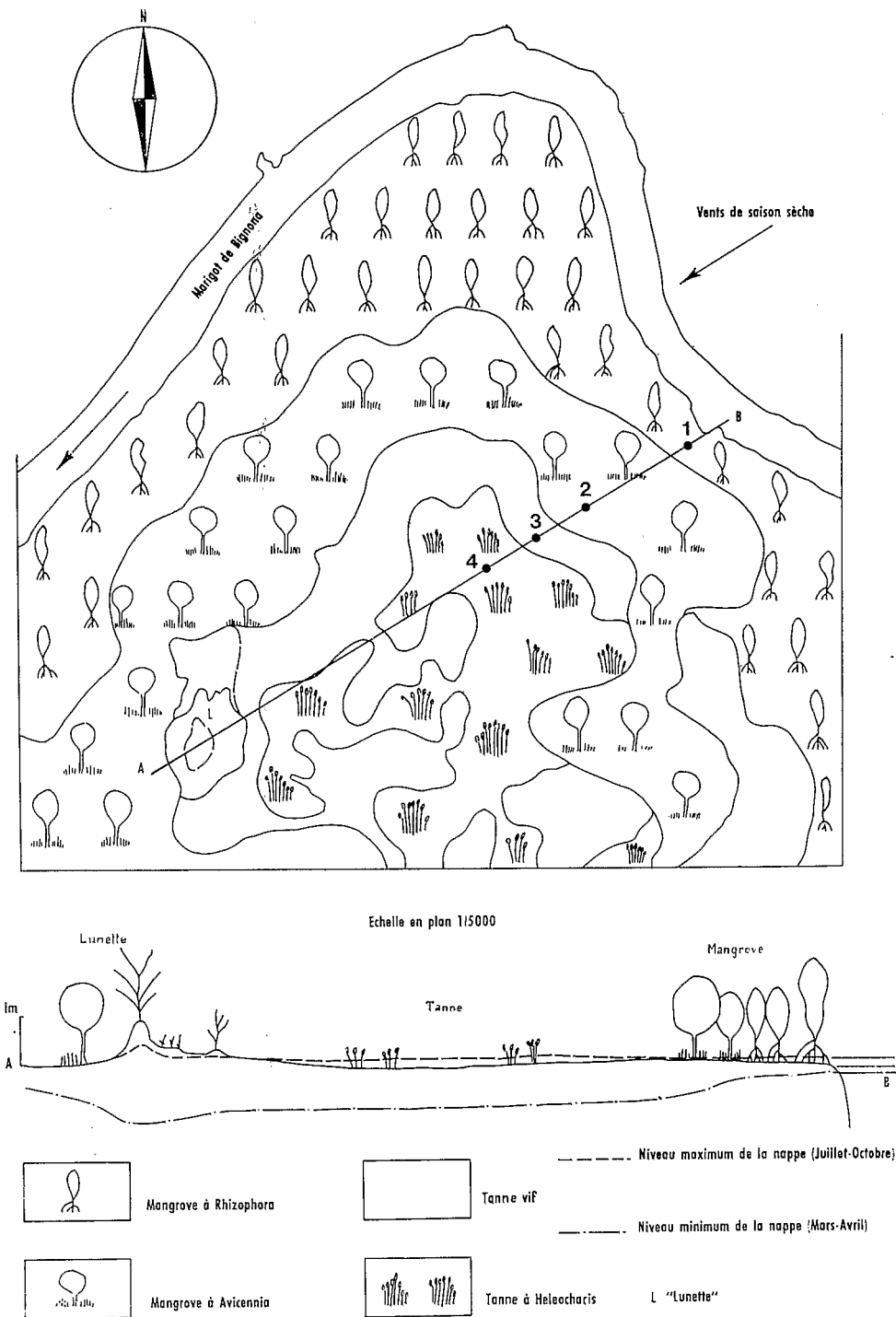


FIG. 1. — Plan et profil de la mangrove étudiée.
Repris de VIELLEFON (1969), fig. V.

1. RAPPEL DES DONNÉES CLIMATIQUES.

Le climat de la basse Casamance est caractérisé par deux saisons très contrastées. Les pluies sont concentrées entre les mois de juin et octobre, tandis que la période novembre-mai est sèche. Bignona, station climatologique la plus proche (15 km) de Balingor — localité où sera étudiée la séquence —, se trouve située entre les isohyètes 1 400 et 1 500 mm. Or, à la lecture du tableau 1, on constate un déficit général de la pluviométrie sur les 7 années, avec 3 années particulièrement sèches : 1971-1972-1977. Seules les années 1975 et 1976 ont été proches de la normale.

TABLEAU 1.

Pluviométries moyennes annuelles à Bignona de 1971 à 1977.

ANNÉE	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
P (en mm).....	904,6	655,3	1 052,9	1 083,9	1 352,6	1 207,7	847,5

2. OBSERVATIONS ET RÉSULTATS D'UNE PÉRIODE « NORMALE » (1968-1971).

2.1. La végétation.

Située dans un coude du marigot de Bignona, au sud du village de Balingor (12° 45' lat. N - 16° 21' long. O), la séquence végétale se présentait de la manière suivante, selon J. VIEILLEFON :

— En bordure du marigot, une frange de *Rhizophora racemosa*, le plus grand des palétuviers de la mangrove atlantique sur les côtes africaines. Cette formation, qui est peu épaisse, forme un véritable rideau qui masque les formations intérieures.

— Une large bande de *Rhizophora mangle*, plus petit que le précédent (2 à 4 m de haut), très densément réparti, divisée en deux sous-ensembles, d'abord les palétuviers seuls, puis en association avec *Paspalum vaginatum*.

