

COMMUNICATION AU VIÈME CONGRES PANAFRICAIN DE PREHISTOIRE ET D'ETUDE DU QUATERNAIRE

D A K A R - 1 9 6 7

SUR L'EXISTENCE DE BOURRELETS EOLIENS OU "LUNETTES" DANS LES MANGROVES DE
CASAMANCE

Par J. VIEILLEFON - Pédologue, Maître de Recherches O. R. S. T. O. M.

INTRODUCTION:

Des formes d'accumulation éolienne de particules de granulométrie fine ont été décrites en Australie et au Texas sous les noms de "lunets" ou de "clay-dunes", par divers auteurs. C'est à J. BOULAINES (2) que revient l'explication de ces phénomènes, à l'occasion de son étude des sebkhas d'Oranie. J. TRICART (8) en a également reconnu dans l'Aftout es Sahel Mauritanien et dans le delta du Sénégal.

Cependant, ces accumulations, dues à la déflation éolienne de particules fines agglomérées par le sel et à leur dépôt sous les vents dominants en bordure des sebkhas, semblaient caractéristiques de zones à climat semi-aride, lorsque les autres conditions de formation, alimentation en eau et en substances dissoutes, permanence de vents à direction préférentielle, étaient réalisées. Seul R. MAIGNIEN (5) avait pressenti l'existence de ce processus en région plus humide.

Or les prospections menées par l'auteur en Casamance (Sénégal), (cf. Figure 1), où règne un climat tropical humide, l'ont amené à reconnaître à ce phénomène une plus large répartition.

