

024116

PROJET DU FONDS SPÉCIAL DES NATIONS UNIES RELATIF AU CRIQUET PÈLERIN  
RAPPORT SUR L'AVANCEMENT DES TRAVAUX

N° UNSF/DL/ES/3

NULL

## PROSPECTION ÉCOLOGIQUE

## ÉTUDES EN AFRIQUE OCCIDENTALE

**Observations sur les sols et la végétation  
en Mauritanie du sud-est  
et sur la bordure adjacente du Mali  
(1959 et 1961)**

P. Audry (ORSTOM) - Ch. Rossetti (FAO/UNESCO)

1 CARTE

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE  
ROMÉ, 1962



02416

PROJET DU FONDS SPECIAL DES NATIONS UNIES RELATIF AU CRIQUET PELERIN  
RAPPORT SUR L'AVANCEMENT DES TRAVAUX  
N° UNSF/DL/ES/3

PROSPECTION ECOLOGIQUE

ETUDES EN AFRIQUE OCCIDENTALE

Observations sur les sols et la végétation  
en Mauritanie du sud-est  
et sur la bordure adjacente du Mali  
(1959 et 1961)

Rapport préparé en collaboration avec  
l'Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer (ORSTOM)

Observations par

P. AUDRY,  
Pédologue ORSTOM

Ch. ROSSETTI,  
Ecologue FAO/UNESCO

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture  
Rome, 1962

24067/F/1

## TABLE DES MATIERES

## AVANT-PROPOS

## PREMIERE PARTIE

Aperçu général sur le milieu physique et les facteurs de pédogénèse

	<u>Pages</u>
I. Structure et modelé : cadre général	
A. Esquisse de l'histoire géologique du Sahara français .....	1
B. Structure du Sahara occidental .....	1
C. Modelé .....	3
II. Structure et modelé : cadre régional	
A. Dahr de Néma, Oualata et Oujaf .....	7
B. Hodh occidental .....	10
III. Le climat .....	13
IV. Les phénomènes d'érosion .....	23
V. Microbiologie des sols .....	29
VI. Conclusion sur les facteurs de pédogénèse - Pédoclimats .....	31

## DEUXIEME PARTIE

Catalogue des observations (résultats d'études détaillées de sites déterminés)

I. Dahr de Néma .....	36
II. Dahr de Oualata .....	72
III. Oued Initi .....	99
IV. Région d'Oujaf .....	122
V. Hodh occidental .....	154
VI. L'Aouker et le Dahr de Tichit .....	214

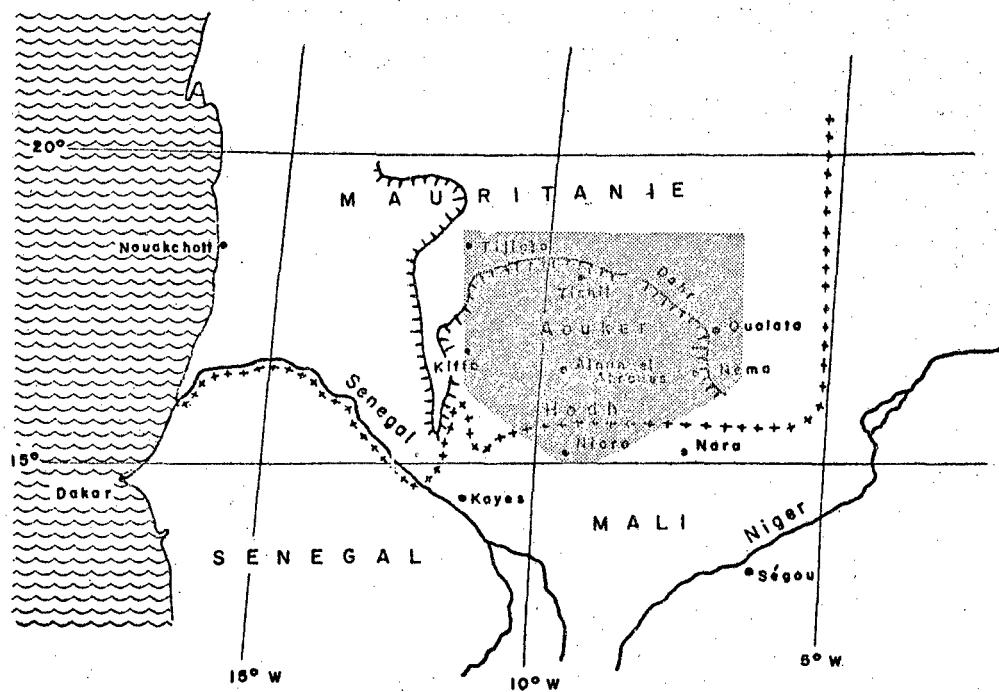
## TROISIEME PARTIE

	<u>Pages</u>
<b>Conclusions préliminaires</b>	
I. Pédogénèse et répartition des sols .....	227
II. Quelques remarques sur la zonation des types physionomiques de végétation .....	234
III. Un exemple concret de relation sol-plantes : le contraste sable argile .....	238

## QUATRIEME PARTIE

## Annexes

<b>A. Méthodes de travail et classifications employées</b>	
I. Classification des sols et terminologie .....	242
II. Méthodes analytiques utilisées pour les analyses de sols	
III. Echelle de salinité des sols utilisée .....	245
IV. Déterminations diverses .....	245
Humidité - positions géographiques - identifications botaniques - coupes effectuées pour déterminer la production végétale .....	
V. Photographie aérienne à basse altitude .....	246
VI. Note sur les points astronomiques expédiés .....	246
VII. Glossaire des termes indigènes utilisés .....	248
VIII. Notice sur la feuille au 1:200'000ème de Tichit .....	248
IX. Les relevés botaniques et leur classification; terminologie physionomique adoptée .....	249
<b>B. Renseignements divers</b>	
I. Liste des plantes déterminées au cours des missions de prospection effectuées dans les régions couvertes par le présent rapport .....	255
II. Liste des points astronomiques expédiés .....	260
III. Bibliographie (à l'exclusion d'ouvrages botaniques) ....	261
<b>C. Documents photographiques .....</b>	<b>265</b>



■■■■■ région considérée  
 + + + + + frontière entre états  
 - - - - falaise

Hors texte.

Emplacement de la région considérée  
dans le présent rapport.

AVANT-PROPOS

Dans ce rapport sont consignées la plupart des observations effectuées en Mauritanie du Sud-est et dans la région malienne adjacente au cours de deux missions de prospection exécutées en 1959 et 1961 dans le cadre de l'étude sur l'écologie acridienne réalisée d'abord par l'effort conjoint de la FAO et de l'UNESCO, puis absorbée par le Projet du Fonds Spécial relatif au criquet pèlerin.

Une première prospection très rapide fut entreprise isolément par l'un de nous, en octobre 1959; quelques observations recueillies à cette époque sont reproduites ici. Les plus nombreuses et les plus complètes ont été faites conjointement par nous deux, de la mi-août à la mi-septembre 1961, en liaison intermittente avec l'entomologiste de la mission. En octobre, au cours de cette deuxième mission, certains itinéraires furent parcourus par l'un de nous, à nouveau isolément, dans l'Aouker.

Le but de ces études acridiennes a été exposé ailleurs\* ainsi que la méthode de travail reposant sur la prospection d'axes établis en direction méridienne, perpendiculairement à la zonation pluviométrique.

L'emplacement des itinéraires de prospection a été déterminé de façon à permettre un inventaire aussi complet que possible des différents modèles du terrain sans préjuger toutefois l'éventuel rôle qu'ils pourraient jouer pour la fixation momentanée à terre de populations acridiennes, mais en tenant compte évidemment de leurs modes de distribution actuels ou antérieurs.

Ces itinéraires ont fait l'objet d'un relevé kilométrique continu et succinct (ici non reproduit) permettant d'obtenir une première connaissance du terrain qui nous a servi à identifier et à localiser un certain nombre de sites ensuite soumis à une étude plus poussée. Ces sites ont été choisis dans des unités morphologiques de terrain bien définies (pénéplaine, plateau, falaise, glacier, massif dunaire, etc.) puis, à l'intérieur de ces unités, dans des périmètres où les caractéristiques locales du modèle, des sols et de la végétation étaient soit nettement contrastées ou bien représentatives de sections importantes de tout l'itinéraire prospecté.

En raison de la faible activité acridienne en 1961 et du faible nombre de renseignements sur les zones de reproduction, seuls ont pu être étudiés un lieu de ponte en 1959 et quelques stations de populations non grégaires en 1961.

Dans ce qui suit, nous fournissons un catalogue des observations par site et les commentons brièvement. Chaque site comporte les observations et les renseignements suivants :

- la localisation précise (éventuellement avec référence de la couverture aérienne) en coordonnées géographiques, la pluviosité estimée
- des observations morphologiques et pédologiques
- des observations sur la végétation, particulièrement sur son aspect physiognomique
- une brève discussion des observations.

Les sites sont présentés d'est en ouest et du sud au nord. Le catalogue proprement dit est précédé d'un aperçu général sur le milieu physique (géomorphologie, climat, érosion et formation des sols) qui permet de placer les sites étudiés dans leur contexte régional. Enfin, ce catalogue est suivi d'une discussion sur la pédogenèse et la répartition des sols ainsi que de notes récapitulatives sur la distribution observée des types de végétation, leur zonalité climatique et leur relation avec les sols. Cette discussion apporte les éléments de conclusions préliminaires.

\* Prière de se reporter au rapport d'ensemble sur la végétation.

Un essai d'interprétation du mode de distribution des populations acridiennes observé dans les divers sites sera abordé ailleurs, dans le rapport d'ensemble.

En annexe, enfin, on trouvera la description de méthodes de classification et d'analyses des renseignements complémentaires recueillis en cours de mission.

