

L'Erosion éolienne dans le Nord du Sénégal et du Soudan français

par

et

Georges AUBERT,
Ingénieur agronome, licencié ès
Sciences, Maître de Recherches
à l'Office de la Recherche
Scientifique Coloniale.

Roger MAIGNIEN,
Ingénieur agricole chargé
de recherches à l'Office
de la Recherche Scientifique
Coloniale.

Sur une grande partie de l'Afrique Occidentale, les sols subissent une violente érosion : dans le Nord, l'agent principal en est le vent; dans le Sud, les pluies.

L'érosion éolienne est très forte dans les zones sahariennes (*) et sahéennes et dans une partie de la zone soudano-sahélienne (1), au Nord d'une ligne passant par Thiès, Bambey, Diourbel, Bakel, au Sénégal; le Nord de Kayes, Mourdiah, Niono et Mopti, au Soudan.

Le climat (2), de type tropical semi-aride, y comporte deux saisons nettement tranchées : la saison sèche s'étend au moins d'octobre à juin, la saison humide, au plus de juin à septembre.

Comme le montre le tableau ci-dessous, la pluviométrie moyenne annuelle est, dans toute cette région, inférieure à 650 m/m.

La température moyenne est très élevée; l'amplitude thermique augmente du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est. Les températures extrêmes peuvent atteindre 48° et 49°. Le degré hygrométrique est très faible pendant la saison sèche. Les vents sont surtout violents pendant la saison sèche. L'harmattan, vent chaud et très sec, souffle alors de l'Est et du Nord-Est. Pendant l'hivernage, dominant les vents du Sud-Ouest.

^o Les chiffres entre () renvoient à la liste de références bibliographiques, la fin de cette étude.

(*) Nous n'envisagerons pas, ici, la zone saharienne, de moindre importance du point de vue agricole.

TABLEAU I.

Données climatiques (2 et 3).

1) Pluviométrie moyenne annuelle (en mm.).

Sénégal		Mauritanie		Soudan	
Dagana	360,6	Nouakchott	163,1	Goundam	286,9
Saint-Louis	392,8	Timbedra	282,8	Niafouké	369,9
Podor	433,5	Nema	300	Sokolo	414
Louga	444,6	Rosso	320,6	Mopti	520,4
Bakel	528,3			Niono	541,2
Linguère	630,9			Yélimané	589,1
Thiès	647,4			Mourdiouh	591,6
Bambey	653,7			Nioro	599,1
				Banonkoro	708,6

2) Température, en degrés C.

Station	Moyenne annuelle	Extrêmes
Saint-Louis	24,8	10,4 à 42,5
Nouakchott	25,1	5 à 47
Bambey	26,9	8 à 48
Mopti	27,4	7,5 à 46,2
Linguère	28,3	8 à 48
Banonkoro	28,5	
Nioro	28,6	
Sokolo	29,5	

La végétation (1) est essentiellement constituée par une steppe à graminées ou une savane claire, plus riche en épineux dans le Nord. Dans la strate herbacée, l'espèce dominante est *Schoenfeldia gracilis* accompagnée de *Chloridées*, en particulier *Chloris Prieurii*, d'Aristidées et de quelques *Panicum*; dans la strate arbustive, et la strate arborée, les espèces les plus communes sont *Acacia tortilis*, *A. Verrecki*, *A. Raddiana*, *A. Seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum*, *C. aduleatum*, *Pterocarpus lucens*, *Boscia senegalensis*, etc.

En de nombreux points, cette végétation est très dégradée par le feu et les cultures. Sa densité alors diminue et, en même temps, sa composition se modifie. Dès le début, les épineux deviennent plus rares et *Guiera senegalensis* s'étend, couvrant les anciennes jachères. L'importance de *Gymnosporia senegalensis* dans le groupement augmente aussi, quoique à un moindre degré. Dans les sols les plus dégradés dominent les espèces de faciès plus arides : *Balanites aegyptiaca* et *Callotropis procera*. Parmi les graminées, les Aristidées et Eragrostées deviennent très abondantes.

Les roches (4) qui ont donné naissance aux sols de cette région sont très variables, sables quartzeux, limons, plus rarement argile, grès calcaires de l'Ouest et du Sud de cette région; dolérite et granit fin de la zone centrale; sables et limons de l'Est.