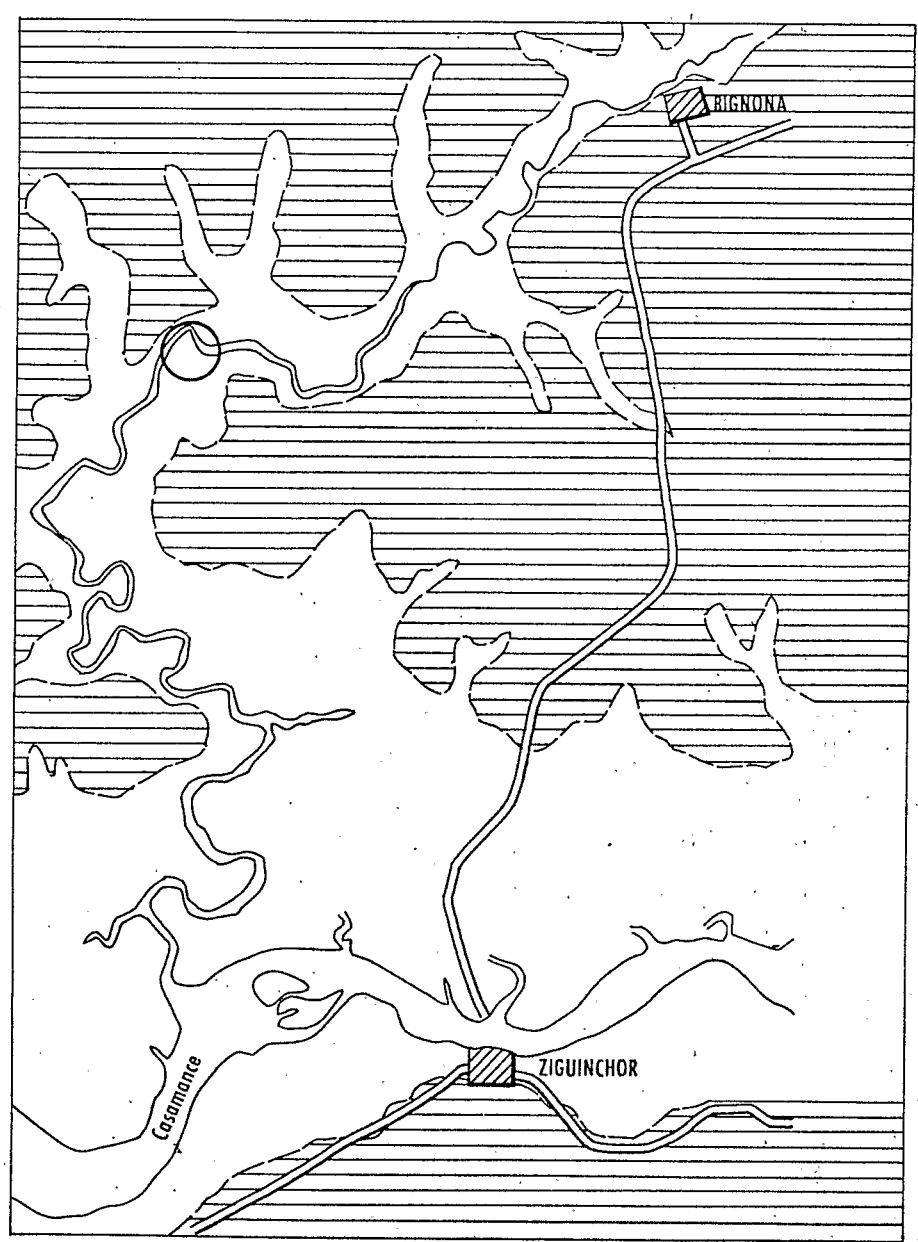
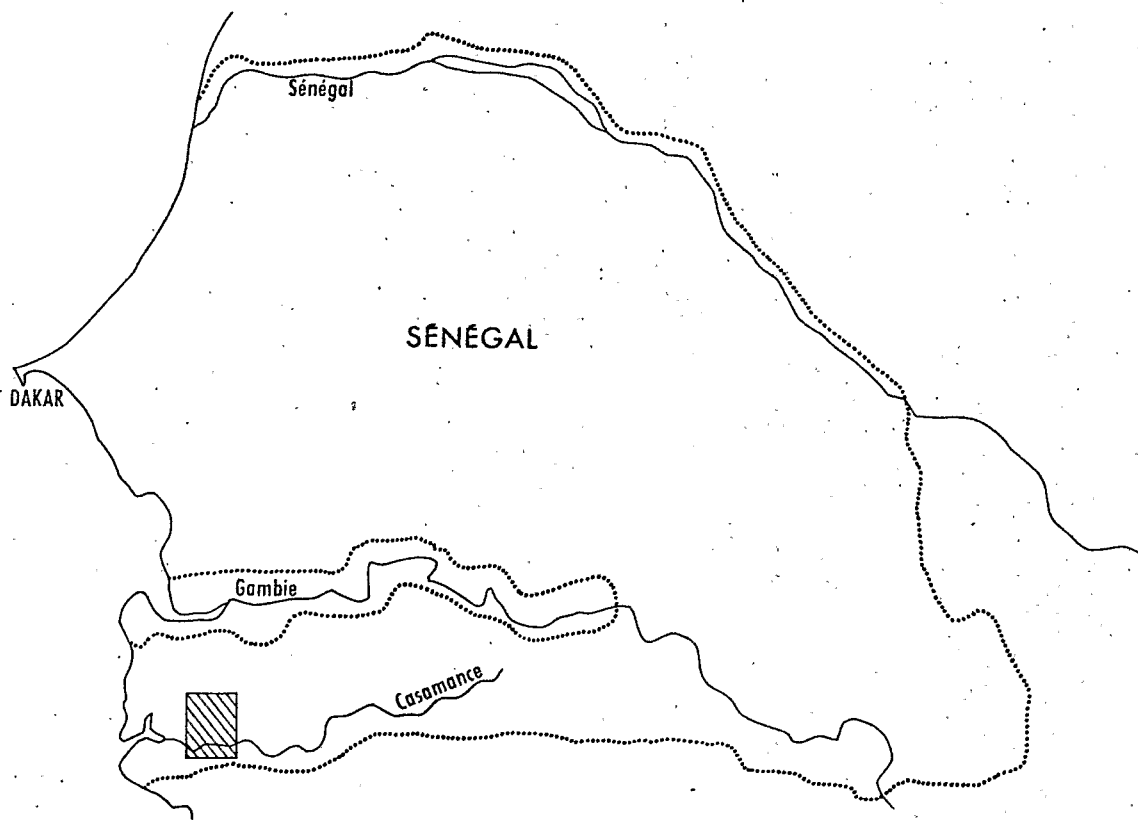
Nous passerons tout d'abord en revue les facteurs du milieu naturel qui conduisent à la manifestation du phénomène, puis nous étudierons la morphologie de la lunette ou bourrelet, son processus de formation ainsi que son évolution.

O. R. S. T. O. M.

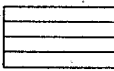
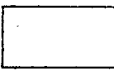

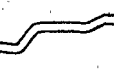

Collection de Référence

n° / 3456 B

8 OCT 1969



LEGENDE

-  Plateaux continental terminal
-  Alluvions récentes Mangroves.
-  Marigot.
-  Route
-  Point d'étude

Echelle 1/200 000

Figure 1

I - GENERALITES SUR LE MILIEU NATUREL EN BASSE-CASAMANCE.
CONDITIONS DE FORMATION.

1 - Topographie

Les basses plaines qui bordent le bas cours de l'estuaire de la Casamance, formées par le dépôt lors de la dernière transgression quaternaire de sédiments fluvio-marins en provenance des altérations latéritiques de l'arrière-pays, présentent un modelé très plat, en vastes terrasses, où sinuent de nombreux marigots et chenaux de marée dans lesquels circulent des eaux plus ou moins saumâtres. La végétation caractéristique de la mangrove couvre la plus grande partie de ces régions.