LISTE DES SITES ETUDES

<u>Sites</u>	<u>Pages</u>	<u>Sites</u>	<u>Pages</u>
59/115 .....	164	61/66 .....	99
59/117 .....	166	61/67 .....	112
59/118** .....	165	61/68 .....	109
59/120 .....	167	61/69 .....	104
61/30 .....	84	61/71 .....	116
61/31 .....	120	61/72 .....	53
61/34 .....	83	61/73* .....	154
61/35 .....	77	61/77 .....	208
61/36 .....	84	61/78 .....	208
61/37 .....	94	61/79 .....	205
61/38 .....	95	61/81 .....	169
61/39* .....	96	61/83 .....	167
61/40 .....	97	61/84 .....	180
61/41 .....	97	61/85 .....	190
61/42 .....	36	61/86 .....	193
61/43 .....	38	61/87 .....	183
61/47 .....	53	61/88 .....	196
61/48 .....	52	61/89 .....	201
61/50 .....	132	61/90 .....	206
61/51 .....	41	61/91 .....	212
61/52 .....	41	61/95 .....	217
61/54 .....	73	61/98 .....	217
61/56 .....	126	61/99 .....	218
61/57 .....	126	61/101 .....	219
61/58 .....	140	61/102* .....	219
61/59 .....	124	61/103* .....	222
61/61 .....	148	61/104 .....	222
61/62* .....	145	61/107 .....	224
61/65 .....	103	61/201 .....	136

\* Station de Schistocerca solitaires\*\* Lieu de ponte de Schistocerca

LISTE DES FIGURES DANS LE TEXTE

	<u>Pages</u>
Fig. 1- Croquis géologique et morphologique du Sahara occidental .....	2
Fig. 2- Coupe schématique du Dahr et du baten à Oujaf .....	6
Fig. 3- Carte géologique de la région de Néma et Oualata .....	8
Fig. 4- Esquisse géologique du Hodh occidental .....	11
Fig. 5- Esquisse morphologique du Hodh occidental .....	12
Fig. 6- Pluviométrie normale en Mauritanie du Sud-est .....	14
Fig. 7- Hyétogrammes caractéristiques de fortes tornades en région sahélienne .....	18
Fig. 8- Estimation du drainage mensuel en région sahélienne .....	20
Fig. 9- Erosion calculée ( $T/\text{au}/\text{Km}^2$ de matériau exporté) .....	25
Fig. 10- Profondeurs mouillées et humidités dans un profil dunaire d'après F. PIERRE (1958) .....	32
Fig. 11- Chaîne topographique de sols en zone sahélio-soudanaise .....	34
Fig. 12- Localisation des sites étudiés dans la région de Néma .....	37
Fig. 13- Contraste entre les trames photographiques de la brousse tigrée (sites 62/47-72) et du paysage à ondulations dunaires (sites 61/48-51-52) .....	40
Fig. 14- Photographie aérienne au 1/700e du site à ondulations dunaires du Dahr de Néma (Flanc dénudé et fond adjacent - site 61/51) .....	46
Fig. 15- Coupe le long de la ligne apparente de plus grande pente - site 61/47 .....	55
Fig. 16- Disposition horizontale et verticale de la végétation dans une bande - site 61/72 .....	56
Fig. 17- Coupes interprétatives à travers une bande (site 61/72) .....	70
Fig. 18- Croquis de situation des sites décrits dans les abords de Oualata	77
Fig. 19- Coupe à travers la bordure du massif dunaire (site 61/35) .....	78
Fig. 20- Coupe interprétative de la bordure du massif dunaire (site 61/35)	81
Fig. 21- Plaine ensablée sur le plateau - photo aérienne éch. 1/800 - site 61/36 .....	85
Fig. 22- Coupe schématique à travers la plaine ensablée du plateau - site 61/36 .....	86
Fig. 23- Coupe schématique à travers le plateau entre 17°17' et 18° N (sur le méridien 6°55'W)	94

	<u>Pages</u>
Fig. 24- Oued-Initi - localisation générale des sites étudiés .....	100
Fig. 25- Coupe schématisée à travers un ravin de la tête de l'Oued Initi	104
Fig. 26- Photographie aérienne au 1/750e du cours moyen de l'Oued Initi - Disposition des sites d'observations .....	108
Fig. 27- Coupe interprétative de la batha et de sa berge dans le cours moyen de l'Oued Initi .....	109
Fig. 28- Croquis de la région d'Oujaf .....	123
Fig. 29- Disposition des sites étudiés le long d'une ravinelle .....	127
Fig. 30- Coupe à travers la ravinelle .....	127
Fig. 31- Coupes à travers une cuvette salée (61/50) et schéma de disposition de la végétation dans sa bordure .....	133
Fig. 32- Coupe schématique à travers un flanc dunaire dans l'aklé (site 61/61) .....	148
Fig. 33- Coupe à travers la bordure de la mare de Mahmoude .....	155
Fig. 34- Situation de la mare de Mahmoude dans le réseau hydrographique fossile du Hodh sud-oriental .....	156
Fig. 35- Lieu de ponte dans une région cultivée - Photo aérienne au 1:50.000e .....	165
Fig. 36- Dynamique supposée de l'eau le long d'une pente sableuse de 3%	182
Fig. 37- Coupe à travers la zone de contrastes texturaux (sables - sables argileux) à Gobernie .....	184
Fig. 38- Vue schématisée sur la disposition des dunes dans le grand akhé à trame en "écailles de poisson" .....	215
Fig. 39- Croquis et coupe longitudinale d'une dune dans le grand akhé à trame en "écailles de poisson" .....	224

## PREMIERE PARTIE

### Aperçu général sur le milieu physique et les facteurs de pédogénèse

#### I. STRUCTURE ET MODELE : CADRE GENERAL (voir fig. 1)

##### A. Esquisse de l'histoire géologique du Sahara français (FURON 1957)

"Le Sahara français appartient en partie au vieux socle cristallin... plusieurs fois plissé et érodé", mais formant un bouclier rigide depuis un demi-milliard d'années et soumis depuis lors à une tectonique cassante.

Après érosion de ces chaînes très anciennes, les mers primaires ont recouvert la presque totalité du Sahara, y déposant souvent un millier de mètres de sédiments. La mer s'est retirée au Carbonifère lors des mouvements hercyniens qui ont provoqué la naissance d'un nouveau relief avec des ondulations à grand rayon de courbure.

Ce nouveau relief a été érodé pendant une partie des temps secondaires et même partiellement enfoui sous des dépôts continentaux du crétacé inférieur. La mer est revenue au Cénomanozien, traversant le Sahara et transformant le Hoggar en île, pour se retirer définitivement au cours de l'Eocène. Une nouvelle période d'érosion a fait suite, accompagnée d'une sédimentation continentale..

Les grands mouvements orogéniques qui ont affecté les chaînes alpines de l'Europe et de l'Afrique du Nord ont eu des répercussions très atténues dans le domaine saharien, qui a tout de même subi des surrections en blocs et des gauchissements.

##### B. La structure du Sahara occidental

Toute la zone étudiée est située dans la partie centrale du Sahara occidental (fig. 1).

MONOD (1937) distingue trois grandes séries dans les terrains :

- (1) Le socle (cristallin). Il apparaît décapé sur les bombements et axes anticlinaux (Dorsale REGUIBAT) et correspond à une pénéplaine horizontale parfois parsemée de gels.
- Discordance tassilienne ou hankienne
- (2) La série primaire mollement plissée qui est conservée dans les synclinaux (synclinal de TAOUDENI).  
- Discordance hammadienne
- (3) Les dépôts de remplissage subhorizontaux, postérieurs à la dissection par l'érosion des terrains de la 2ème série - Crétacé, tertiaire, quaternaire.

Au point de vue morphologique, l'originalité du Sahara occidental est liée à la disposition subhorizontale des séries primaires - crétacé-tertiaire

correspondant aux plis à grand rayon de courbure avec des plongements de quelques degrés au maximum, d'où une architecture tabulaire.

Cette faible inclinaison des couches a pourtant été suffisante pour que l'érosion dégage un système de cuestas-côtes basses ou falaises (Dahr) qui se prolonge sur des centaines de kilomètres (fig. 1). Ces accidents se reproduisent en particulier de part et d'autre du synclinal de Taoudeni :

- au nord (Ex. Atar), les couches ont un pendage sud et le regard de la côte est nord
- au sud (Oualata - Oujaf), les couches ont un pendage nord et le regard est sud.

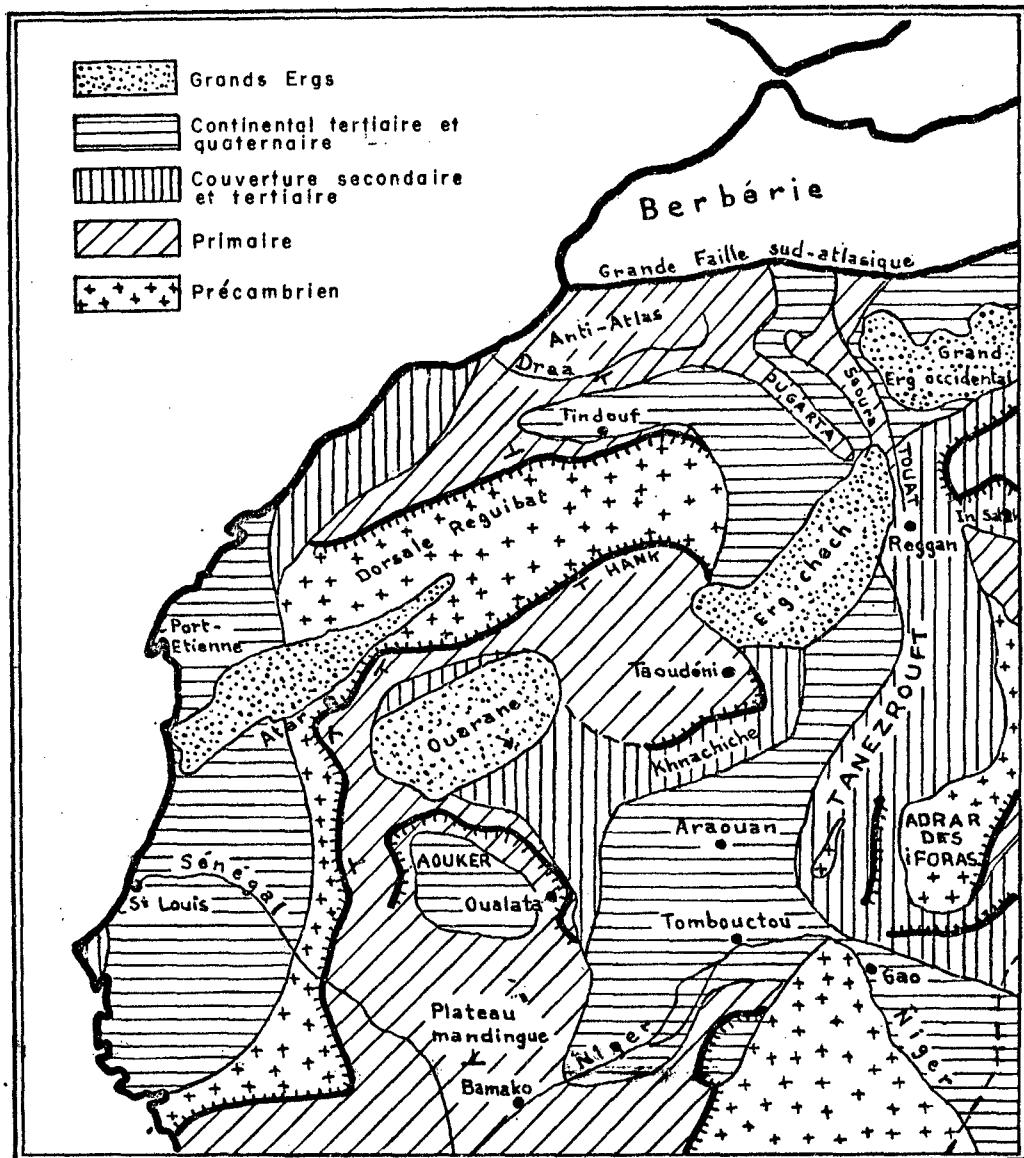


Fig.1 Croquis géologique et morphologique du Sahara occidental. - d'après R. Furon 1957.