— Une autre large ceinture d'*Avicennia africana*, l'autre espèce de palétuvier la plus fréquente avec *Rhizophora mangle*. Caractérisée par un tapis dense de racines aérifères ou pneumatophores, avec deux sous-ensembles, l'un avec *Scirpus littoralis*, l'autre avec *Sesuvium portulacastrum* et *Philoaxerus vermicularis*.

— Une ceinture de sol nu, le tanne vif bordé d'*Avicennia* rabougris ou morts.

— Cernée par la précédente, une vaste zone colonisée par *Eleocharis mutata* et *Eleocharis geniculata* : le **tanne herbacé**, parsemé de lambeaux de tanne vif.

2.2. Les sols.

2.2.1. Morphologie.

a) Sous *Rhizophora mangle*.

— 0 à 23 cm : N/4 à 5 B 4/1, gris bleuté, nombreuses et larges taches brunes sur les amas de radicules de *Rhizophora*, argileux, organique, structure fibreuse très compacte.

— 23 à 35 cm : identique, à taches plus petites et plus rares, moins humifère.

— 35 cm et plus : gris-bleu, toujours fibreux jusqu'à plus de 2 m.

b) Sous formation à *Avicennia* et *Sesuvium portulacastrum*.

J. VIEILLEFON signale que les *Avicennia* sont là remarquablement développés, atteignant 5 à 6 m de hauteur ; mais ils dépérissent du côté du tanne.

— 0 à 3,5 cm : 10 Y R 2/3, brun foncé, argileux, mêlé de débris végétaux.

— 5 à 45 cm : 10 Y R 2/2, brun très foncé, petites taches ocre et brunes, devenant légèrement bleutées en séchant, argileux, structure massive, très plastique, peu de débris végétaux.

— 45 à 60 cm : 10 Y R 2/2, brun très foncé, mêlé de bleu (5 B 4/1), nombreuses taches brunes (10 Y R 4/4) de dimensions moyennes, argileux, massif, cavités racinaires, épaisseur uniforme.

— 60 cm et plus : horizon identique aux horizons profonds du profil précédent, gris clair et bleu, fluide, mêlé de débris de racines peu décomposées qui disparaissent après 150 cm.

c) Sous tanne vif sans végétation.

La surface du sol est plane, la couche superficielle est poussiéreuse, excessivement riche en sels, parfois encroûtée. En saison des pluies, la couche pulvérulente de surface devient boueuse et glissante, tendant à former une pellicule souvent boursouflée par de petits dômes où s'accumulent des gaz.

— 0 à 3 cm : 10 Y R 4/4, brun, argileux, mêlé d'efflorescences salines en croûte friable poudreuse, horizon ondulé, limite tranchée avec l'horizon sous-jacent.

— 3 à 13 cm : 10 Y R 5/1, gris, petites taches beige-jaune (10 Y R 6/8) à ocre-rouge (2,5 Y R 5/8) sur les fentes et le long d'anciennes racines fines, argileux, structure cubique à tendance prismatique, moyenne, bien développée, plastique, épaisseur uniforme, limite nette.

— 13 à 30 cm : 10 Y R 5/1, gris, nombreuses taches jaune vif (2,5 Y à

5 Y 8/8) en amas et à l'emplacement d'anciennes grosses racines, argileux, structure massive, cavités tubulaires à l'emplacement d'anciennes racines mortes, très plastique, horizon ondulé, passage graduel à

— 30 à 50 cm : N/6, gris clair, grosses taches jaunes moins nombreuses, argileux, massif, autres caractères comme ci-dessus, horizon irrégulier, passage graduel à

— 50 à 65 cm : N/6, gris clair, taches bleues (5 B 4/1) sur des amas de radicelles, autres caractères identiques, apparition de grosses racines peu décomposées.

— Plus de 65 cm : N/6 et 5 B 4/1 mélangés, comme dans les horizons profonds des profils précédents.

d) Sous tanne herbacé à *Eleocharis*.

J. VIEILLEFON signale que « si en fin de saison sèche cette partie du tanne présente un aspect désolé, en hivernage, il s'y développe un tapis dense et très vert qui s'étend progressivement vers le tanne vif ». En hivernage, la nappe superficielle qui recouvre cette zone peut atteindre 20 cm d'épaisseur.

— 0 à 3 cm : 10 Y R 3/3, brun foncé, argilo-limoneux, structure poudreuse fine, chevelu racinaire très dense, épaisseur uniforme, limite tranchée avec l'horizon sous-jacent.

— 3 à 10 cm : 10 Y R 5/1, gris, nombreuses et fines taches tubulaires beige-jaune (10 Y R 6/8), et vers la base de l'horizon, larges taches arrondies jaune-beige (2,5 Y 7/8), argilo-limoneux, structure cubique moyenne, assez bien développée, fentes de petites dimensions, sans revêtement, microporosité faible, plastique, fort enracinement à la surface des cubes, épaisseur assez uniforme, limite nette.

— 10 à 30 cm : 10 Y R 4/2, gris-brun, assez nombreuses taches allongées jaune-beige (2,5 Y R 7/8), argileux, structure prismatique moyenne, bien développée, fentes assez larges recouvertes d'une pellicule brune argileuse et organique salée, microporosité faible à nulle, très plastique, sans enracinement, horizon ondulé, limite assez nette.

— 30 à 55 cm : horizon de transition identique au précédent, mais avec disparition de la structure prismatique.

— 55 à 75 cm : N 4, gris, avec quelques passages bleutés (5 B 4/1), argileux, très plastique, à partir de 150 cm apparaissent de nombreuses racines de palétuviers, *Rhizophora*, en voie de pourrissement.