Le comblement progressif de l'estuaire par accréation provoque l'espacement et la diminution du temps de séjour des eaux de marées sur les sols; la mangrove fait place vers l'intérieur soit à des zones stériles, sursalées, dépourvues de végétation, désignée localement sous le nom de "tann" (7), soit à des marais herbus peuplés de plantes halophiles. Ces tann et marais sont généralement en légère dépression par rapport à la mangrove. La bordure sud-ouest des tann est surelevée en petites buttes allongées dont nous verrons plus loin qu'elles sont assimilables à des "lunettes" ou bourrelets éoliens (figure 2).

2 - Climatologie

Le climat de la Basse-Casamance, sub-guinéen selon F. BRIGAUD (3), est soumis à l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide très tranchées. Pendant la saison des pluies, ou hivernage, la pluviosité est en moyenne de 1.400 mm, le mois d'Août étant le plus arrosé; pendant la saison sèche, qui dure 7 mois, les températures moyennes diurnes sont élevées (36°) et l'évaporation intense; les vents de secteur nord-est qui sont les plus fréquents jouent un rôle important dans la déflation éolienne. Il faut y ajouter des trombes qui peuvent transporter des éléments en suspension sur tout le pourtour du tann.

On trouvera dans le tableau I quelques données sur le climat régional.

Tableau I

- Données climatologiques sur la Basse-Casamance.

MOIS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Température moy. (1)	23°8	25°6	27°4	27°9	28°5	28°4	27°1	26°4	26°9	27°8	26°7	24°4
Hygr. (1)%	max.	91	91	92	92	94	96	99	99	99	99	99
	min.	33	32	28	32	44	55	69	73	68	62	55
Pluies (1) mm	0,1	0,9	0	0,1	9,7	<u>125,1</u>	<u>362,7</u>	<u>532,4</u>	<u>361,0</u>	<u>146,0</u>	8,1	0,9
(2)	0,1	0,4	0	0	14,8	<u>129,3</u>	<u>291,1</u>	<u>457,2</u>	<u>331,7</u>	<u>143,9</u>	9,0	1,0

Vents dont la proportion excède 10 pour 100

<u>Direction</u>	<u>Saison sèche</u>	<u>Saison des pluies</u>
Nord-Est	<u>39,6</u>	10,3
Nord	11,3	-
Nord-Ouest	19,0	19,3
Ouest	21,3	38,2
Sud-Ouest	-	16,0