Au sud de cette falaise, mention spéciale doit être faite de la fenêtre d'érosion du Hodh, remplie de sables quaternaires (massif dunaire de l'Aouker).

#### C. Modèle

Si les thèmes du relief ressortent de l'esquisse structurale, les grands ensembles morphologiques restent à considérer. Ces ensembles correspondent en effet à des unités naturelles qui se retrouvent toujours dans la répartition des sols et, presque toujours, dans celle des paysages végétaux.

Les climats actuels jouent évidemment un rôle déterminant sur le modèle qui est caractéristique des régions sèches et l'empreinte de climats anciens est nette.

- Hydrographie : Le premier caractère de cette région est de ne pas présenter de réseau hiérarchisé : aréisme ou au maximum endoréisme sont la règle.

Ceci se traduit au point de vue écoulement par l'abondance des phénomènes d'écoulement en nappe et, en ce qui concerne les écoulements concentrés, des caractères de discontinuité dans le temps et l'espace et de brutalité qui ont pour conséquence au point de vue transport, l'absence de triage du matériau en début de crue suivie, en phase finale, de colmatages irréguliers, puisque la distance de transport et les crues sont très variables.

Enfin en ce qui concerne l'existence d'oueds d'une certaine importance ils sont toujours sous la dépendance du relief lui-même défini par la structure. Ces oueds s'ouvrent sur une plaine d'épandage plus ou moins vaste et aplatie et y déposent leurs charges : si l'infiltration prédomine dans cette cuvette, c'est la playa (plaine alluviale); si le fond est colmaté avec prédominance de l'évaporation, c'est la sebkha ou cuvette salée.

- Les regs : Les regs se définissent comme des étendues planes et caillouteuses. Ce caractère caillouteux très important résulte de l'exportation par le vent des éléments fins et le pavage obtenu est autoprotecteur.

On peut distinguer (MONOD, 1937) :

- des regs autochtones, de dissociation : de plateaux ou de plaine, par exemple sur les axes cristallins pénéplanisés : vastes regs de dissociation primaire en situation de plateau.

- des regs alluviaux de transport toujours localisés aux plaines et résultant de l'action éolienne sur un dépôt alluvial récent comportant de gros éléments.

La composition granulométrique de l'horizon sous-superficiel peut être quelconque et parfois relativement riche en éléments fins, puisque le pavage superficiel provient d'une concentration.

- Les accumulations sableuses : Leur forme et leur extension sont très variables. Nous distinguerons :

= Dunes vives et semi-fixées

type individuel : Amas de sable qui peut être une simple butte, un bouclier plus ou moins étalé ou passer à la forme classique d'un croissant à profil dissymétrique.

#### type social : L'aklé

L'erg classique du Sahara septentrional n'existe pas en Mauritanie. Ces massifs dunaires sont relayés par l'aklé, système réticulé mixte (ni transversal, ni longitudinal), ne présentant pas d'orientation privilégiée au moins en apparence. C'est un groupement de dunes en réseau plus ou moins compact; les crêtes ont la forme de croissants; les dénivellées ne dépassent pas 30 à 50 mètres; les creux interdunaires peuvent laisser apparaître le substrat. Le terme d'aklé, mal défini morphologiquement s'associe toujours à une idée de parcours difficile. On considère parfois l'aklé comme une "maladie" de l'erg (BROSSET 1941, cité par MONOD 1958) ou comme des formes juvéniles de l'erg (CAPOT-REY 1953), moins strictement dépourvues de végétation, et représentant le front de progression des sables sahariens vers le sud-ouest.

A noter que les formes sociales peuvent également se constituer en formes transverses et longitudinales.

#### = Dunes fixées

Ce sont les dunes sahéliennes qui s'opposent aux dunes sahariennes par leurs formes et leur végétation : il s'agit de dunes longitudinales axées à peu près nord-est - sud-ouest; c'est-à-dire parallèlement aux vents dominants.

Les dénivellées sont relativement faibles; le profil peut être dissymétrique. Il faut admettre que généralement les dunes sahéliennes sont bien d'anciennes dunes vives fixées et parfois remodelées au cours d'une période plus humide (CAPOT REY 1953).

#### - Terminologie adoptée pour les accumulations sableuses majeures

Cette question est épineuse et la terminologie adoptée doit être précisée, ce qui est malaisé, toutes les nuances existant entre les formes fixées et les formes vives.

- Le terme d'aklé sera utilisé pour désigner les étendues sableuses à éléments en croissant, assemblés de manière compacte et apparaissant typiquement sur photo aérienne (trame en "écaille de poisson"). Les dénivellées et la taille des éléments sont très variables.

Ces formes peuvent correspondre à des sables exempts de toute colonisation par la végétation, mais comporter parfois aussi des touffes cespitueuses (Aristida pungens) ou, plus rarement, des plages d'annuelles : on parlera d'aklé plus ou moins densément colonisé (ex. OUJAF S.61/61<sup>2</sup>).

- Pour les dunes dites sahéliennes, il a paru nécessaire de distinguer suivant les dénivellées et les degrés de fixation :

- Pour les systèmes à dénivellée faible (<10m), totalement couverts d'une végétation en général continue de type prairie éphémère, on parlera d'ondulations dunaires (Ex. Dahr de Néma S.61/52).
- De ce terme ainsi défini, on peut faire dériver la plaine sableuse plus mollement ondulée; ce passage s'observe le plus souvent en zone plus pluvieuse (Ex. S.61/78 Piste Aïoun Nioro).
- On peut au contraire trouver des formes ondulées à fortes dénivellées, fréquemment avec des crêtes soit colonisées de façon discontinue, soit complètement dénudées. La couverture des flancs est soit de type steppique, soit de type steppique mixte (prairie steppique) :

1) voir glossaire en annexe VII, page 248.

2) Ces notations renvoient à des exemples concrets correspondant à des n°s de sites étudiés en deuxième partie.

c'est à cette formation que sera réservé le terme de dune longitudinale. Ces formes semi-fixées peuvent apparaître en zone d'ondulations dunaires par reprise d'érosion éolienne au gré de conditions topographiques particulières (Ex. S.61/90 par rapport à S.61/78 ou S.61/51 par rapport à S.61/52).

- Toutes ces formes présentent une zonalité climatique régulière et sont presque toujours interprétables sur photo aérienne. Par exemple, sur un transect sud-nord à travers le Hodh et l'Aouker (latitude entre 15°30' et 18° dans la tranche méridienne 9-10° W), on trouve :
  - une plaine sableuse plus ou moins ondulée et des ondulations dunaires
  - de grandes dunes longitudinales à crête vive
  - un akhé (en général assez densément colonisé) dans l'Aouker.

#### - Origine du sable

Tous les ergs se localisent exclusivement sur des nappes de sables mises en place par les eaux (marines ou fluviatiles); le matériau d'origine des sables, souvent lointain, est constitué par les roches gréseuses très abondantes au Sahara (TRICART et CAILLEUX 1960). Si l'action éolienne est suffisamment ancienne pour avoir donné forme aux grands ensembles actuels, le phénomène ne s'en poursuit pas moins actuellement. Les actions éoliennes apparaissent toujours liées au travail des eaux courantes. Le phénomène est particulièrement net dans la mise en place des accumulations restreintes de sables.

#### - Accumulations restreintes; buttes sableuses

Ces formes réduites d'accumulation de sable sont toujours liées à l'arrêt du matériau par la végétation. La terminologie adoptée est celle de DURAND (1952a, 1954) :

rehba (pl. rehboub) : accumulation à l'abri d'une plante, constituant un élément du microrelief (quelques cm à dm)

nebka : accumulation plus importante pouvant atteindre un ou plusieurs mètres et passer à des formes dunaires plus ou moins définies et dissymétriques.

Pour distinguer pratiquement les deux formes, on peut considérer que les rehboub sont des accumulations se formant surtout sous des éléments constituant la strate herbacée et ceux de la strate ligneuse prostrée.

L'une et l'autre de ces formes sont couronnées par une touffe de végétation et l'action d'arrêt de cette végétation sur le matériau sableux en mouvement n'est pas douteuse. Toutefois la part relative des phénomènes éoliens et fluviatiles doit être précisée, car KILLIAN (1944) étudiant les nebkas dans le sud oranais sous buissons de Ziziphus Lotus et constatant qu'il ne se forme de nebkas que dans les lits d'oueds, ravinelles, zones d'épandages, conclut qu'il semble y avoir une relation de cause à effet entre l'apport de limon par les eaux et la formation des nebkas et il n'accorde au vent qu'un rôle secondaire de brassage.

L'interprétation de TRICART et CAILLEUX (1960), dans l'optique mentionnée plus haut des rapports entre actions éoliennes et travail des eaux courantes est bien plus satisfaisante : les formes élémentaires de ruissellement transportent des débris formés à la surface des collines et les étaient à leur pied en glacis d'épandage. Vu l'intensité réduite des courants, les matériaux sont souvent assez fins (grès, sable) et la présence fréquente de cuesta dominant le glacis est favorable à l'apparition de vents turbulents : tous les épandages de piémont sont ainsi des lieux d'action éolienne subordonné au ruissellement.

La reprise du matériel par le vent dépend naturellement de sa granulométrie et est plus importante lorsqu'il est plus sableux.

Il s'ensuit qu'au pied du relief, là où la pierrière est abondante, on observe un reg encombré de rehboub (phénomènes combinés d'accumulation sur l'obstacle végétation et de vannage); plus loin, là où s'étalent les sables, on observe des petites dunes ancrées sur des touffes de végétation, hautes de 1 à 3 m, les nebkas.

Pourtant, dans les sites de reprise d'érosion (S.61/51) ou dans les akles colonisés, on constate que les touffes de végétation définissent également des microreliefs en buttes, sortes de chicots couronnés, épargnés par la déflation parce que protégés par la végétation. Pour toutes ces formes, nous parlerons de nebkas sensu lato, ou simplement de buttes.

- Coupe schématique réelle faite à Oujaf

Cette coupe de la fig. 2 a pour but d'illustrer la disposition des éléments précédemment définis et de préciser quelques points de terminologie non mentionnés.