2.2.2. Principales caractéristiques chimiques.

— La texture est relativement homogène dans toute la séquence avec une très nette dominance de la fraction fine (argile + limon) qui représente 80 à 90 % de la terre fine.

— Le taux de carbone est élevé dans la mangrove à *Rhizophora* (3-5 %) et décroît à mesure qu'on va vers le tanne, au moins pour les horizons superficiels. Dans les horizons de profondeur du

tanne, on retrouve sensiblement les mêmes valeurs que dans la mangrove à *Rhizophora* ⁽¹⁾.

— Le pH, déterminé sur le sol séché, selon les méthodes classiques, est très acide, généralement inférieur à 3. Cette valeur du pH est peu significative et doit généralement être associée au pH mesuré *in situ*, à l'humidité naturelle, pour être exploitable (tableau 2).

TABLEAU 2.

Mesure du pH *in situ* dans une séquence mangrove-tanne par J. Vieillefon en juillet 1971.

PROFONDEUR (en cm)	<i>Rhizophora</i>	<i>Avicennia</i>	TANNE VIF	TANNE HERBACÉ
20	6,6	6,9	6,7	5,6
50	7,1	5,8	5,8	5,4
100	6,9	5,6	4,9	5,2
150	7,3	6,1	5,2	6

— La salinité est le caractère chimique qui, avec le pH *in situ*, a considérablement évolué d'une année à l'autre et sous l'effet de la sécheresse.

Pour la période 1967-1971, J. VIEILLEFON indique que, dans le marigot de Bignona, les maxima de salinité se situent vers le mois de juillet avec une conductivité voisine de 50 mmhos ⁽²⁾, et les minima en octobre-novembre, avec une conductivité presque nulle.

En ce qui concerne les nappes, on observe que la salure augmente régulièrement de la mangrove au tanne.

Dans la mangrove à *Rhizophora*, la conductivité maximale est de l'ordre de 50 mmhos ; dans la mangrove à *Avicennia*, elle est de 70 mmhos ; dans le tanne vif, elle est voisine de 90 à 100 mmhos ; et dans le tanne herbacé, elle est de 80 mmhos environ.

La répartition des sels solubles sur un extrait aqueux 1/10 est indiquée dans le tableau 3.

(1) Le rapport C/N est toujours très élevé, en particulier dans la mangrove et les horizons profonds du tanne où il est supérieur à 30.

(2) La conductivité de l'eau de mer est d'environ 46 mmhos/cm pour 35 g/l de sels dissous.

TABLEAU 3.

Répartition des sels solubles en méq/l sur extrait aqueux 1/10 dans les 4 profils. Repris de VIELLEFON (1971), annexe II-3 (inédit).

PROFILS PROFONDEUR (en cm)	Cl	SO ₄	Cl/SO ₄	Ca	Mg	K	Na	ΣA	ΣC
<i>Rhizophora</i>									
30-40	138,0	19,0	7,26	2,1	25,5	1,9	118	157	147,5
90-100	82,0	29,5	2,78	3,6	37,3	0,03	62	111,5	103
170-190	72,1	78,8	0,75	4,5	38,1	0,6	69	150,9	112,2
<i>Avicennia</i>									
0-10	28	10,2	2,74	1,3	5,1	1,0	30	38,2	37,3
30-40	32	12,1	2,64	1,1	8,6	1,1	35	44,1	45,8
50-60	64,8	40,0	1,62	4,2	24,6	0,9	85,5	104,8	115,2
150-170	100	77,5	1,29	5,4	34,2	0,6	114	177,5	154,2
Tanne vif									
0-3	473	90	5,25	28,7	53,3	1,4	590	553	673,4
3-13	55	9,5	5,79	1,4	11,8	1,3	60	64,5	74,5
40-50	85,3	11,0	7,75	1,5	11,0	1,7	93,5	96,3	107,7
70-80	128,7	47,5	1,33	3,2	37,1	1,2	125,0	176,2	166,5
Tanne herbacé									
0-3	168	55	3,05	10,1	90,6	1,3	184	223	286
3-10	35	11,5	3,04	1,1	7,7	1,0	42	46,5	51,8
70-80	102	76,2	1,33	7,3	52,0	0,2	116	178,2	175,5
150-170	109	65	1,68	4,7	39,7	1,7	122	174	168,1

Le soufre présent dans les sols de mangroves sous forme de sulfures et dont l'oxydation dans les tannes conduit à la formation de sulfates responsables de la baisse du pH, accuse une nette décroissance de la mangrove au tanne passant de 30 à 40 pour 1 000 dans le profil I à moins de 5 p. 1 000 dans les horizons supérieurs du profil II (sous *Avicennia*). On observe ensuite une remontée progressive dans les horizons supérieurs du tanne.

3. OBSERVATIONS EN 1974.

3.1. La végétation.

3 années de sécheresse consécutives (1971-1972-1973) dont une, particulièrement grave : 1972, ont affecté la séquence végétale qui, dès janvier 1973, a vu disparaître la mangrove à *Rhizophora racemosa* et *Rhizophora mangle*.

En janvier 1974, tous les *Rhizophora* avaient disparu, ainsi que la plupart des *Avicennia* dont il ne subsistait plus que des troncs morts.

Avaient disparu aussi *Paspalum vaginatum* et *Scirpus littoralis*. La séquence se présentait ainsi :

Une vaste zone dénudée correspondant à l'ancienne mangrove à *Rhizophora* avec des plages plus ou moins disséminées de *Sesuvium portulacastrum*, de *Paspalum vaginatum* et quelques *Eleocharis*.