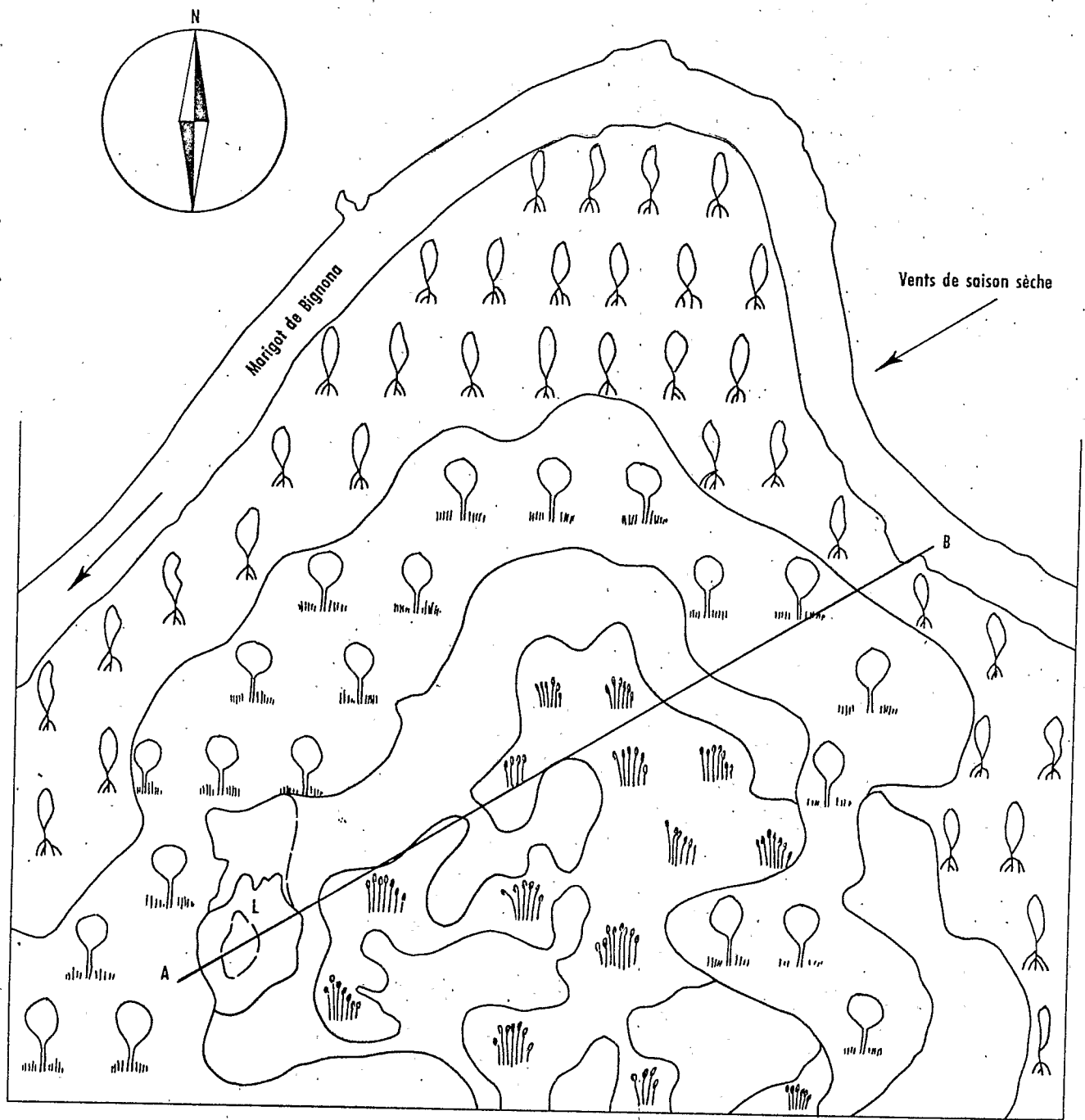
3 - Géologie - Hydrologie

Les sédiments déposés à partir de la dernière transgression, assimilée au Flandrien par P. MICHEL (6) sont constituées principalement de particules fines de la taille des argiles et des limons fins (85 à 90 pour 100 d'éléments inférieurs à 20 microns). Ils retiennent, au moment de leur dépôt, de fortes quantités d'eau, qu'ils perdent ensuite au cours de leur consolidation, soit par tassement, soit par leur colonisation par la mangrove.

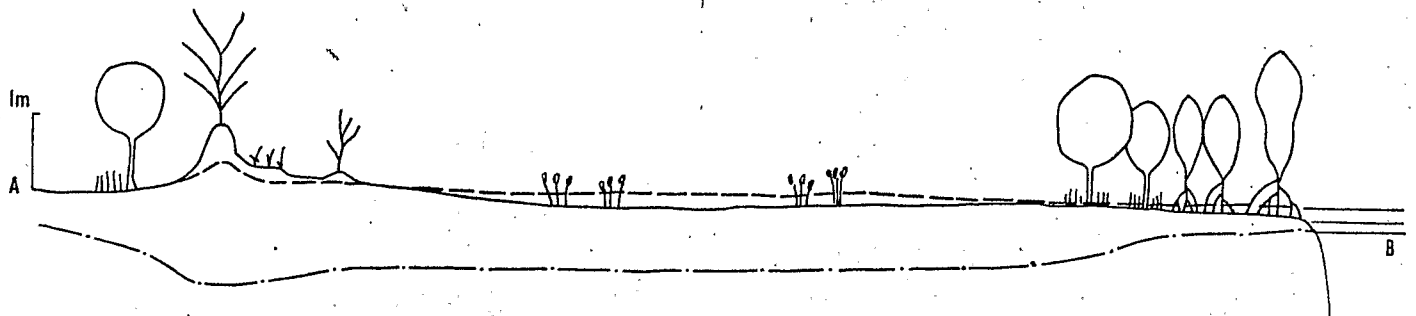
Le régime de submersion par les marées est bi-quotidien toute l'année en bordure du marigot, dans la mangrove à Rhizophora: il devient moins fréquent, se produisant principalement en marées de vives eaux, dans

(1) données relatives à la station de Ziguinchor

(2) données relatives à la station de Sédhiou.



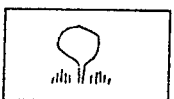
Echelle en plan 1/5000



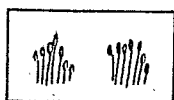
Mangrove à *Rhizophora*



Tan vif



Mangrove à *Avicennia*



Tan à *Hélocharis*

--- Niveau maximum de la nappe (Juillet-Octobre)

— Niveau minimum de la nappe (Mars-Avril)

L "Lunette"

Figure 2

la mangrove intermédiaire à Avicennia; dans la zone interne du tann l'alternance de la submersion et du dessèchement est annuelle, à l'exception de l'incursion de quelques marées d'équinoxe. Là, le sol est submergé d'une manière continue pendant l'hivernage et une partie de la saison sèche, et s'assèche ensuite progressivement, la baisse de la nappe atteignant au maximum un mètre au centre de la dépression.