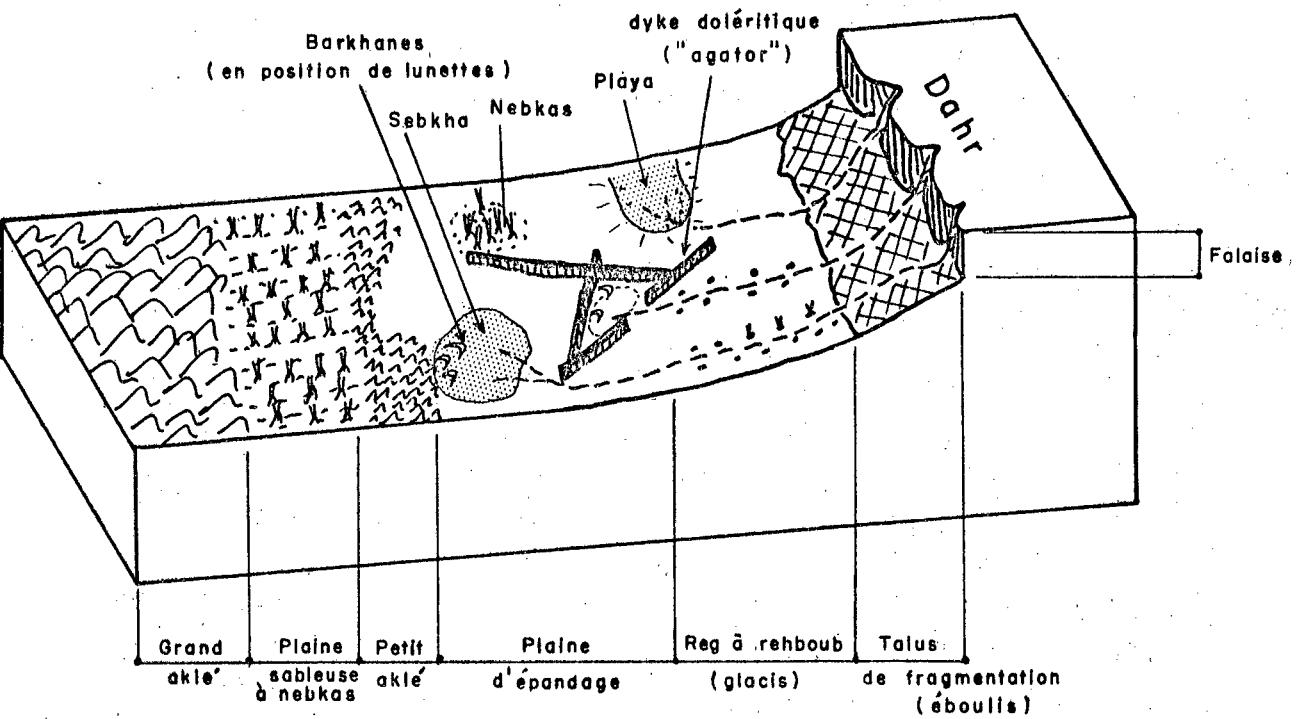


Fig.2. Coupe schématique du Dahr et du baten à Oujaf.

- Morphologie et paléoclimats

La morphologie et les sédiments portent l'empreinte très générale de climats quaternaires plus anciens : outre des gisements d'objets néolithiques dans des régions totalement inhabitées aujourd'hui, la présence d'une faune lacustre d'eau douce dans des cuvettes salées, le modelé en feston de certaines falaises comparé au travail actuel des eaux ou la présence de tufs, lapiaz, terrasses dans des régions comme Atar (Tricart 1955), la présence enfin de réseaux hydrographiques fossiles hiérarchisés et complexes (tayarets) obligent à reconnaître ce fait.

Ces considérations, dont le détail n'aurait pas sa place ici, sont indispensables pour comprendre certains sites et certaines mises en place.

Il faut signaler enfin, que les auteurs s'accordent à reconnaître pour ces alternances de climats, qu'il s'agit uniquement de nuances successives de climats arides ou secs, avec des phases plus humides que le climat actuel.

## II. STRUCTURE ET MODELE : CADRE REGIONAL

### A. Dahr de Néma, Oualata, Oujaf

Géologie (cf. carte géologique fig. 3).

a) Succession stratigraphique d'après MARCHAND (1954 et 1955)  
(de bas en haut)

- (1) Complexe de base - grès, calcaires, schistes gréseux, argiles, jaspes - épaisseur supérieure à 150 mètres.
- (2) Grès du Dahr - Nombreux faciès, feldspathiques, micacés, argileux - souvent grès quartzites - Maximum 80 mètres, rarement existant.
- (3) Formations schisto gréseuses de Kedama (gothlandien et base de dévonien) n'affleurent pas dans la région considérée.
- (4) Dolérites et roches associées intrusives dans les formations précédentes sous forme de massifs, sills, dykes.
- (5) Formations de Bacikounou; série gréso argileuse souvent masquée par les recouvrements quaternaires.  
Depuis les études de MARCHAND, ces formations ont été reliées au Continental intercalaire.
- (6) Formations quaternaires : argiles, diatomites, calcaires et dépôts lacustres et alluviaux, cuirasses ferrugineuses, sables éoliens et alluviaux.

b) La géologie de l'ensemble est simple, les couches sont subhorizontales et concordantes, sans accidents tectoniques visibles.

Les seuls points intéressants à signaler sont :

- de fortes variations de faciès
- les problèmes relatifs aux dolérites et à leur mode de gisement.

- Variations de faciès : dans toutes les séries primaires, les variations de faciès traduisent toutes une augmentation des grès vers le nord et des schistes vers le sud.

Ainsi,

- le complexe de base est schisto gréseux dans le Dahr de Néma alors que gréso-calcaire avec grès schisteux et feldspathique dans le Dahr de Oualata.

a	- Reg		- Ordovicien supposé (Grès du Dahr)		- Dolérite
ad	- Dunes actuelles ou Indiff.		- Cambrien supér. supposé		
	- Continental intercalaire		- Cambrien infér. ou Indiff. (Complexe de base)		
	- Gothlandien - dévonien		- Infracambrien supposé (Grès de l'Affolé)		

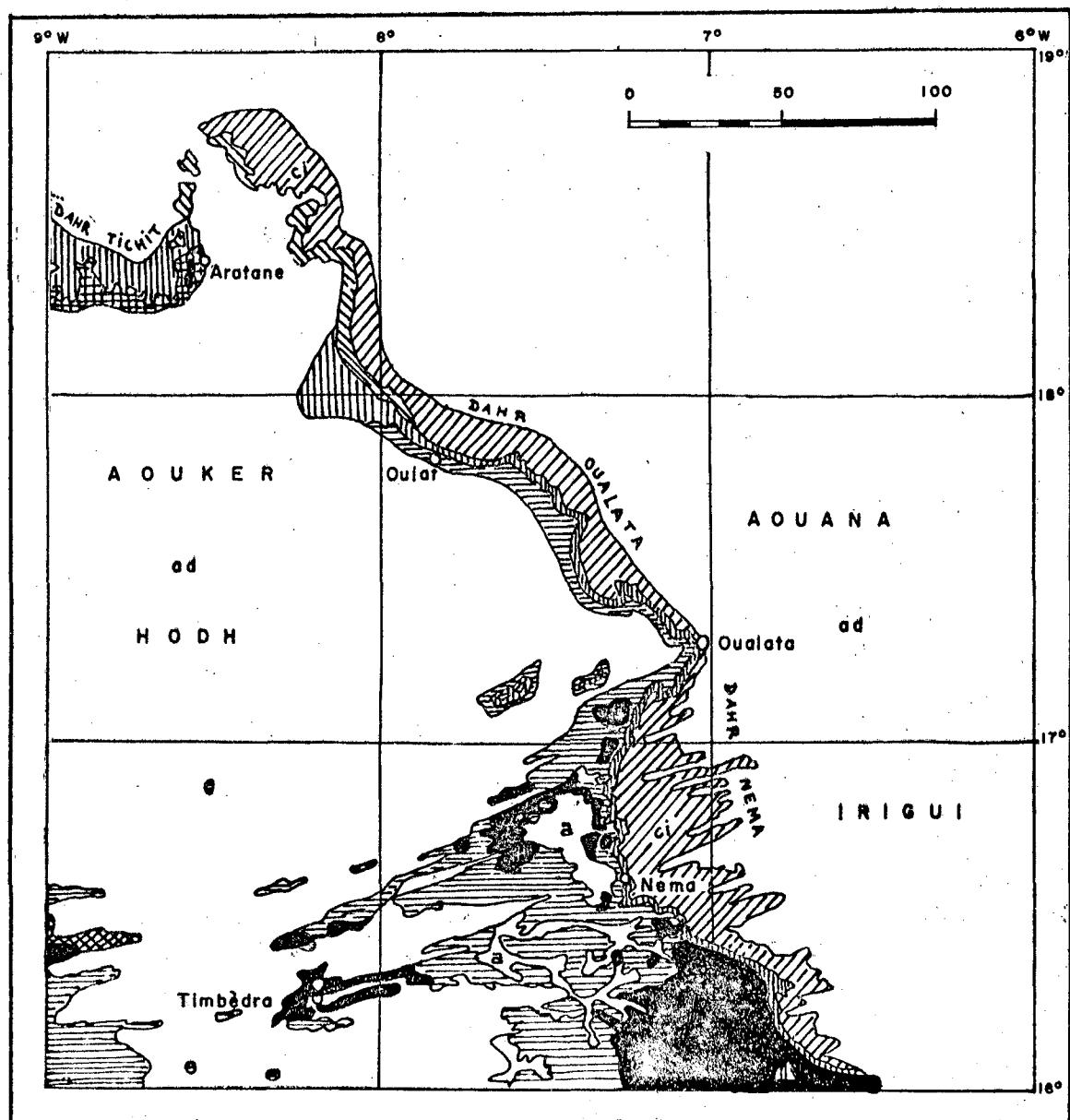


Fig.3

CARTE GEOLOGIQUE  
de la région de Néma et Oualata.

- la formation complète et complexe des grès du Dahr n'est présente que dans la partie nord-ouest du Dahr Oualata (falaise entièrement gréseuse), alors que, beaucoup plus réduite à Néma, elle correspond à une sédimentation plus argileuse (grès réduits à un rebord vertical de quelques mètres seulement).

- les dolérites : les seules formes de gisement observées au cours de la prospection sont des dykes, dans le baten de Oualata à Oujaf. Les affleurements en eux-mêmes ont une importance relative très faible, mais confèrent aux régions affectées une morphologie très originale.

Ces dykes ("agators"), larges de quelques décimètres à quelques mètres, sont en général déchaussés par l'érosion, s'entrecroisent et dessinent un compartimentage plus ou moins géométrique. Ils donnent à l'ensemble de la zone une résistance à l'érosion un peu accrue, mais surtout, jouent le rôle de barrages : cuvettes, parfois en gradins, correspondant aux compartiments qui en résultent.

### Géographie physique

#### a) Orographie

Le Dahr constitue le seul relief montagneux. La hauteur de commandement est de 135m à Néma et de 80m à Oualata vers le sud-est et à l'extérieur de la zone étudiée, il disparaît sous les sables.

Cette falaise présente un abrupt plus ou moins important correspondant aux grès; les schistes donnent des talus à pente plus ou moins forte (cf. formes arrondies des buttes témoins des abords de Néma); le Dahr Oualata a un couronnement de grès plus épais, mais plus tendre, que le Dahr Néma; il s'ensuit qu'il est beaucoup plus démantelé et ses flancs sont fréquemment recouverts et encombrés d'un chaos de blocs.

- Le baten est la plaine qui s'étale au pied du Dahr; il correspond en général à des affleurements de schistes, souvent masqués par des placages alluviaux quaternaires.