Un caractère se retrouve cependant dans beaucoup de ces sols; ils sont généralement très riches en sables, et souvent en sable fin. Pour la plupart, ils sont assez pauvres en argile : Sols sableux du

Nord du Sénégal, du Sud et de l'Ouest de la Mauritanie, du Nord de Kayes et de la région de Nioro, de Niono, de l'Ouest de Sokolo, de Léré à Goundam au Soudan, etc. Les sols limoneux et argileux sont surtout étendus dans la vallée du Sénégal, et, au Soudan autour de la mare Maugui, à l'Est et au Sud-Est de Sokolo, dans le Méma, au Nord-Est de la dune de Boulel, et dans la zone d'inondation de la vallée du Niger. Ailleurs, ils n'occupent que des surfaces peu importantes.

Cette pauvreté en argile de beaucoup de sols de cette région influe d'autant plus sur leur structure, que dans l'ensemble ils ne sont pas riches en matières organiques et qu'en outre, dans beaucoup d'entre eux, les éléments ferrugineux migrent de la surface vers la profondeur. Les principaux types pédologiques — mis à part les sols alluviaux jeunes, et les sols squelettiques érodés — qui apparaissent dans cette région appartiennent, les uns, sols Dior (5), aux sols ferrugineux tropicaux (6), les autres, aux groupes des sols bruns et des sols châtain (*) steppiques (7).

Les sols Dior sont caractérisés par une faible teneur en matières organiques, même dans leur horizon supérieur, et un lessivage très net du fer dans ces horizons, accompagné de son accumulation plus en profondeur, sous une forme fortement déshydratée. Ces caractères sont la conséquence à la fois du climat sous lequel ils se forment et de leur perméabilité : les sols Dior sont tous très sableux. Non dégradés ou peu dégradés, leur profil est analogue à celui observé à Thiamène (cercle de Louga — Sénégal) sous une savane assez dense où dominent, déjà, les *Guiera senegalensis*.

0 à — 40 cm : horizon gris clair, très sableux, faiblement pourvu en humus, sauf dans ses centimètres supérieurs; il y est alors plus foncé. Sa base est de couleur très claire.

— 40 à — 70 cm : horizon rouge peu foncé, un peu durci, surtout vers son sommet, mais très sableux.

— 70 à — 110 cm : horizon analogue au précédent, légèrement moins rouge, non durci, très sableux.

En dessous, les horizons deviennent plus beiges et plus clairs, surtout à partir de 1 m. 50 de profondeur, où apparaît la roche-mère, le sable quartzeux, gris beige très clair.

TABLEAU II.

Analyse mécanique d'un sol Dior (Thiamène — Cercle de Louga)
en pour cent de la terre séchée à 105°.

N°	Profondeur (cm.)	Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier	Humus	pH
SA 111	0 à 20	9,5	0,5	45,1	44,9	0,15	6,7
SA 112	50	9,75	1,1	50,35	38,8	0,11	6,3
SA 113	90	7,3	4,1	44,7	43,9	0,1	6,8
SA 114	210	7,5	1,15	48,55	42,8	0,08	6,5

(*) Ces sols châtain correspondent aux « reddish-brown soils » et non aux « chesnut soils » des Américains.

Du fait de la culture, ce sol s'appauvrit en matière organique. Celle-ci, en effet, est alors plus rapidement détruite, par combustion microbienne, que dans les conditions naturelles, et, plus encore, elle ne se reconstitue que très faiblement chaque année. Les éléments qui pourraient en refournir au sol, tiges, feuilles, chaumes, sont en effet régulièrement brûlés. La principale culture étant celle de l'arachide, très peu de débris végétaux, même des racines, restent dans le sol après la récolte.

Le sol perd ainsi peu à peu de son agrégation, et, sa structure se détruisant, il devient plus sensible à l'action du vent. Celle-ci est d'autant plus forte qu'au fur et à mesure que ce phénomène de dégradation se poursuit, la capacité de rétention du sol pour l'eau diminue et le pédoclimat devient plus sec. La végétation herbacée devient plus faible et le sol plus dénudé pendant la saison sèche. Le vent qui souffle alors violemment peut l'attaquer, entraînant d'abord les éléments fins, en particulier limon et sable fin, et les éléments plus légers, derniers restes de matière organique.