4 - Sols

Sans entrer dans le détail des types pédologiques reconnus le long de la "chaîne des sols", de la mangrove au tann, on peut schématiser en distinguant sous la mangrove des sols peu évolués salins hydromorphes (sols de poto-poto) et dans le tann des sols salés acidifiés et des solontchaks vifs.

L'étude de la chaîne de sols montre une filiation certaine entre ces différents profils: différenciation progressive en horizons, début de structuration, modification des propriétés physiques (densité apparente, teneur en eau, porosité) et chimiques (pH, potentiel d'oxydo-réduction, teneur en bases, en sels solubles et en composés soufrés).

Dans la dépression du tann, le dessèchement et l'abaissement de la nappe en saison sèche fait apparaître, dans la zone à Heleocharis, une structure en larges polygones craquelés, se débitant en polyèdres plus petits, tandis qu'une structure poudreuse, due au foisonnement par cristallisation des sels déposés par évaporation ou remontée capillaire, se développe sur le tann vif.

La submersion partielle par les marées d'équinoxe de printemps fait disparaître la structure motteuse dans la première zone et une plus ou moins grande fraction du tann devient susceptible de fournir des matériaux à la déflation éolienne. On a porté dans le tableau II quelques données analytiques sur les sols du tann.

Tableau II

Résultats analytiques du profil n° 52 (tann vif)

Prof.	pH eau 1/2	Mat. Org. %	Complexe absorbant méq/100					Sat. V %	Sels solu- bles %		Totaux
			Ca	Mg	K	Na	T		Cl	SO4	
0-3	4,1	4,3	4,09	9,60	0,72	7,00	12,3	Sat.	167,9	3,84	325,0
3-10	3,7	2,9	1,72	4,87	1,61	3,88	14,1	86	19,5	0,42	36,4
20-30	3,7	2,9	2,01	4,54	1,73	3,96	15,9	77	16,7	0,31	31,3
40-50	3,7	2,0	2,94	5,98	1,86	4,32	15,2	99	21,6	0,61	39,8
70-80	2,4	7,6	7,22	5,06	1,01	3,48	20,4	82	33,0	1,92	67,8

5 - Végétation

La végétation des basses plaines vaseuses est spéciale et caractéristique de zones littorales. Elle comprend, selon J. TROCHAIN (9) un étage littoral sur sols salins temporairement submergés, la mangrove, et un étage adlittoral sur sols acides temporairement submergés, le groupement à *Héleocharis mutata*.

De la rive subverticale du marigot au centre du tann on observe successivement:

- une frange de grands *Rhizophora racemosa*, aux puissantes racines-échasses, sur sol très fibreux,
- une zone plus large à *Rhizophora mangle*, plus petit, sur sol encore fibreux, accompagné vers salinite interne de *Rhizophora Harrisonii* avec un sous bois de *Paspalum vaginatum*,
- une zone d'égale importance peuplée d'*Avicennia nitida*, sans racines échasses mais aux troncs entourés d'un tapis dense de pneumatophores, avec un sous bois de *Scirpus littoralis* puis de *Sesuvium portulacastrum* vers la bordure du tann,
- une auréole de sols sans végétation, très salés, le "tanne vif",
- au centre de la dépression du tann une zone salée acide couverte d'une végétation herbacée halophile à base de *Scirpus littoralis* et surtout *Heleocharis mutata* et *H. Carribea*, accompagnée de nombreuses algues.

Sur la bordure sud-ouest du tann, sous les vents dominants de saison sèche, la végétation du bourrelet est composée de bouquets d'arbres et d'arbustes dont la présence au milieu de la mangrove ne laisse pas de surprendre. Il s'agit en effet d'espèces non halophiles, dont l'installation n'a pu se faire qu'après un dessalement suffisant du substratum. On y trouve en particulier:

Arbres et arbustes

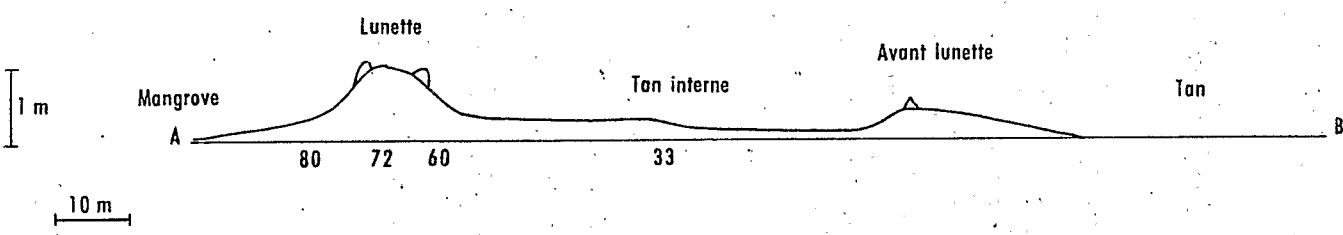
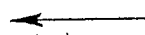
Phoenix reclinata
Spondias Mombin
Stereospermum Kunthianum
Adansonia digitata
Terminalia macroptera
Lanea nigritana
Vernonia senegalensis
Allophyllus africanus

Plantes herbacées et lianes

Hygrophila senegalensis
Schizachirium compressum
Schizachirium brevifolia
Neurotheca loezelioides
Tacca involucrata
Fimbristylis ferruginea
Echinocloa colonum
Ampelocissus leonensis
Dioscorea sp. (⊗)

La partie centrale du bourrelet est ceinturée de *Paspalum vaginatum*.