L'ensablement vient en recouvrement sur ce substrat et détermine la largeur du baten : cette largeur est faible au nord d'Oualata; le sable peut même atteindre la falaise (Ex. Tarf es Sedra Guelb Azreg entre Tagouraret et Oujaf); au sud, le baten s'élargit de plus en plus; il atteint 50 km à Néma.

- Les dunes ont une immense extension de part et d'autre du Dahr. Dans la partie sud il s'agit d'ondulations, fixées, longitudinales de direction NE/SW approximative, à dénivellation assez faible (cf. site 61/52). Vers 17° nord (MARCHAND 1954), on passe à des dunes semi-vives, de type longitudinal, à fortes dénivellées, à végétation limitée aux creux interdunaires et aux bas de pente, présentant des crêtes vives.

Plus au nord, on passe à l'aklé, massif cahotique plus vif. Le sable de cet aklé de l'Aouker tranche sur les formations précédentes par sa couleur plus claire. Il convient de noter également que cet aklé porte encore une certaine végétation et ne constitue pas un massif de sable mouvant, mais présente seulement des parties vives, très importantes.

- Sur les surfaces à ensablement très peu épais, le sable se constitue en buttes et placages liés à la végétation : nebkas sensu lato.

#### b) Hydrographie

Au nord de Néma, les oueds sont strictement localisés dans le baten; ils sont très courts et s'étalent dans des cuvettes ou de simples plaines d'épandage à quelques kilomètres de la falaise.

B. Hodh occidental

Géologie (BENSE 1953-55-56 BOURGUET 1959)

a) Succession stratigraphique normale dans la région sud d'Aïoun (BOURGUET)  
(de bas en haut)

- |   |  |   |                           |
|---|--|---|---------------------------|
| - <u>grès de l'Affolé</u>                 | - schistes mauves du Centre Affolé                         | } | Infra-cambrien<br>supposé |
|   | - schistes gréseux et grès tendres<br>d'Aïoun              |   |                           |
|   | - grès quartzites compactes du<br>sommet                   |   |                           |
| - <u>complexe de base</u>                 | - calcaires dolomitiques lacunaires                        | } | Cambrien                  |
|   | - jaspes et jaspes mêlés de schistes                       |   |                           |
|   | - schistes tendres, verts ou violacés,<br>parfois siliceux |   |                           |
| - <u>grès du Dahr</u> (de Néma, Assaba..) | n'affleurent pas dans<br>le secteur considéré              | } | Silurien                  |

On doit ajouter à ce cadre des recoulements de venues doléritiques plus récentes et un recouvrement sableux quaternaire très généralisé (voir géomorphologie).

b) Tectonique et disposition (cf. esquisse ci-jointe, fig. 4)

L'Affolé constitue une sorte de horst, faillé sur les bords, au cœur de la cuvette du Hodh : grande faille bordière sud de Ten Cuembou-Sawana. Au nord de cette faille, on observe : à Aïoun des grès tendres à stratification entrecroisée à relief runiforme caractéristique.

A El Beyed, des grès compacts.

Au sud de cette faille appartenant à la vaste dépression du Hodh, les terrains du complexe de base sont presque partout recouverts de sable.

Des pointements doléritiques recoupent cette série, surtout abondants vers le sud, en s'accompagnant d'un durcissement local des schistes par métamorphisme de contact. Outre ces actions localisées, la série schisteuse est dans l'ensemble plus dure et cornée, vers le sud.

Géographie physique (cf. esquisse morphologique fig. 5)

a) Relief et ensablement - Roches mères

L'ensemble de la région est une vaste pénéplaine très ensablée dont l'altitude varie entre 150 et 200 m; seules émergent ça et là au nord-ouest quelques buttes-témoins gréseuses.

Les régions gréseuses les plus hautes sont les moins ensablées; l'ensablement couvre toutefois les trois-quarts de la région; il est formé de sable roux fixé et constitué en dunes sahéliennes longitudinales et en ondulations dunaires d'alignement 80 %, est-ouest en moyenne. L'épaisseur du sable varie de 5 à 25 m et décroît vers le sud; le moutonnement dunaire est mou.

Tout cet ensemble est parsemé de mares à fond argileux colmaté

Fig. 4

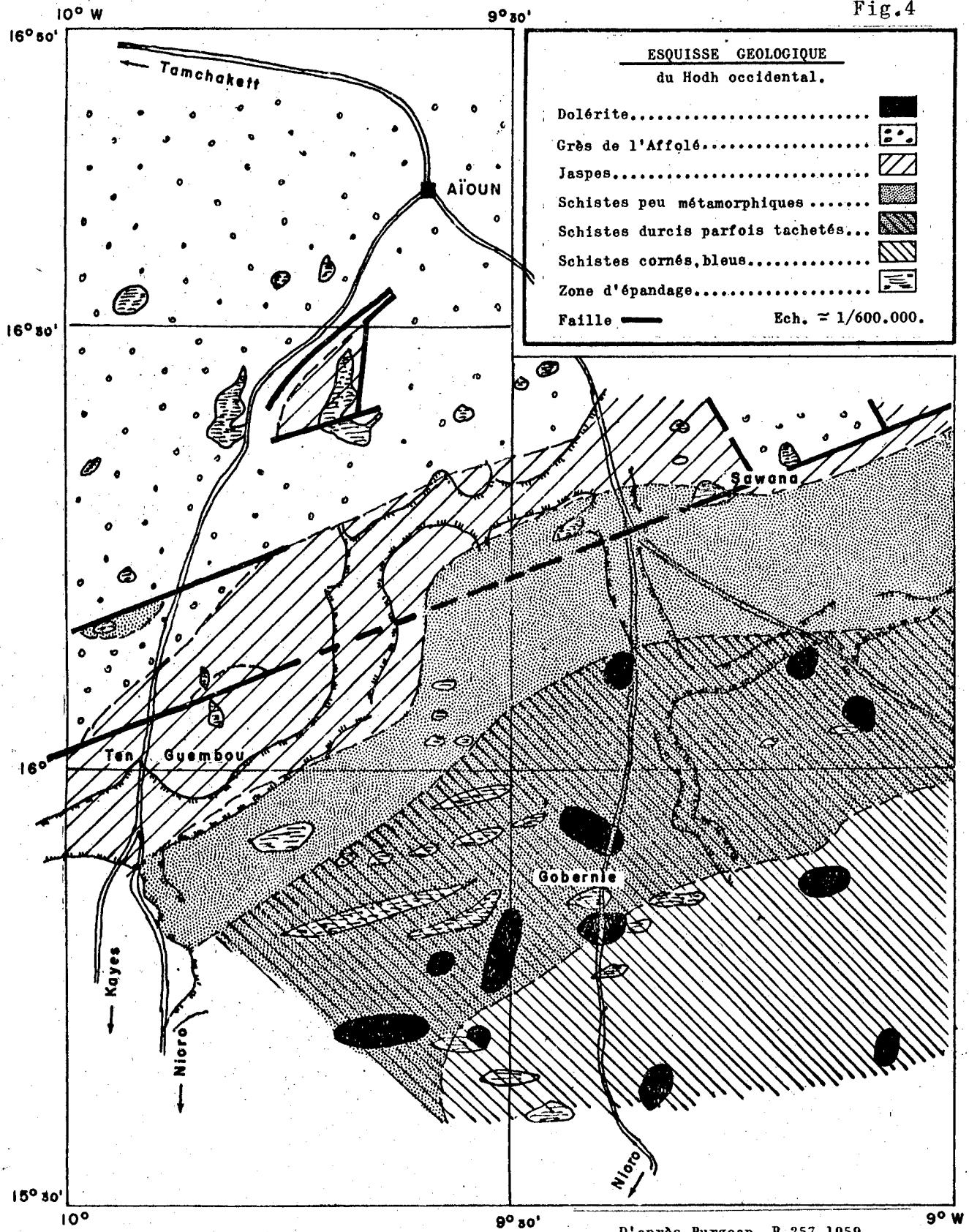
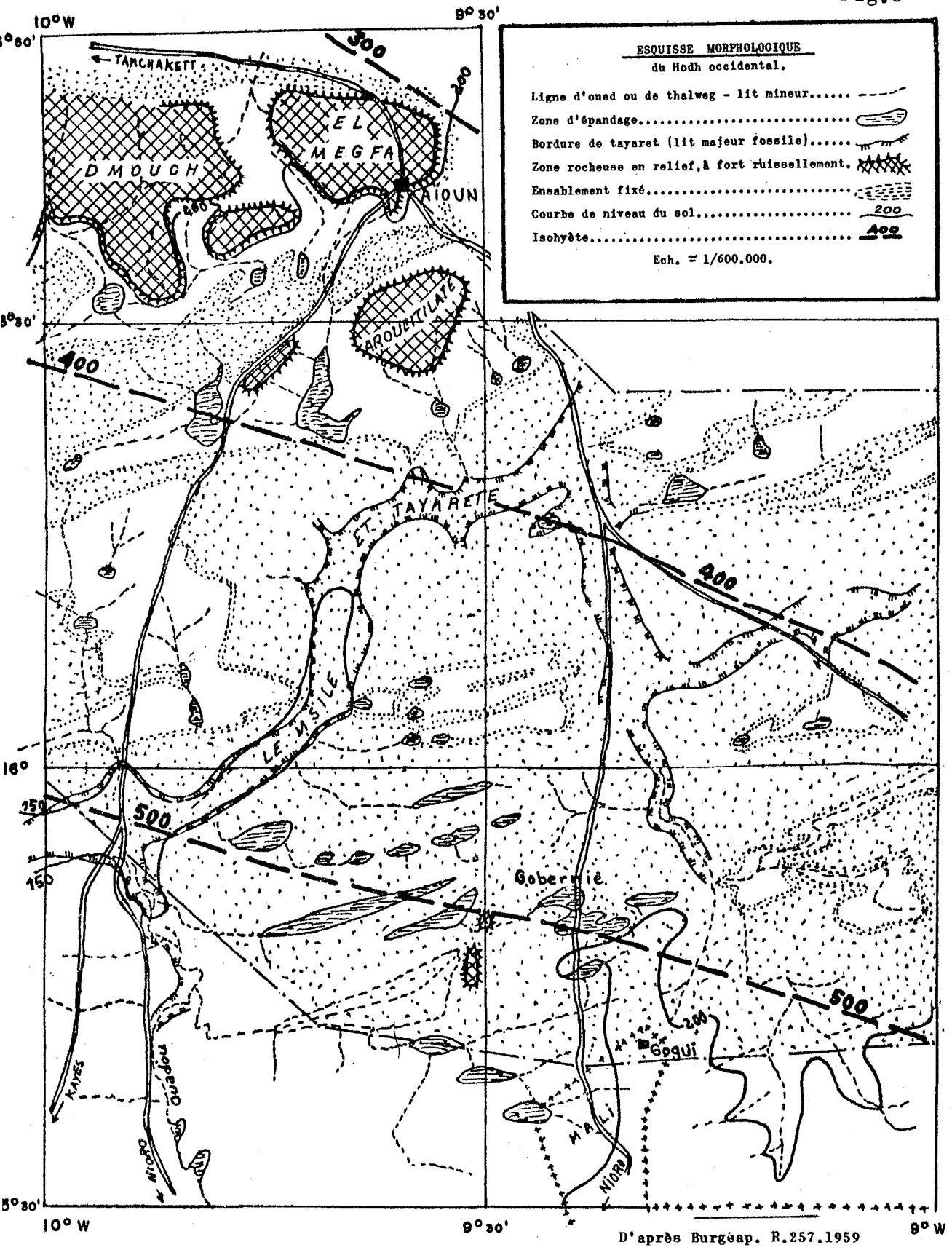


Fig. 5



et de dépressions exemptes de sables, alignées dans la même direction que les dunes.

b) Hydrographie

Le ruissellement est fort dans les seules zones gréseuses dessabées. L'importance de l'ensablement fait que, partout ailleurs, il est très réduit et que le réseau est principalement constitué de mares indépendantes.