L'ancienne zone à *Avicennia* a été remplacée par un tapis homogène de *Sesuvium portulacastrum*.

Enfin, le tanne herbacé s'était transformé en un tanne vif inondé recouvert de la paille d'*Eleocharis*.

3.2. Les sols.

3.2.1. Morphologie.

Les variations affectent surtout les profils 2, 3 et 4.

a) Sous ancienne mangrove à *Avicennia*.

En surface, croûte salée.

— 0 à 10 cm : 5 Y R 4/6, argileux, structure subangulaire très fine, humide, plastique, légèrement collant, nombreuses fines racines.

— 10 à 25 cm : 5 Y R 4/5, nombreuses taches larges, distincts 5 Y R 5/6, nombreuses fines racines.

— 25 à 45 cm : nombreuses fines racines, quelques grosses racines partiellement décomposées, consistance semi-développée, collant, légèrement plastique, pas de taches.

— 45 à 55 cm : 10 Y R 4/1, argileux, nombreuses taches larges, diffuses, 10 Y R 4/2, légèrement fibreux, structure massive, consistance moins développée que pour l'horizon précédent.

— 55 à 70 cm : 10 Y R 4/1, argileux, fibreux (30 %), $n = 1,5$, pas de taches (1).

— 70 à 90 cm : 10 Y R 3,5/1, très fibreux (40-50 %), $n = 1,5$.

— 90 à 110 cm : 5 Y 4/5, très fibreux.

(1) n est la consistance estimée sur le terrain.

Nappe à 49 cm.

On notera l'apparition d'une croûte salée en surface et de taches brunes entre 45 et 55 cm.

b) Sous tanne vif.

Croûte salée en surface de 1 cm d'épaisseur.

— 0 à 4 cm : 5 Y R 4/6 à 10 Y 4/1, argileux à nombreuses taches jaunes de jarosite, sous forme de revêtements sur les faces des agrégats, de couleur 5 Y R 4/6, riche en racines.

— 4 à 20 cm : 10 Y R 4/1, argileux, à marbrures 2,5 Y 7/6 de jarosite le long des gaines racinaires, quelques débris racinaires.

— 20 à 40 cm : 10 Y R 4/1, argileux, taches jaunes 2,5 Y 7/4.

— 40 à 66 cm : mélange de 10 Y R 3,5/2 et 10 Y 4/1, argileux à nombreuses taches 10 Y R 8/2 de racines *silicifiées* et taches de jarosite associées aux racines.

— 66 cm et plus : gris foncé, réduit, fibreux.

Nappe à 47 cm.

On notera ici que les taches de jarosite associées aux racines pénètrent jusqu'à 66 cm, alors que dans les observations de 1971, de 50 à 65 cm, apparaissent des racines peu décomposées. Par ailleurs, la caractéristique essentielle de ce profil est la présence de racines *silicifiées* observées dans de nombreux autres profils des tannes de la région ainsi que dans l'estuaire du Saloum.

c) Sous tanne herbacé.

— 0 à 2 cm : croûte salée rougeâtre 5 Y R 5/8, structure poudreuse.

— 2 à 7 cm : 2,5 Y 4/3, argileux, structure subangulaire cubique moyenne à fine, consistance dure.

— 7 à 21 cm : 10 Y R 4/1, argileux, nombreux, minces (< 1 mm) et larges revêtements de couleur 10 Y R 4/4 sur les faces des agrégats et le long des gaines racinaires, quelques rares taches 2,5 Y de jarosite associées à ces revêtements, consistance plastique, pas de racines.

— 21 à 36 cm : 10 Y R 4/1, argileux, nombreuses racines verticales, taches de jarosite 2,5 Y 7/4, communes, sous forme de revêtements racinaires, consistance $n = 1,2$.

— 36 à 57 cm : N 4/1, nombreuses taches de jarosite 2,5 Y 7/4, le long des gaines racinaires, revêtements rouges 5 Y R 5/8 d'oxydes de fer sur les gaines racinaires, nombreuses taches 10 Y R 4/4 entourant les gaines racinaires.

— 57 à 75 cm : N 4/1 à 2/1, argileux, légèrement fibreux, taches jaunes 5/Y 5/1 autour des racines.

Ce profil est nettement différent de celui décrit par J. VIEILLE-ROUX, et l'on remarquera l'abondance de taches jaunes de jarosite et de revêtements rouges sur les gaines racinaires jusqu'à 60 cm et plus.

L'observation des lames minces effectuées sur des prélèvements de cette séquence en mai 1974 indique la présence de gypse dans les 4 profils sous forme d'étoiles ou de cristaux cubiques.

3. Caractéristiques chimiques.

Les effets de la sécheresse se sont surtout fait sentir sur le pH *in situ* d'une part, et la salinité des cours d'eau, des nappes et des sols, d'autre part.

a) Le pH *in situ* accuse une baisse générale de la mangrove au tanne (tableau 4). On remarquera que la baisse du pH a affecté en particulier les horizons à racines de *Rhizophora* soumis aux fluctuations de la nappe.

TABLEAU 4.

Répartition du pH en fonction de la profondeur (en cm)
dans une séquence mangrove-tanne en mai 1974.

<i>Rhizophora</i>			<i>Avicennia</i>				TANNE VIF			TANNE HERBACÉ		
0-20	40-60	80-100	0-20	30-50	50-70	80-100	0-20	40-60	80-100	0-20	40-60	80-100
5,7	5,9	5,9	5,5	5,5	3,5	4,8	3,3	3	3,4	4,3	4,6	6

Dans le tanne vif, cette baisse — considérable — s'est accompagnée d'une dégradation des minéraux argileux avec libération de la silice. En d'autres endroits de la Casamance (Tobor), nous avons pu observer en mai 1974 une croûte saline en surface formée de sulfate d'alumine associée à la halite. Le pH de cet horizon était de l'ordre de 2,5.

b) La salinité.