(⊗) Les déterminations botaniques sont dues à G. FOTIUS, Agrostologue ORSTOM.



Echelle en plan : 1/1000

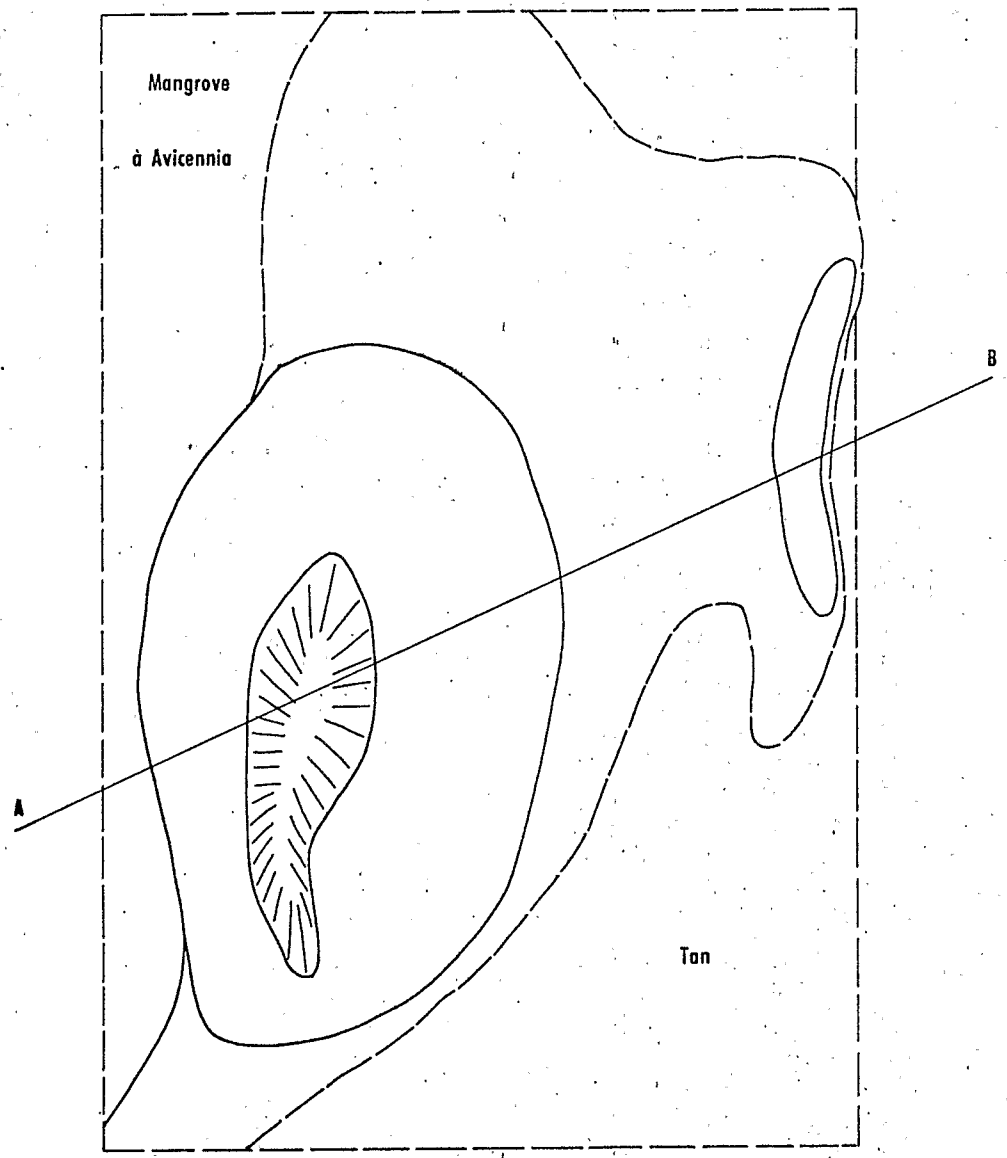


Figure 3

II - MORPHOLOGIE DU BOURRELET. FORMATION. EVOLUTION -

1 - Morphologie

On peut remarquer sur la figure 3 qui en représente une coupe, que le bourrelet ou "lunette" présente une forme qui s'apparente assez peu au croissant typique décrit par J. BOULAIN (2). En outre, l'accumulation est beaucoup moins importante, ce qui découle du peu d'étendue de la zone d'emprunt (5 à 6 hectares).