Le seul réseau véritable est constitué par les vestiges d'un réseau ancien important et organisé; c'est le système des "tayarets", dépressions très allongées souvent larges de plusieurs kilomètres et profondes au maximum d'une quinzaine de mètres, complètement ensablées. La plus grande, le Msilé devient le Ouadou plus au sud, puis l'Oued Kolimbiné qui se déverse dans le Sénégal près de Kayes.

Actuellement, l'ensemble de la région comprise entre les hauteurs de Dmouch et Arcueilat au nord (alt. 300 m) et les collines de Gogui au sud (alt. 250 m) constitue une vaste gouttière pentée au sud-ouest dont le fond est occupé par le Msilé (alt. 140-160 m).

### III. LE CLIMAT

L'ensemble de la zone parcourue reçoit des pluies comprises entre 500 mm environ (frontière Mali-Mauritanie piste Aïoun-Niro) et 80 mm environ (estimation Oujaf) (carte de la pluviométrie normale p.14).

Il ne s'agit pas ici de discuter d'une définition climatique du désert qui varie avec les auteurs et les spécialistes, mais bien plutôt de caractériser les stations étudiées en les situant dans un contexte climatique le plus complet possible. Les données chiffrées sont peu abondantes (seulement la pluviométrie dans la majorité des cas) et les caractérisations complètes sont impossibles.

Comme cadre de l'étude du climat, la classification d'AUBREVILLE a été retenue parce qu'elle est commode et connue et qu'elle donne des évaluations acceptables pour les grandeurs non mesurées.

#### Caractérisation des climats d'après AUBREVILLE (1949)

D'après cette classification, nous aurons affaire à trois types de climats :

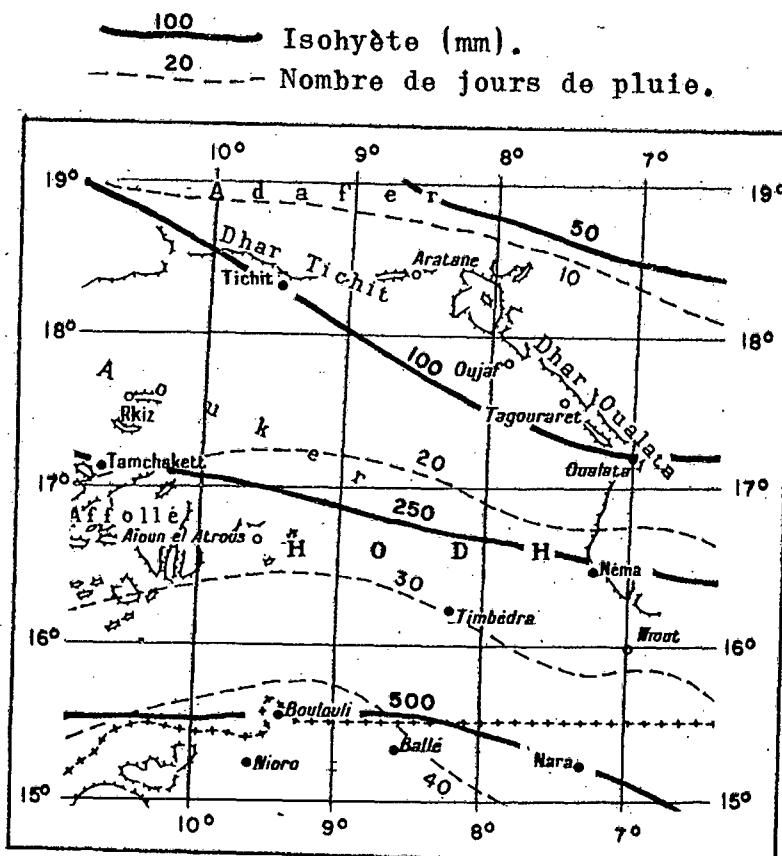
- climat sahélo-soudanais : se rattachant aux climats tropicaux secs
- climat sahélo-saharien : se rattachant aux climats subdésertiques
- climat saharien : se rattachant aux climats désertiques.

Ces climats sont caractérisés comme suit :

Pluies (voir fig.6)	Pluviométrie (mm)	Saison des pluies		Saison sèche	Indice pluviomé- trique des saisons
		Nombre de mois très pluvieux	Mois le plus pluvieux	durée (mois secs)	
Sahélo-soudanais	400 à 1200 le plus souvent < 1000	2-4	août	6-8	2-4/n/8-6
Sahélo-saharien	200-400	0-2	août	8-11	0-2/n/11-8 1/2/9(++)
Saharien	moins de 200	0	août	9-12	0/0-3/12-9

(++) le plus fréquent

Fig.6 Pluviométrie normale en Mauritanie du SE.  
(1921 - 1950)



Echelle 1:500 000

d'après le Service Météo de l'AOF - 1958.

- mois très pluvieux :  $p > 100 \text{ mm}$  ( $P = \text{précipitations}$ )
- mois écologiquement sec :  $p < 30 \text{ mm}$
- l'indice des saison pluviométriques est une formule à trois chiffres exprimant le régime pluviométrique en indiquant dans l'ordre : nombre de mois très pluvieux/intermédiaires/secs.

Températures

	Moyenne annuelle	Moyennes mensuelles				Amplitude thermique annuelle
		Minima	Période	Maxima	Période	
Sahélo-soudanais	26-31,5	24-28,2	janv.	30-36,5	Avr.-mai	5 - 10
Sahélo-saharien	24-28,5	18,5-21	janv.	29,5-33	Mai	10 - 13
Saharien	27,5-29	16-22,2	janv.	32,5-36,5	Juin	10 - 20

Sécheresse

	Moyenne annuelle	Tension de vapeur d'eau atmosph.(mmHg)			Déficit de saturation(id)	
		Moyennes mensuelles		Variation annuelle	Moyen annuel	Variation annuelle
		Minima	Maxima			
Sahélo-soudanais	moyenne 10-15	3,7-8,5	18-22	moyenne 10-15	fort à très fort	forte à excessive
Sahélo-saharien	faible < 10	-	-	très forte > 20	très fort	très forte
Saharien	très faible	-	-	très forte > 20	excessif	excessive

- la tension de vapeur présente son maximum pendant la saison des pluies, tandis que le déficit de saturation est alors sensiblement à son minimum.
- d'après les données climatologiques ci-jointes relèvent pour la zone étudiée et ses environs (se reporter également aux données climatiques présentées dans l'aperçu général sur les travaux de

prospection écologique) :

- du climat sahélo-soudanais : Nioro du Sahel
- du climat sahélo-saharien : Némâ, Aïoun el Atrouss et Tamchakett, de même que Timbréda, Kiffa.
- du climat saharien : Oualata-Oujaf.

#### Données complémentaires sur d'autres éléments climatiques

##### Les vents

Les seules données possédées sont relatives à Némâ.

Il est intéressant de considérer la proportion des vents d'une vitesse donnée, sachant que Chepil (1945) évalue le seuil de vitesse minimum du vent à 30 cm du sol entre 25 et 55 km/h, suivant l'érodibilité du sol considéré, pour qu'il produise une action érosive.

Les chiffres du tableau suivant sont relatifs aux vents au sol.

Station de Némâ  
proportion des vents supérieurs à une vitesse donnée

	25 km/h	50 km/h
Janvier	29 %	0
Février	8 %	0
Mars	13 %	0
Avril	6 %	0
Mai	13 %	0
Juin	12 %	0
Juillet	3 %	0
Août	4 %	0
Septembre	1 %	0
Octobre	2 %	0
Novembre	10 %	0
Décembre	13 %	1

On constate d'après ces chiffres que la proportion de vents efficaces est extrêmement faible à Némâ; l'absence de données sur Oualata ou Oujaf ne permet malheureusement pas de voir s'il existe un gradient de variation nord-sud à la longitude de Némâ.

Pour Néma, la saison pluvieuse est relativement déficitaire en vents forts qui sont les plus fréquents en saison sèche (de novembre à janvier) où les conditions de couvert végétal et de sécheresse du sol leur donnent le maximum d'efficacité.

### Les tornades

Les pluies tombent partout sous forme de violents orages ou "tornades tropicales".

Pour toutes les stations de l'Afrique de l'Ouest, le total annuel des pluies rapporté à la durée totale des chutes de pluies donne une intensité globale de l'ordre de 4mm/h (sauf pour Atar où on aurait 1mm/h). En pays tempéré d'Europe ce chiffre est également de l'ordre de 1mm/h).\*

Les hyéogrammes d'Aïoun donnent une idée de la violence des tornades en zone sahélienne avec des intensités réelles atteignant 50 à 80mm/h en début du phénomène, pendant une dizaine de minutes (voir fig.7).

### Gradient méridien de variation climatique - Aridité

#### Considérations générales

Il ressort de l'analyse précédente que du sud au nord et parallèlement à la décroissance de la pluviométrie globale et de la durée de la saison pluvieuse :

- la tension de vapeur d'eau diminue tandis que le déficit de saturation augmente, l'une et l'autre de ces valeurs présentant des variations annuelles de plus en plus fortes. En l'absence d'observations sur l'évaporation on peut conclure devant ces renseignements qu'elle augmente vers le nord.

- les climats présentent plusieurs caractères communs dont le rythme saisonnier des pluies et les températures. Il s'agit bien d'une dégradation dans le sens de l'aridité d'un climat tropical sec dont les caractères et contrastes deviennent de plus en plus excessifs.

#### Indices d'aridité

Ce gradient méridien d'aridité peut être chiffré par des indices très nombreux dont aucun ne donne ordinairement de renseignements très précis concernant la pédogénèse et le bilan hydrique de la végétation, mais ces indices permettent de schématiser les variations.