Le tableau ci-dessous montre clairement ce double phénomène, non totalement corrélatif d'appauvrissement des horizons supérieurs en éléments fins et en matières organiques, dans des sols de plus en plus dégradés.

TABLEAU III.
Appauvrissements en sables fins et en humus des sols dégradés
de la région de Louga (Sénégal).

Emplacement	Sable grossier horizon supér.	Sable fin horizon prof.	Humus p. mille (*)
Thiamène	44,9	45,1	1,5
Guermalal	48,0	49,8	2,1
N'Dia	54,28	38,58	1,1
Niomré	59,13	32,49	0,7
Route de St-Louis (ouest de Louga)	65,5	26,5	0,5
N'Dia-Sakal	68,12	23,81	0,5
Louga (Dune rouge)	62,6	34,9	0,5

(*) Dosé par la méthode Chaminate. — Dosages faits au Laboratoire de la Station expérimentale de l'arachide à Bambey.

Cette dégradation s'observe dans les différentes régions du Nord-Ouest du Sénégal, comme le prouve le tableau ci-dessous.

TABLEAU IV.
Perte de la matière organique par dégradation des sols dans différentes régions
du N.-O. du Sénégal (8).
(Humus p. mille)

	Région de Louga	Rég. de Tivaouan	Région de Thiès
Sols non dégradés	au-dessus de 1,4	au-dessus de 2,5	au-dessus de 3,4
Sols moyennement dégradés	1 à 2,4		2,2 à 3,4
Sols très dégradés	au-dessous de 1	au-dessous de 2,5	au-dessous de 3,4

Comme nous l'avons déjà précédemment indiqué, à ce phénomène correspondent des changements morphologiques très nets dans le profil du sol. Non dégradé ou faiblement dégradé, il apparaît gris en surface (sols de Thiamène et Guermalal); plus érodé, il est blanc (sol de N'Dia); très fortement érodé, il est rouge (sols au bord de la route de St-Louis, à N'Dia Sakal et à Louga). Ce changement de couleur vient de ce que par érosion, le sol est tronqué et sa surface correspond suivant les cas, à la base, très claire, de l'horizon supérieur, ou à l'horizon profond rouge.

On observe également que la surface du sol est beaucoup moins agrégée dans ces sols dégradés, et qu'elle se recouvre d'un lit de grains de sable quartzeux grossier, souvent de couleur rose. Ce dernier n'est pas dû, comme cela a pu être avancé, à un apport par le vent; il correspond, au contraire, aux derniers éléments, les plus grossiers, laissés sur place lors de l'entraînement des couches supérieures du sol par celui-ci.

Enfin, dans les sols les plus dégradés, leur surface se ride, en saison sèche, d'une multitude de lignes parallèles de sable grossier, disposées, à peu près, Nord-Ouest-Sud-Est, véritables microdunes, d'à peine 1 à 2 cm de hauteur, preuves de cette action intense du vent.

On peut lutter contre cette dégradation du sol, en maintenant sa teneur en matières organiques, (apport de fumier artificiel ou de composts, ou, plus simplement, pâturage d'animaux sur les champs, aux dépens des pailles de mil ou d'arachides laissées sur le sol (*)) et en les protégeant contre l'action du vent (rideau de brousse brise-vent, plantes de couverture, pailles des récoltes laissées sur le sol); la jachère permet aussi de maintenir la fertilité du sol, en enrichissant l'horizon supérieur en matières organiques et en le protégeant contre l'action du vent (8). Cette dégradation des sols Dior par érosion éolienne est très développée dans le Nord-Ouest du Sénégal, en particulier dans les régions d'anciennes cultures de l'arachide (Louga, Kébémér). Elle se produit aussi, mais beaucoup moins fortement, dans le Sud du Niger (Maradis).

Au Nord-Est du Sénégal (Mauritanie, Soudan Occidental), les sols Dior font place aux sols bruns et châtaîns sub-arides (7).

On peut observer des sols bruns typiques, très largement développés, à 50 km au Sud de Nema, sur la route de Nara, au milieu d'une steppe à graminées portant quelques Acacias. Le profil est le suivant :

0 à — 15 cm : horizon brun, limono-sableux, structure granuleuse, légèrement durci. Sur premier en surface, horizon plus meuble, à structure faiblement schisteuse.