Sur la coupe on observe successivement d'Est en Ouest:

- un premier bourrelet qui ne s'élève que de 25 cm au-dessus du tann, la pente faible du tann s'y relève fortement et elle est striée de rigoles d'érosion hydrique,
- une plage horizontale d'une trentaine de mètres de large, plus ou moins dépourvue de végétation, dont l'aspect de surface ressemble à celui du tann,
- la lunette proprement dite, de 80 cm de haut en son sommet, de 40 à 50 mètres de long sur 20 de large.

Le bourrelet et la lunette sont surmontés d'assez nombreuses termitières, dont certaines paraissent non fonctionnelles.

Le profil du sol de la lunette est différent de ceux des sols du tann et de la mangrove. Les horizons supérieurs sont mieux structurés, l'horizon de surface est finement grumeleux. En profondeur, vers 60-70 cm, on passe à un horizon identique à ceux que l'on observe sous la surface du tann, constitué d'une argile gris clair, peu perméable et très plastique.

Les caractéristiques analytiques diffèrent surtout par la teneur en sel qui décroît fortement de bas en haut par rapport aux sols du tann, et par le complexe absorbant qui est dans ce cas fortement désaturé. Ce dernier intervient donc pour une large part dans les pH bas mesurés, l'influence de l'oxydation des sulfures étant ici bien moindre que dans les sols de la mangrove ou du tann.

On trouvera dans le tableau III quelques données analytiques que l'on pourra comparer à celles du tableau II.

Tableau III

Résultats analytiques du profil n° 57 (lunette)

Prof.	pH	Mat. Org.	Complexe absorbant méq/100					Sat. V	Sels solubles ‰		Totaux
			Ca	Mg	K	Na	T		Cl	SO4	
0-10	3,7	8,2	1,12	0,46	0,96	0,27	24,1	12	1,30	0,09	2,52
20-30	3,5	2,5	1,05	1,63	0,52	0,64	15,9	24	2,50	0,05	4,82
30-40	3,5	1,6	1,79	2,82	0,96	1,86	13,3	56	3,05	0,17	6,51
40-50	3,4	2,8	1,74	2,96	0,93	1,80	13,4	55	4,25	0,24	9,16
50-60	3,7	2,8	1,96	5,50	0,96	3,10	15,9	72	6,25	0,66	12,82

Les horizons moyens sont faiblement alcalins sodic magnésiens (Na + K % de 20 à 25), mais il est difficile de classer ce sol dans les solonetz car le pH est trop acide.

2 - Processus de formation

On a vu que les sols du tann subissent des alternances saisonnières de submersion et d'assèchement. En hivernage, la submersion par des eaux relativement douces provoque la mise en mouvement des sels sur une tranche de sol assez épaisse (prouvée par l'étude des variations de la salinité de la nappe). Lors de l'assèchement, la nappe se concentre et une remontée des sels se produit, qui provoque en surface le développement d'une structure poudreuse, en particulier dans les zones dépourvues de végétation.

L'horizon de surface du tann se trouve également approvisionné en sels lors de l'incursion des marées d'équinoxe; cet apport peut être très important comme en témoignent les résultats de l'analyse de deux échantillons très voisins, l'un (A) recouvert, l'autre (B) non, par une seule marée en Avril 1966 (tableau IV).

Tableau IV

Résultats analytiques des profils n° 51 A et B

	Anions et cations solubles ‰						
	Cl %	SO4	Ca	Mg	K	Na	Totaux
A	94,50	18,80	2,20	14,40	1,27	95,00	226,17
B	42,30	17,50	0,68	9,60	0,76	37,50	108,34

Cette poudre salée, qui est par ailleurs récoltée par les cultivateurs Diola pour la production de sel, est mise en mouvement par déflation et transportée par le vent sur la bordure Sud-Ouest du tann où les *Avicennia* de bordure forment un écran.

Pendant l'hivernage suivant leur dépôt, ces sédiments très salés sont lessivés de leur sels par l'eau des pluies qui entraîne également une grande partie des cations du complexe absorbant. Le milieu devient alors favorable à l'installation d'une végétation non halophile, ainsi que de populations de termites qui concourent à l'édification et à la consolidation de la lunette.

Le tann fonctionne donc comme une petite sebkha, et le bourrelet est en tous points comparable à une lunette.

Le processus de formation de la lunette est irréversible puisque par lessivage des sels qu'il contenait, le dépôt éolien est défloculé et perd ses caractéristiques dimensionnelles favorables à une reprise par le vent.

Progressivement, la lunette gagne sur le tann et sur la zone à *Avicennia*, dont on retrouve sous la lunette des traces de racines et de pneumatophores gainés de sulfates et d'oxydes de fer.