- a) Indice de DE MARTONNE; on considère l'eau comme facteur limitant de la pédogénèse lorsque cet indice est inférieur à 25 (Duchaufour 1960)

$$i = \frac{P}{T+10}$$

P = pluviométrie annuelle  
T = température moyenne annuelle

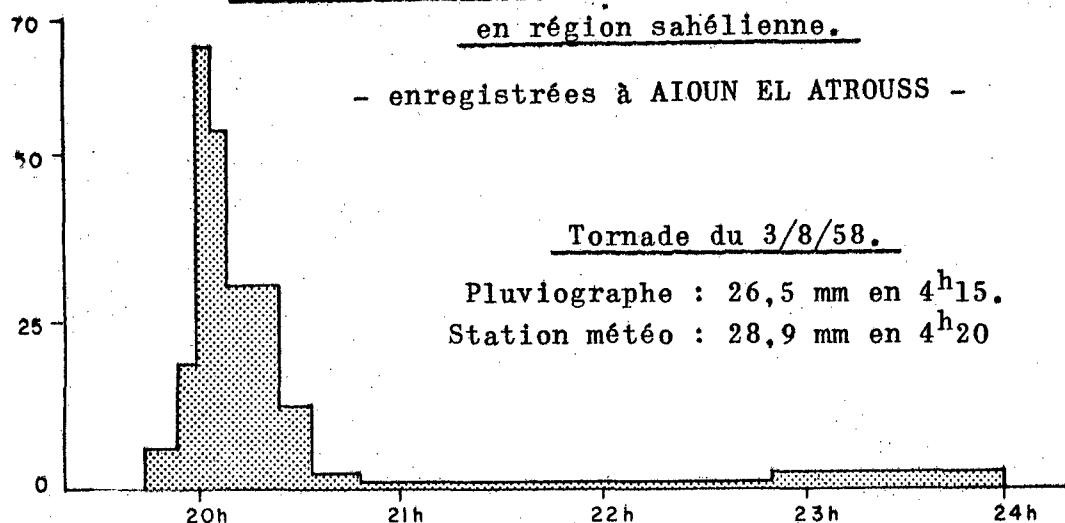
\* Communication orale DELORME, météorologue, Dakar.

Fig.7 Hyéogrammes caractéristiques de fortes tornades  
en région sahélienne.

- enregistrées à AIOUN EL ATROUSS -

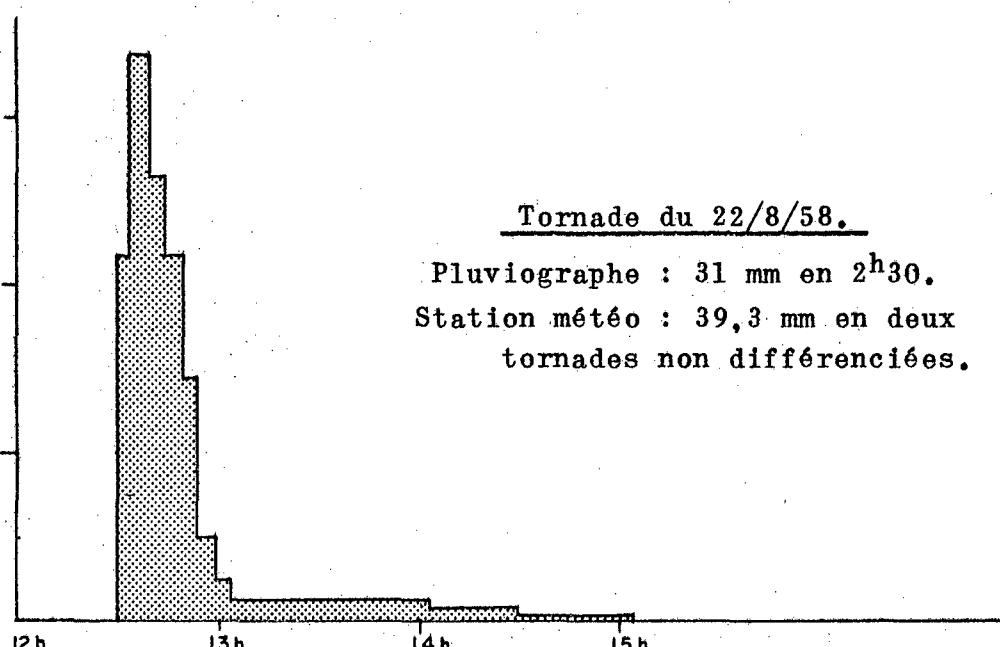
Tornade du 3/8/58.

Pluviographe : 26,5 mm en 4<sup>h</sup>15.  
Station météo : 28,9 mm en 4<sup>h</sup>20



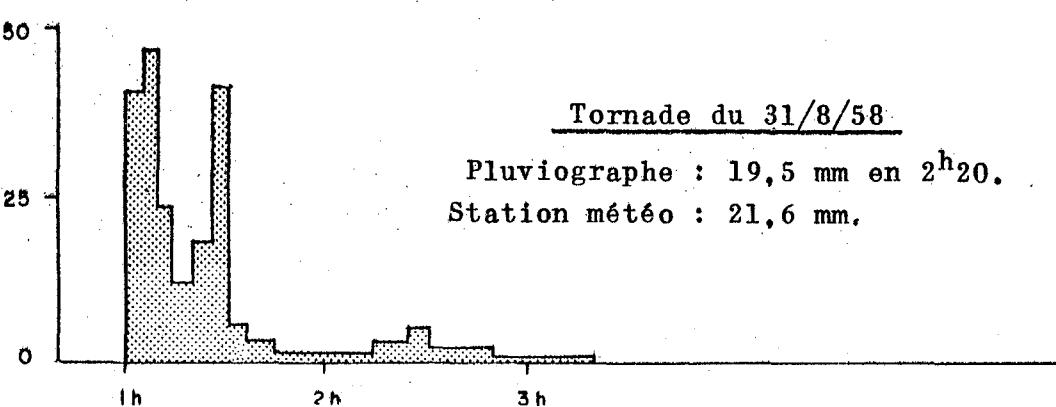
Tornade du 22/8/58.

Pluviographe : 31 mm en 2<sup>h</sup>30.  
Station météo : 39,3 mm en deux  
tornades non différencierées.



Tornade du 31/8/58

Pluviographe : 19,5 mm en 2<sup>h</sup>20.  
Station météo : 21,6 mm.



- pour Atar,  $i = 2,6$
- pour le Hodh, les données de températures sont rares, mais on peut comparer avec des stations telles que :

Kankossa	$15^{\circ}57N$	$11^{\circ}30W$	$- P = 473 \text{ mm}$	$i = 12,2$
Selibaby	$15^{\circ}14N$	$12^{\circ}10W$	$- P = 629 \text{ mm}$	$i = 16,3$
Kayes	$14^{\circ}26N$	$11^{\circ}26W$	$- P = 731 \text{ mm}$	$i = 18,4$

Même pour Sélibaby et Kayes, stations nettement plus méridionales et plus humides que n'importe quel point de la zone étudiée, les indices sont inférieurs à 20.

Pour toute cette zone, on peut conclure que l'eau est bien un facteur limitant de la pédogenèse et le principal facteur écologique affectant la végétation.

- b) L'indice de CAPOT-REY (1953) est intéressant parce qu'adapté à ces régions sèches.

Vu le caractère très évaporant de ces climats, l'efficacité des pluies dépend du rapport des précipitations à l'évaporation. Cet indice de pluvio-efficacité  $I = \frac{(100 P + 12 \frac{P}{E})}{2} \frac{1}{2}$  est proportionnel

à la moyenne de deux rapports. Le premier rapport est relatif au total annuel pluies/évaporation; le second considère les mêmes grandeurs concernant le mois le plus humide.

La valeur de l'indice augmente avec la pluie et diminue lorsque l'évaporation augmente. À total pluviométrique annuel égal, l'indice a une valeur d'autant plus faible que les pluies tombent dans un mois plus chaud. Pour la zone qui nous intéresse, on observe en particulier une variation de l'indice suivant un gradient différent de part et d'autre de la valeur. A noter que pour la zone nord-saharienne, CAPOT-REY place la limite du désert vers les valeurs 4-5 sans toutefois étendre sa conclusion à la limite sud.

Cette variation de la valeur du gradient N-S d'aridité en fonction de la latitude, apparaît également et d'une manière beaucoup plus exploitable sur les simples données pluviométriques moyennes :

pour une variation latitudinale de 10 minutes, on observe entre Aïoun el Atrouss et Niort les variations pluviométriques moyennes suivantes,

- en zone de 500mm : environ 40mm
- en zone de 300mm : environ 20mm
- en zone de 50 à 100mm : environ 5 à 10 mm

#### Le climat considéré comme facteur de pédogénèse

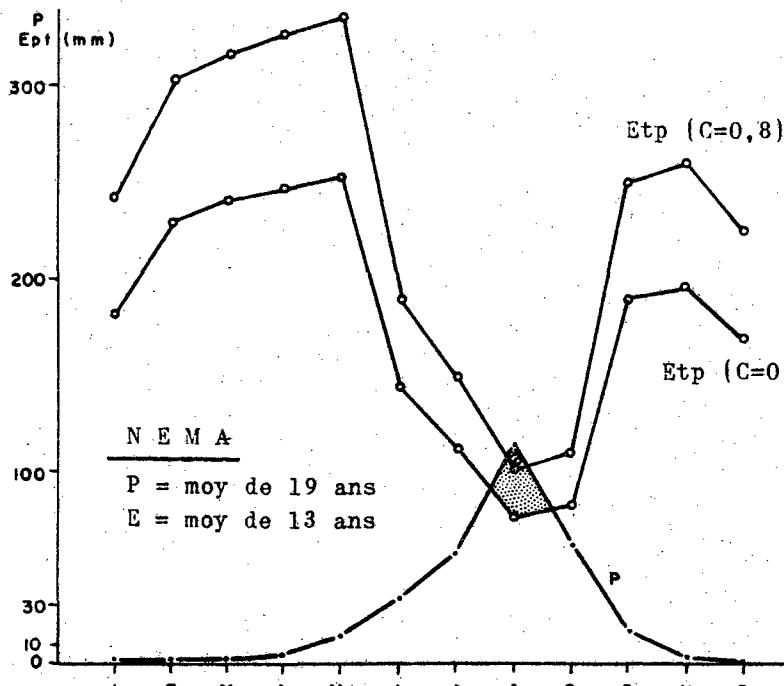
##### Drainage mensuel

On peut comparer les valeurs mensuelles de la pluviométrie à des valeurs estimées de l'évapotranspiration potentielle (fig. 8) pour en déduire le volume d'eau drainant le sol et capable de participer à un lessivage (Duchaufour 1960).

Cette estimation présente des difficultés, d'une part parce que les données relatives à l'évaporation sont peu abondantes, d'autre part parce que les estimations d'évapotranspiration potentielle à partir de ces chiffres sont toujours des approximations. Les graphiques de la

Fig.8 Estimation du drainage mensuel en région sahélienne.