(*) Les populations sères maintiennent la fertilité de leurs sols en les protégeant: maintien des arbres (*Faidherbia albida*, *Borassus aethiopicum*), dans leurs champs en créant des haies autour, et en faisant pâturer sur leurs terres les troupeaux des pasteurs Peuhls (8).

— 15 à — 50 cm : horizon brun, à structure un peu dégradée, à tendance prismatique. Vers la partie inférieure, l'horizon blanchit et l'on observe de nombreux cristaux de feldspath altérés.

— 50 et au delà : roche altérée, blanchâtre puis granit fin.

Les sols châtaîns se situent généralement au Sud des précédents et sur roche mère plus meuble ou plus acide. Ils sont souvent un peu lessivés. Au Sud-Est de Sokolo (Soudan), en zone plate, près de la borne 4041, dans une vieille jachère à *Guiera senegalensis*, où croissent quelques *Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca*, le profil est le suivant :

0 à — 15 cm : horizon brun châtain, érodé, par le vent, assez friable, légèrement humifère sablo-limoneux.

— 15 à — 90 cm : horizon plus rouge, plus compact, limono-sableux, s'éclaircit lentement dans sa partie inférieure.

TABLEAU V.
Analyse d'un sol brun et de sols châtaîns du Sénégal.

Emplacement	Profondeur en cm.	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humus p. mille	pH CaO éch.	Fe ₂ O ₃ %	
Sol brun Merinaghen	0 à 10	0,7	4,9	73,5	19,6	1,3	6,8	9,2	—
	50	1,3	4,7	63,1	27,8	1,1	7,2	10,2	—
	70	1	6,9	54,9	36,1	1,1	7	11,5	—
	190	0,6	6,9	61,8	30,1	0,6	8	11,4	—
Sol châtain (*) Dichine Galaiel	0 à 15	4	6,9	64,3	23,7	1,1	7,2	6,1	1,7
	40	6,5	5,5	64,5	22,9	0,6	7,4	5,3	1,9
	80	6,25	5,6	61,9	25,9	0,4	7	4,5	1,7
	100	6,5	10	59	23,9	0,6	7,1	5	2,2
	125	6,5	15,6	45,5	28,1	0,3	7	5,3	2,8
Sol châtain lessivé N... Louga	0 à 5	7	0,5	61,4	31	—	—	—	—
	10 à 20	9	2,5	30	58,4	—	—	—	0,3
	35	9	2,5	29,5	58,9	—	—	—	1,1
	110	19	7,2	23,5	50,3	—	—	—	1,3
	225	8	1	23,5	67,5	—	—	—	1,6

(*) Le lessivage apparent de ce sol est en partie dû à la formation de pseudo-limon et pseudo-sable par pectisation du fer libre.

A la suite des cultures et du pacage, l'horizon supérieur des sols bruns devient poudreux par perte de matière organique. Sous l'action des vents violents, les éléments de sable fin sont entraînés. De larges taches stériles planes, se glaçant fréquemment, à la suite des pluies, apparaissent; la structure devient très peu stable. Lorsque ces sols sont riches en calcaire (sols Mourcis des Bambaras (9), ils conservent plus longtemps une structure stable.

Bien plus encore que les sols bruns, les sols châains sont très sujets à l'érosion. Ils ont une teneur moins forte en matière organique et une texture plus sableuse. De plus, leur complexe est moins bien saturé.

Les processus de dégradation de ces sols sont à peu près identiques à ceux décrits précédemment, de grandes taches stériles se forment dont la surface est à un niveau inférieur aux sols non dégradés avoisinants. Le sol est alors très rouge et devient très battant. Ces phénomènes sont fréquents dans la région de Sokolo et même entre Niono et le Niger.

Nous avons pu comparer au Nord-Ouest de Kogoni (Soudan) des sols de ce type, en deux points, situés à cinq mètres l'un de l'autre, sous taillis âgé de *Guiera senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Acacia tortilis* avec *Pennisetum penicellatum*, *Schoenfeldia gracilis* et *Loudetia Togoensis* et sur une tache presque unie, où subsistent seuls quelques *Guiera senegalensis* de très petite taille et des *Pennisetum penicellatum*.

Dans le premier sol, sous un horizon épais de 22 cm. gris châtain sablo-limoneux, à structure faiblement schisteuse jusqu'à 6 cm, puis plus grumeleuse, apparaît un horizon brun châtain plus limoneux, un peu plus compact, à structure polyédrique à tendance nuciforme. Dans le second, l'horizon supérieur rose gris clair, très pauvre en matière organique, faiblement schisteux, n'a que 7 à 8 cm. d'épaisseur. L'horizon inférieur de structure plus compacte, y paraît plus battant.