Lors du lessivage des sols dans le sol de la lunette, les chlorures sont entraînées préférentiellement aux sulfates. Les premiers retournent à la nappe du tann, et bouclent leur cycle d'évolution dans la sebkha. Il semble donc que l'on assiste à une sorte de triage chimique, mais moins net que celui qui a été observé par J. BOULAIN (2) dans la sebkha de Ben Ziane. En particulier on n'observe pas dans notre cas d'accumulation de cristaux de gypse en profondeur.

3 - Evolution

Il est difficile d'apprécier le rapport entre le volume des dépôts et la surface intéressée par l'ablation. Cependant, il est permis de penser que le phénomène subit une sorte de vieillissement.

En effet, il faut remarquer que l'agglomération par le sel des particules fines ne se fait bien que dans la zone du tann vif, sans végétation, et qu'il n'est particulièrement important que dans sa partie périphérique où sa submersion par les eaux douces est de courte durée. Vers le centre de la dépression, où existent aussi des tann vif, le lessivage des sels est actif dans les horizons supérieurs, et ce n'est que si une marée d'équinoxe recouvre ce sol que le foisonnement se produit.

Or l'évolution géomorphologique des matériaux tend à une rarefaction de la submersion par les marées, même exceptionnelles. La zone susceptible de fournir des particules érodables par le vent diminue progressivement d'étendue. Par ailleurs, l'ablation, qui provoque, concurremment avec le tassement des sédiments et la perte de leur eau d'imbibition, un approfondissement sensible de la dépression du tann, permet une accumulation plus importante des eaux de lessivage en hivernage.

Il semble donc, que dans l'état actuel et dans la zone considérée, le phénomène soit fortement freiné, Il n'est même pas interdit d'avancer l'hypothèse que l'on soit dans une phase régressive, ainsi que l'attestent les traces de déchaussement des arbustes sur la lunette causées par l'érosion hydrique par les pluies. Des points de repère ont été pris et des semis de sable seront faits pour tenter d'établir le bilan de l'apport et de l'érosion éventuels.

C O N C L U S I O N S

Le creusement de la dépression du tann et la construction du bourrelet éolien ou "lunette" sont dus à la déflation éolienne des sols salés. Les tann présentent en général les conditions nécessaires à leur manifestation pourvu qu'ils soient suffisamment étendus. Cependant il semble que l'aboutissement de ces phénomènes conduise de lui-même à leur arrêt progressif, et que l'érosion hydrique puisse détruire ou au moins aplanir ces formes de relief. Il est alors permis de penser que de nombreuses formes de relief qui ont été décrites dans le Sine-Saloum, la Gambie (4) ou le Bao-Bolon(1) sous les noms de "tann herbu" ou de "terrasses" soient d'anciennes lunettes arasées. Certaines comportent des matériaux plus grossiers et il est probable qu'ils ont été repris par des actions éoliennes ultérieures, ce qui rend le diagnostic assez délicat.

Il n'en reste pas moins que ces phénomènes que l'on pensait précédemment liés aux climats semiarides doivent être étendus à la zone tropicale, sous réserve que diverses conditions, parmi lesquelles alternance accentuée des saisons sèches et humides et alimentation en solutions salines, soient réunies. Il ne semble pas nécessaire d'invoquer des changements de climat pour justifier leur arrêt (8).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BONFILS, P. - FAURE, J. - (1961) - Etude des sols du Bao-Bolon.
Agr. Trop. XVI - 2.
- (2) BOULAINÉ, J. - (1954) - La sebkha de Ben Ziane et sa "lunette" ou
bourrelet - Rev. Géom. Dyn. n° 3 - 1954.
- (3) BRIGAUD, F. - (1965) - Etudes sénégalaises - C.R.D.S. n° 9.
- (4) GIGLIOLI, M.E.C. - THORNTON, I. - (1965) - The mangrove swamps of
Keneba, lower Gambia river basin I J. appl.
Ecol. 2 - 1965.
- (5) MAIGNIEN, R. (1961) - Les sols des plaines alluviales de la Casaman-
ce aux environs de sedhiou. Rapport ORSTOM
Hann - DAKAR.
- (6) MICHEL, P. (1960) - Recherches géomorphologiques en Casamance et
en Gambie Méridionale. Rapport BRGM - DAKAR.
- (7) PELISSIER, P. - (1966) - Les paysans du Sénégal.
- (8) TRICART, J. - (1954) - Influence des sols salés sur la déflation
éolienne en Basse Mauritanie et dans le Delta
du Sénégal. Rev. Géom. Dyn. n° 3 - 1954).
- (9) TROCHAIN, J. -(1940) - Contribution à l'étude de la végétation du
Sénégal. Mémoire IFAN n° 2.