Le 15 mai 1974, en fin de saison sèche, la conductivité du marigot de Bignona à Balingor était de 94 millimhos, soit le double de la salinité de l'eau de mer, tandis que les nappes de la mangrove à *Avicennia* et des tannes accusaient une salinité de l'ordre de 115 à 130 millimhos (tableau 5).

Rhizophora supporte, semble-t-il, un maximum de salinité proche de celle de l'eau de mer, et sa croissance est bien meilleure

TABLEAU 5.

pH et salinité des nappes en méq/l
dans une séquence mangrove-tanne le 15 mai 1974.

	pH	C.E. (en micromhos)	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na	ΣA	ΣC	Cl/SO ₄
<i>Rhizophora</i>	2,7	94 250	860,3	91,3	32	180	11,9	690	952	913	9,4
<i>Avicennia</i>	3,9	115 500	1 064,7	99,4	48	236	18	875	1 164	1 177	10,7
Tanne vif.....	2,5	129 750	1 171,9	99,4	40	270	17,5	950	1 271,3	1 277	11,8
Tanne herbacé....	4,8	129 750	1 152	100,3	48	332	21	940	1 252,4	1 341	11,5

en eau très dessalée, ce qui explique sa brutale disparition de tous les biefs amont des marigots où, dès 1973, la salinité était supérieure à celle de l'eau de mer.

Les eaux des nappes ont une salinisation chlorurée-sodique — qui reflète celle de l'eau de mer — légèrement concentrée en chlorures.

En ce qui concerne *les sols*, on note qu'à la même date (15 mai 1974), la salinité exprimée par la conductivité de l'extrait aqueux 1/10 était très élevée de la mangrove au tanne. Dans la mangrove à *Rhizophora* et les horizons profonds des tannes, elle était de l'ordre de 15 mmhos (tableau 6).

Des études récentes (C. MARIUS, 1978) ayant montré que la conductivité de l'extrait aqueux à saturation en Casamance est de 15 à 20 fois supérieure à celle de l'extrait au 1/10, on constate que la salinité des sols de la séquence était au moins 5 fois plus élevée que celle de l'eau de mer, soit en moyenne le double de la salinité des nappes.

On notera les valeurs très basse du pH et du rapport Cl/SO₄ dans la mangrove à *Rhizophora* et les horizons profonds des autres profils, indiquant une salinisation nettement sulfatée-sodique à sulfatée-sodico-magnésienne.

La comparaison avec les résultats de J. VIEILLEFON montre une très nette augmentation des sels solubles.



FIG. 2. — Chaussée de Tobor. Aménagement rizicole ayant provoqué une acidification brutale et très élevée des sols de mangrove, qui ont été ainsi complètement stérilisés.
Cliché Schillinger.



FIG. 3. — Chaussée de Tobor. La mangrove à *Rhizophora* ne forme qu'une mince bande en bordure des chenaux. Extension considérable des tannes inondés et des tannes vifs.
Cliché Schillinger.

TABLEAU 6.

Répartition du pH, de la conductivité électrique en $\mu\text{mhos/cm}$ (C.E.)
et des sels solubles en még/l sur extrait aqueux 1/10 dans une séquence mangrove-tanne le 15 mai 1974.

	ÉCHANTILLON	PROFONDEUR (en cm)	pH	C.E.	Cl	SO ₂	Ca	Mg	K	Na	ΣA	ΣC	Cl/SO ₂
<i>Rhizophora</i>	MV11	0-20	2,7	20 290	161,2	108	4,2	45,3	0,05	152	269,2	201,5	1,5
	12	40-60	2,8	15 020	98,7	94,3	7,6	30,4	0,05	104	193	142	1
	13	80-100	2,9	13 900	90,4	94,3	5,2	33,2	0,04	95	184,7	133,4	0,95
<i>Avicennia</i>	MV21	0-20	6	7 340	66,1	8,6	2,2	11	1,5	63	74,7	77,7	7,7
	22	30-50	5,9	7 000	66,8	10,3	1,8	10,1	1,4	60	77,1	73,3	6,5
	23	50-70	3,1	13 900	62,7	42,9	7,2	28	0,42	112	105,6	147,6	1,4
	24	80-100	2,9	14 460	104,6	73,7	4,4	30,4	0,05	104	178,3	138,85	1,3
Tanne vif	MV31	0-20	4,3	12 230	113,4	12	2,5	21	1,8	104	125,4	129,3	9,5
	32	40-60	3,6	13 900	129	17,1	3,8	26	1,3	117	146,1	148,1	7,5
	33	80-100	3	16 960	143,7	53,1	4	36	0,18	134	196,8	174,2	2,7
Tanne herbacé	MV41	0-20	5,1	5 670	47,6	8,6	1,4	9,7	0,9	46	56,2	58	5,5
	42	40-60	5,3	8 450	75,4	13,7	2,6	16,8	1,2	70	89,1	90,6	5,5
	43	80-100	3	14 730	99,7	78,8	4	14,4	0,06	104	178,5	122,4	1,3

4. OBSERVATIONS EN MAI 1978.

Après deux années de pluviométrie presque normale (1975 et 1976), l'année 1977 a été une année de sécheresse catastrophique dont les effets sur la végétation et les cultures ont été beaucoup plus spectaculaires que ceux consécutifs à la sécheresse des années 1972 et 1973. C'est ainsi qu'en basse Casamance, la riziculture de mangroves a été pratiquement nulle, de très nombreuses rizières ayant été envahies par les sels.