A ces phénomènes d'enlèvement s'ajoutent les phénomènes de dépôt dû aussi aux vents. Il est courant d'observer la formation de microdunes de plusieurs centimètres, souvent quelques décimètres sur les surfaces planes et dénudées. Il se forme de petites buttes au pied des buissons. Le sol devient ainsi accidenté et impropre à la culture, comme on peut le voir dans la région de Richard Toll (Sénégal).

Le sable s'accumule au pied des touffes de *Salsola* dispersées au milieu d'une surface plane stérile (1). L'analyse mécanique donne les résultats suivants :

Apport de sable contre touffe de <i>Salsola</i>		pH	Mat. org.	Argile + Humus	Sable fin	Sable grossier
20 cm. de haut	104	6,6	2,25	11,5	84,9	1,5
	101	6,5	2,71	11	84	2,7
Surface plane stérile	110	6,2	4,60	26,5	69,4	0,8
entre buttes	111	6,0	6,60	31,7	67	

Dans les zones les plus septentrionales, ces mouvements de sols sableux peuvent être beaucoup plus importants, comme nous l'avons observé au Nord-Est de Sokolo (3).

En résumé, dans la zone étudiée, la structure et la couleur du sol peuvent nous donner des renseignements très précis sur leur degré de dégradation. Ceci est d'une grande importance pratique pour la mise en culture ou l'amélioration de ces terres.

Parmi les sols qui sont les plus développés dans les régions subarides, les sols bruns sont les moins sujets à l'érosion éolienne; les sols châtaîns, et surtout les sols châtaîns lessivés, y sont plus sensibles; enfin les sols Dior sont très fortement et très profondément attaqués par le vent. Protéger le sol ne consiste pas seulement à briser la force du vent ou à couvrir le sol, mais aussi à maintenir et améliorer sa structure, la granuleuse étant la plus résistante, en particulier en l'enrichissant en matière organique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) TROCHAIN (J.). — *Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal*. Thèse, Paris, 1940. Mémoire I.F.A.N., 2, Paris, Larose, 1941.
- 2) WELTER (L.). — *Memento du Service Météorologique Haut Commissariat de l'A.O.F.* Rufisque, 1941.
- 3) Office du Niger. — Archives : rapports annuels.
- 4) LEGOUX. — *Esquisse géologique de l'A.O.F.* « Bulletin du Service des Mines de l'A.O.F. », n° 4. Dakar, 1935.
- 5) BOUYER (J.). — *Etude des sols de la région de Bambey (Sénégal)*. Rapport de fonctionnement. Station Exp. Arachide Bombay, 1942.
- 6) AUBERT (G.) et MAIGNIEN. — *Les sols du Sénégal au Nord de la Gambie Britannique*. C. R. Conférence pédologique méditerranéenne Montpellier, Alger, 1947, Paris, Berger Levrault, pp. 358-370.
- 7) AUBERT (G.). — *Les sols de l'Office du Niger*. Rapport de Mission. Paris, 1945.
MAIGNIEN (R.). — *Morphologie et extension des sols bruns et des sols châtaîns au Sénégal, en Mauritanie et au Soudan*. Conf. Commonwealth Britannique sur les sols tropicaux Rothamstead (Angleterre). Juin 1948.
- 8) AUBERT (G.), DUBOIX (J.) et MAIGNIEN (R.). — *L'érosion éolienne dans la région de Louga (Sénégal)*. C. R. Conf. pédologie méditerranéenne, Montpellier, Alger, 1947. Paris, Berger Levrault, pp. 443 à 450.
— *Les sols à arachides du Sénégal*. « L'Agronomie tropicale » (à paraître).
- 9) AUBERT (G.) et NEWSKY (B.). — *Observations sur les classifications vernaculaires de sols au Sénégal et au Soudan Français*. Conférence Commonwealth britannique sols tropicaux, Rothamstead (Angleterre), 1948.

COMMUNICATION N°103

présentée

à la

**CONFERENCE AFRICAINE
DES SOLS**

COMA (KIVU) CONGO BELGE

8-16 novembre 1948