4.1. La végétation.

La caractéristique essentielle est l'invasion de toute la zone à *Rhizophora mangle* par *Sesuvium portulacastrum* formant un tapis herbacé homogène jusqu'au tanne vif. Quelques *Eleocharis* ont survécu çà et là, tandis que *Paspalum vaginatum* a complètement disparu. En revanche, quelques *Conocarpus* ont fait leur apparition à côté du seul *Avicennia* qui a résisté à toutes les sécheresses.

Le tanne herbacé ayant complètement disparu, un immense tanne vif succède à la zone à *Sesuvium portulacastrum*.

4.2. Les sols.

4.2.1. Morphologie.

C'est dans la mangrove à *Avicennia* et le tanne vif que les changements sont les plus visibles.

— Sous mangrove à *Avicennia*, transformée en prairie à *Sesuvium*, l'horizon de surface a une consistance fortement développée, et la teinte est d'un gris clair presque beige.

— De 20 à 80 cm, l'horizon est marmorisé de teintes brunes dans une matrice gris clair jusqu'à 40 cm et « purée de marron » ensuite. La consistance est nettement du type « beurre » entre 40 et 60 cm.

— Sous tanne vif, le jour des observations (31-V-1978), la surface du sol était brûlante. Des taches jaunes de jarosite associées aux gaines racinaires pénètrent jusqu'à 60 cm. Entre 40 et 70, la consistance est de « beurre », et on y observe des accumulations localisées de taches brunes.

4.2.2. Caractères chimiques.

a) Le pH *in situ* est partout acide à très acide (tableau 7).

On remarquera que sous l'ancienne mangrove à *Rhizophora*,

même les horizons superficiels accusent une nette baisse du pH, mais que dans tous les cas, ce sont les horizons intermédiaires qui s'acidifient le plus. Dans le tanne vif, tout le profil est très acide.

TABLEAU 7.

Mesure du pH *in situ* dans une séquence mangrove-tanne le 31 mai 1978.

PROFIL	<i>Rhizophora</i>				<i>Avicennia</i>				TANNE VIF				TANNE HERBACÉ			
	10	30	70	110	10	30	50	90	10	30	50	90	10	30	50	90
PROFONDEUR (en cm)																
pH	5,3	5,3	6	5,8	4,1	4	3,6	4,1	3	3,2	3,2	3,3	5,3	3,7	3,4	4,4

b) La salinité.

La conductivité des nappes était considérablement élevée le 31-V-1978 et atteignait le triple de celle de l'eau de mer dans toute la zone recouverte de *Sesuvium*. Dans le tanne, l'eau de la nappe était légèrement moins salée, mais très acide avec un pH de 3 (tableau 8).

TABLEAU 8.

Répartition du pH, de la conductivité électrique en $\mu\text{mhos/cm}$ et des sels solubles en $\text{m}\ddot{\text{e}}\text{q/l}$ dans une séquence mangrove-tanne le 31 mai 1978.

	pH	C. E.	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na	ΣA	ΣC	Cl/SO ₄
<i>Rhizophora</i>	7,4	147 300	1 600	128,6	44	278	38,4	1 170	1 729,8	1 530	9,2
<i>Avicennia</i>	6,8	147 300	1 560	171,4	44	312	39,2	1 190	1 731,8	1 585,2	9,1
Tanne vif	3	126 100	1 320	137,1	34	260	31,2	1 040	1 457,1	1 365,2	10
Tanne herbacé	3	103 600	1 000	154,3	31,2	252	20,4	820	1 154,3	1 123,6	6

Rappelons qu'avant le cycle de sécheresse, la salinité des nappes était de l'ordre de 50 mmhos dans cette même séquence. En d'autres points de la région de Balingor, et notamment dans la plupart des rizières abandonnées, la surface du sol était formée d'une croûte riche en cristaux de gypse visibles à l'œil nu et dont la présence a été confirmée par l'analyse aux rayons X.

5. OBSERVATIONS DU 25-XI-1978.

La pluviométrie de l'année 1978 a été, dans l'ensemble, normale au Sénégal, et plus particulièrement en basse Casamance, qui a été la région la mieux arrosée avec une hauteur d'eau totale de 1 499,8 mm tombée à Bignona et répartie sur 6 mois (juin à novembre).

5.1. La végétation.

On observe, d'une part, une reprise importante des *Avicennia* et des *Eleocharis*, d'autre part, l'apparition de 2 espèces de graminées : *Bacopa crenata* et *Sporobolus helvolus*. La séquence végétale, très différente de celle observée avant et pendant le cycle de sécheresse, se présente ainsi.

— Du bord du marigot jusqu'à 35 m environ : une zone tourbeuse, sans végétation, avec quelques troncs de *Rhizophora* desséchés.

— De 35 à 55 m : repousses d'*Avicennia*, très dispersées, sur des plages de *Sesuvium*.

— De 55 à 75 m : repousses d'*Avicennia*, très denses, sur un tapis homogène de *Sesuvium*. Les *Avicennia* ont tous 1,50 m de haut.

— De 75 à 100 m : prairie dense et homogène d'*Eleocharis geniculata* associée à *Sesuvium*.

— De 100 à 135 m : peuplement pur et homogène d'*Eleocharis* de 1 m de haut.

— De 135 à 190 m : tapis de *Sesuvium* avec repousses isolées d'*Avicennia* et de *Conocarpus*. À 150 m, apparaissent de très nombreux *Sporobolus* et *Bacopa* qui vont jusqu'à la limite du tanne vif.

— À 190 m : commence le tanne vif, qui s'étend sur une largeur de plus de 100 m.

Dans l'ancien tanne herbacé, on observe une reprise très dispersée d'*Eleocharis*.

On remarquera la disparition définitive, semble-t-il, de certaines espèces telles que : *Paspalum vaginatum*, *Scirpus littoralis* et *Philoaxerus vermicularis*, ainsi que de *Rhizophora mangle*, qui a été remplacé par l'association *Avicennia-Sesuvium*. On

notera aussi le développement important des *Eleocharis* lié, semble-t-il, à l'acidification d'une grande partie des sols de la séquence.

5.2. Les sols.

5.2.1. Morphologie.

Une étude très détaillée de la séquence (1 profil tous les 3 ou 4 m) nous a permis d'observer que les premières transformations débutaient à environ 60 m du marigot, dans la zone à repousses d'*Avicennia*, sur *Sesuvium*, par l'apparition de marbrures brunes et noires dès la surface, devenant très nettes entre 20 et 50 cm ; cet horizon acquiert par ailleurs une consistance « de beurre » peu nette à ce niveau, mais très marquée dans la zone à *Eleocharis*.

Dans le tanne vif, les 40 premiers centimètres sont très consistants et reposent sur un horizon nettement plus fluide de couleur « purée de marron ». Il apparaît très clairement que les taches brunes, qu'on retrouve dans toute la séquence, immédiatement au-dessus des 20 ou 30 cm superficiels, résultent de la décomposition des amas fibreux associés aux racines de *Rhizophora*.

5.2.2. Caractéristiques chimiques.

a) Le pH *in situ* s'est légèrement relevé dans l'ancienne mangrove à *Rhizophora* et en surface sous *Avicennia*, mais il est resté acide en profondeur, sous *Avicennia*, et sur tout le profil du tanne vif (tableau 9).

Dans l'ancien tanne herbacé, tout le profil a un pH inférieur à 4, alors que dans les observations précédentes, le pH en surface et en profondeur était généralement supérieur à 4.

TABLEAU 9.

Mesure du pH *in situ* en fonction de la profondeur dans une séquence mangrove-tanne le 25 novembre 1978.

PROFIL	<i>Rhizophora</i>				<i>Avicennia</i>				TANNE VIF				TANNE HERBACÉ			
	10	30	50	80	10	30	60	90	20	40	60	90	30	50	70	90
PROFONDEUR (en cm)																
pH	6,2	5,6	5,6	5,9	5,5	5,2	4,5	4,7	3,5	3,4	3,4	3,4	3,2	3,3	3,6	3,7

b) La salinité.

En l'absence de résultats concernant la salinité des sols, on constate, pour les nappes, une baisse considérable de la conductivité dans toute la zone recouverte de végétation, avec des valeurs 4 à 5 fois inférieures à celles du mois de mai 1978 (tableau 10).

TABLEAU 10.

Conductivité électrique en $\mu\text{mhos/cm}$ de la nappe d'eau dans une séquence mangrove-tanne le 25 novembre 1978.

	<i>Rhizophora</i>	<i>Avicennia</i>	Tanne vif	Tanne herbacé
C.E.	20 000	35 000	115 000	90 000

Par ailleurs, on note que, si dans les mangroves et le tanne herbacé la salinité de la nappe varie en cours d'année, au rythme des saisons d'une part, et d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie de l'année précédente d'autre part, la salinité de la nappe du tanne vif a très peu varié de 1974 à 1978. On relèvera aussi la différence importante entre le pH des 2 nappes, celle de l'ancienne mangrove à *Rhizophora* (MV1) généralement neutre, et celle du tanne vif, toujours fortement acide (tableau 11).

On constate que, dans le tanne vif, la salinité est en moyenne 2 à 3 fois supérieure à celle de l'eau de mer.

6. CONCLUSION.

Le cycle de sécheresse qui a sévi de 1972 à 1977, dans la zone sahélienne en général et au Sénégal en particulier, s'est caractérisé par une diminution des précipitations, d'une part, mais surtout par la contraction de la saison des pluies, d'autre part. En basse Casamance, la saison des pluies s'est généralement réduite à 3 mois (juillet-août-septembre), portant ainsi la saison sèche à 9 mois (octobre à juin). Le climat de la région était du type « tropical sec ».

Végétation et sols d'une chronoséquence mangrove-tanne qui avait été étudiée de manière détaillée par J. VIEILLEFON de 1968 à 1971 ont subi d'importantes transformations que nous

TABLEAU 11.

Variations interannuelles du pH et de la conductivité électrique
en $\mu\text{mhos/cm}$ dans la mangrove à *Rhizophora* et dans le tanne vif.

DATE		15-V-1974	30-VIII-1974	28-X-1974	9-VI-1975	XI-1975	31-V-1978	25-XI-1978
pH	<i>Rhizophora</i>	6,1	5,7	7,1	6,7	7,1	7,4	
	tanne vif	2,5	2,7	2,4	2,5	2,3	3	
C.E.	<i>Rhizophora</i>	94 240	6 800	54 200	79 950	9 550	147 300	20 000
	Tanne vif	129 750	134 850	142 300	142 850	130 500	126 100	105 000

TABLEAU 12.

Variations interannuelles de la végétation, du pH *in situ* du sol à trois profondeurs et de la salinité de la nappe en mmhos/cm dans la séquence mangrove-tanne de Balingor.

	Végétation	<i>Rh. racemosa</i>	<i>Rh. mangle</i>	<i>Rh. mangle</i> + <i>Paspalum</i>	<i>Avicennia</i> + <i>Scirpus</i>	<i>Avicennia</i> + <i>Sesuvium</i> + <i>Philoceus</i>	Tanne vif	Tanne herbacé à <i>Eleocharis</i>	
MAI 1971	pH à { 10 cm....		6,6			6,9	6,7	5,6	
	{ 50 cm....		7,1			5,8	5,8	5,4	
	{ 90 cm....		6,9			5,6	4,9	5,2	
	Salinité de la nappe en mmhos/cm		50			70	90-100	80	
MAI 1974	Végétation	Zone nue	Plages dispersées de <i>Sesuvium</i> , rares <i>Paspalum</i> et <i>Eleocharis</i>			Tapis homogène de <i>Sesuvium</i>		Tanne vif	
	pH à { 10 cm....		5,7			5,5	3,3	4,3	
	{ 50 cm....		5,9			3,5	3	4,6	
	{ 90 cm....		5,9			4,8	3,4	6	
	Salinité de la nappe en mmhos/cm		94,25			115,5	130	130	

TABLEAU 12 (suite).

MAI 1978	Végétation	Zone nue	Tapis homogène de <i>Sesuvium</i> , rares <i>Eleocharis</i> , apparition de <i>Conocarpus</i>				Tanne vif
	pH à { 10 cm.... 50 cm.... 90 cm....	5,3 5,3 6	4,1 3,6 4,1	3 3,2 3,3	5,3 3,4 4,4		
Salinité de la nappe en mmhos/cm	147,3	147,3	126,1	103,6			
NOVEMBRE 1978	Végétation	Zone nue	Rares <i>Avicennia</i> + <i>Sesuvium</i>	<i>Avicennia</i> + <i>Sesuvium</i>	<i>Eleocharis</i> + <i>Sesuvium</i>	<i>Sporobolus</i> + <i>Bacopa</i>	Tanne vif
	pH à { 10 cm.... 50 cm.... 90 cm....	6,2 5,6 5,6			5,2 4,5 4,7	3,5 3,4 3,4	3,2 3,3 3,7
	Salinité de la nappe en mmhos/cm	20		35	115	90	

avons pu suivre de 1974 à novembre 1978 après la grande sécheresse des années 1972-1973-1974 et celle de 1977 d'une part, et à la fin de la première saison des pluies « normale » de 1978 d'autre part.

De ces observations, on retiendra les faits suivants.

1° Végétation.

a) La plupart des espèces végétales disparaissent après la sécheresse de 1977, à l'exception de *Sesuvium portulacastrum*, remarquablement adapté à de très fortes salures atteignant pour les sols 5 fois la salinité de l'eau de mer.

b) Les *Avicennia* et *Eleocharis* reprennent de façon importante après la saison des pluies de 1978, associés à des espèces de graminées nouvellement apparues : *Sporobolus helvolus* et *Bacopa crenata*.

c) Certaines graminées disparaissent définitivement semble-t-il : *Scirpus littoralis*, *Phloxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, espèces plutôt adaptées à des eaux saumâtres que sursalées, tandis que les *Rhizophora* sont remplacés, en grande partie, par l'association *Avicennia-Sesuvium* qui semble bien adaptée à une très large gamme de salure. En effet, nous avons pu observer en novembre 1978 tout en amont du marigot de Bignona, de nombreuses repousses de jeunes *Avicennia* associées à *Cyperus* sp., *Typha*..., considérés comme des espèces d'eaux douces à saumâtres (1).

2° Sols.

Les principales transformations consécutives à la sécheresse sont les suivantes.

a) Du point de vue morphologique :

— l'apparition de taches brunes et surtout le développement d'une consistance « de beurre » dans l'horizon intermédiaire (40-80 cm) ;

— la présence de *gypse*, minéral caractéristique de régions plus arides, observable d'abord en lames minces dans les prélèvements de tous les profils de la séquence (mai 1974), ensuite, à l'œil nu, sous forme d'une croûte superficielle (mai 1978) ;

— la présence, dans certains profils (tanne vif), de fragments

(1) La détermination de ces espèces a été faite par A. SANOKHO, du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar.

de racines silicifiées blancs et poudreux formés d'opale-cristobalite associée à de la silice amorphe.

b) *Du point de vue chimique :*

— l'augmentation considérable de la salinité des nappes et des sols, atteignant respectivement 3 fois et 5 fois la salinité de l'eau de mer ;

— la baisse générale du *pH* dans la séquence et plus particulièrement dans le tanne vif et les horizons profonds des mangroves. On remarque d'ailleurs que l'acidité débute généralement par les horizons intermédiaires (à partir de 30-40 cm), du fait que les produits sulfurés — notamment la pyrite — contenus dans les gaines racinaires de *Rhizophora* s'oxydent en jarosite en libérant de l'acide sulfurique, par suite de l'abaissement de la nappe phréatique.

La plupart des observations précédentes sont résumées dans le tableau 12.

BIBLIOGRAPHIE

- MARIUS, C. (1972). — Végétation et écologie des mangroves. Dakar, O.R.S.T.O.M., *Bull. de liaison*, polygr.
- (1976). — Effets de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangroves (Casamance, Gambie). Dakar, O.R.S.T.O.M., polygr.
- VIEILLEFON, J. (1969). — La pédogénèse dans les mangroves tropicales. *Sciences du Sol*, A.F.E.S., n° 2.
- (1971). — Les sols des mangroves et tannes de Basse-Casamance, Paris, Mém. O.R.S.T.O.M., n° 83.
- (1975). — Carte pédologique de la Basse-Casamance. Notice explicative n° 57. Dakar, O.R.S.T.O.M., 1 carte, 59 p.
-