- Calcul du drainage mensuel ( $D_m$ ) = Pluviométrie mensuelle ( $P_m$ ) diminuée de l'évapotranspiration potentielle ( $Etp$ ).
- $Etp = \text{évaporation nappe d'eau libre } (E_l) \text{ corrigée d'un coefficient } C \text{ (} Atp = C \times E_l \text{); } C = 0,6 \text{ ou } 0,8$
- Evaporation nappe d'eau libre = évaporation d'après Piche ( $E$ ) multipliée par 0,6.



Données tirées de BURGEAP. R.257. 1958.

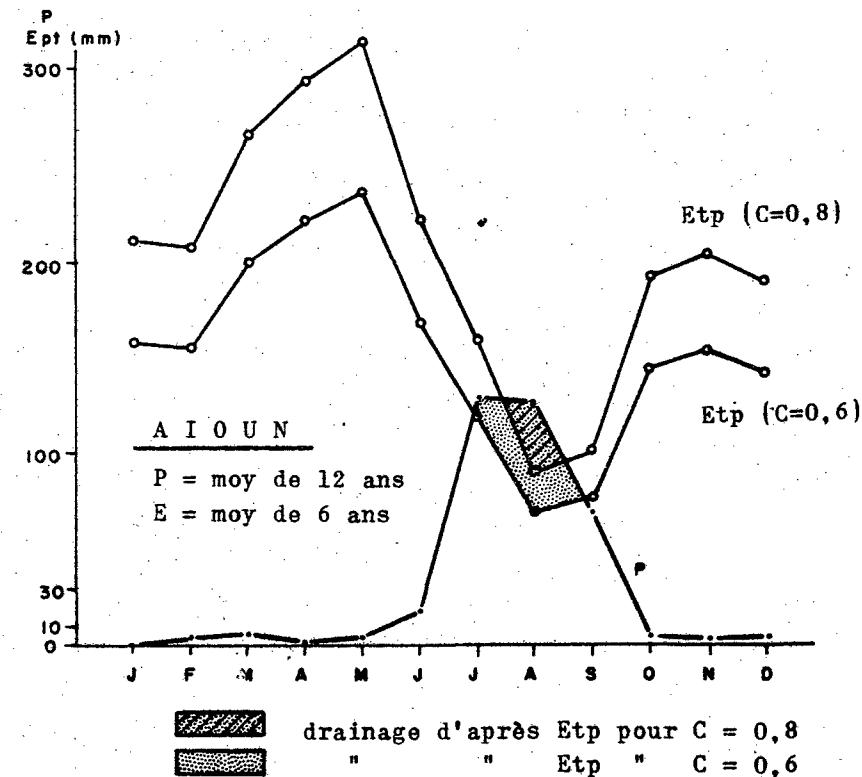


fig. 8 pour Aioun et Néma, montrent que pour ces stations la quantité d'eau capable de drainer est très faible et que les possibilités de drainage sont réduites à une très courte période de la saison des pluies.

Vu les données pluviométriques connues, on peut estimer que le drainage devient rapidement nul quand on va vers le nord, tandis qu'il augmente en allant vers le sud. De semblables estimations effectuées pour d'autres stations sahéliennes de Mauritanie et du Mali (AUDRY 1961) montrent par exemple que :

- pour Kiffa ( $P = 345 \text{ mm}$ ), le diagramme est très semblable à celui de Néma
- pour Kayes ( $P = 731 \text{ mm}$ ), plus humide que Nioro, l'excès de  $P$  sur Ept peut atteindre des valeurs de 180 à 200 mm, mais que les possibilités de drainage sont réduites à une courte période de l'hivernage.

Ces premières estimations concordent assez bien avec les données de BOURGUET (BURGEAP R. 257; 1959) qui souligne que la limite théorique des possibilités d'alimentation des nappes par infiltration directe des pluies en zone sahélienne est marquée par l'isohyète 400mm.

De toute façon cette méthode d'analyse, plus satisfaisante que de simples indices climatiques, est tout de même trop schématique; l'unité de temps mensuelle est tout à fait arbitraire et c'est en réalité à partir de tornades individuelles et par mesures directes de la pénétration réelle de l'eau dans le sol qu'il faudrait pouvoir raisonner (voir p. 31 - Pédoclimats).

Le calcul du bilan mensuel fait abstraction de toutes données locales telles que topographie mais elle permet d'affirmer que dans ces conditions limites toute variation vers un déficit ou un excès (topographie, apport orographique, comportement des différents matériaux) peut avoir une influence considérable. Ainsi l'alimentation en eau d'un site donné peut être nulle ou au contraire très supérieure à celle prévisible par apport direct d'eau météorique.

#### Altération - Dégradation

La saison pluvieuse est en même temps chaude. Dans tous les cas où l'approvisionnement en eau sera suffisant, les phénomènes d'hydrolyse et plus généralement d'altération pourront être très intenses.

Pour la partie nord de la zone sahéro-soudanaise, dans le Cercle du Guidimaka, PEREIRA BARRETO (1960) pense que les conditions d'altération sont de courte durée mais très intenses.

Dans les sites où une sécheresse excessive annule ces possibilités d'altération, ces conditions conduisent à une désagrégation mécanique intense des roches par suite des écarts de températures importants et brusques. Ces caractères bien connus des régions sèches ont des conséquences importantes.

- pour la morphogénèse : désagrégation granulaire, évolution des reliefs par pédiplanation...
- pour la pédogénèse : lorsque la sécheresse augmente les migrations se réduisent à n'affecter plus que les sels très solubles qui s'accumulent en des points privilégiés du sol et du paysage.

### Possibilités de ruissellement

On a déjà souligné que les pluies tombent sous forme de violentes tornades et qu'en fait c'est la fréquence et l'intensité des fortes pluies qui règle toute la dynamique et la distribution de l'eau.

#### Données générales

a) DUBIEF (1953) remarque que pour le Sahara :

- la proportion des pluies intenses croît avec le total pluviométrique annuel
- le total pluviométrique annuel d'une région aride est d'autant plus influencé par les pluies intenses que la région est plus proche de la mer ou de la zone soudanaise.  
Ces deux facteurs se conjuguent dans la région qui nous intéresse.

b) Données sur la fréquence annuelle moyenne des fortes pluies  
(D'après BURGEAP R. 228.257.269)

ATAR : au cours de l'année moyenne, il tombe (période 1922 - 52)

4 pluies de moins de 1 mm

9 pluies comprises entre 1 et 10 mm

2 pluies comprises entre 10 et 20 mm

1 pluie comprise entre 20 et 50 mm

quelques fortes pluies (de la période 1950 à 56 reconnue excédentaire)

#### Intensité moyenne

70mm en 5 h, le 22/9/1950	14 mm/h
104mm en 3 j, 4-6/10/51	-
68mm en 3h15, le 6/9/52	21 mm/h
98mm en 16h45, le 10/9/55	5,9 mm/h

#### HODH

	Maximum en 24 h.	+de 10mm	+de 30mm	+de 50mm	+de 100mm	Période d'obser- vations
Tamchakett	150	-	-	-	0,15	26 ans
Néma	125	11,3	2,0	0,3	0,04	19 ans
Timbédra	111	10,5	2,2	0,5	0,03	30 ans
Aïoun	79,5	10,3	2,5	0,6	-	12 ans
Nioro	216	16,2	3,0	1,8	0,3	10 ans

Quelques fortes pluies	Intensité moyenne
60 mm en 0h30 le 30/5/1939 à Timbédra	120 mm/h
90 mm en 2h48 le 20/8/50 à Néma	32 mm/h
31 mm en 0h15 le 19/8/57 à Aïoun	124 mm/h
101 mm en 1h45 en 1958 à Kiffa	57 mm/h

c) Si on se reporte également aux hyéogrammes d'Aïoun (figure 7), donnés pour caractéristiques de la zone sahélienne, on peut conclure que des intensités réelles de 40 à 70 mm/h - soit 0,01 à 0,02 mm/sec - sont courantes, tandis que des intensités moyennes exceptionnelles de 120 mm/h (tableau précédent) - soit 0,033 mm/sec. - sont possibles.

#### Conditions et existence de ruissellement

Le même auteur considère ensuite les possibilités de ruissellement.

Les facteurs intervenant dans le phénomène de ruissellement sont :

- la quantité de pluie tombée et la vitesse de chute
- la perméabilité du sol.

La vitesse de pénétration de l'eau dans un sol varie dans de larges limites :

0,1 mm/sec. pour un sable d'erg  
0,02mm/sec. pour un sol de sebkha

la vitesse de chute de la pluie pouvant atteindre exceptionnellement 0,033 mm/sec. (chiffre concordant avec nos données).

Sur ces chiffres DUBIEF conclut que le ruissellement est pratiquement nul en région sableuse même sur pentes dunaires. Quant à la quantité d'eau susceptible de ruisseler sur terrain non sableux en pente, il l'estime à la fraction de pluie supérieure à 5 mm, si cette pluie est tombée à une vitesse supérieure ou égale à 0,5 mm/minute soit environ 0,02 mm/sec. Les données du tableau p. 22, montrent que les pluies  $> 10$  mm ont une fréquence de 10 à 15 % pour les stations considérées; quant à l'intensité de 0.02 mm/sec., elle est réalisée dans les fortes tornades courantes.

Pour le Hodh occidental et commentant les hyéogrammes d'Aïoun, BOURGUET (1959) conclut que seuls les deux premiers tiers de la tornade, tombant en général à plus de 20 mm/h, peuvent ruisseler, à condition que le sol soit mouillé et saturé.

#### IV. LES PHENOMENES D'EROSION

##### Erosion hydrique

##### Erosion pluviale

Pour TRICART et CAILLEUX (1960), les régions sèches sont

caractérisées par l'importance de l'érosion mécanique pluviale liée à l'absence de couverture végétale continue suffisante pour assurer une protection efficace du sol.

D'après les observations effectuées, cette érosion pluviale est la plus nette sur les zones subhorizontales non sableuses : regs, surfaces d'applanissement liées aux nappes d'épandage (Ex. Sites 61/71 - 61/72).

Vu la violence des pluies, dès l'absorption des premières gouttes de pluie, les agrégats sont délités et les produits arrachés se déposent avec classement dimensionnel. Dans les cas de texture fine sables fins-limons dominants, le phénomène aboutit à un litage de la partie superficielle du sol avec glaçage de la surface. Le phénomène se reproduisant à chaque averse constitue ces croûtes superficielles qui diminuent la pénétration de l'eau et préparent l'érosion par ruissellement qui démarre ainsi sur de très faibles pentes.

#### Erosion liée au ruissellement - Essai de bilan

La formule de FOURNIER permet d'évaluer la dégradation spécifique en tonnes/an/km<sup>2</sup>. En désignant par "p" la pluviosité du mois le plus arrosé et par "P" la pluviosité annuelle, la formule exprime que la dégradation spécifique ou érosion calculée est une fonction croissante de  $\frac{p^2}{P} = \frac{(p)}{(P)} \times p$ ; elle traduit que l'érosion augmente avec la dissymétrie de répartition des pluies dans l'année (facteur  $\frac{p}{P}$ ) et avec le volume d'eau actif (facteur p).

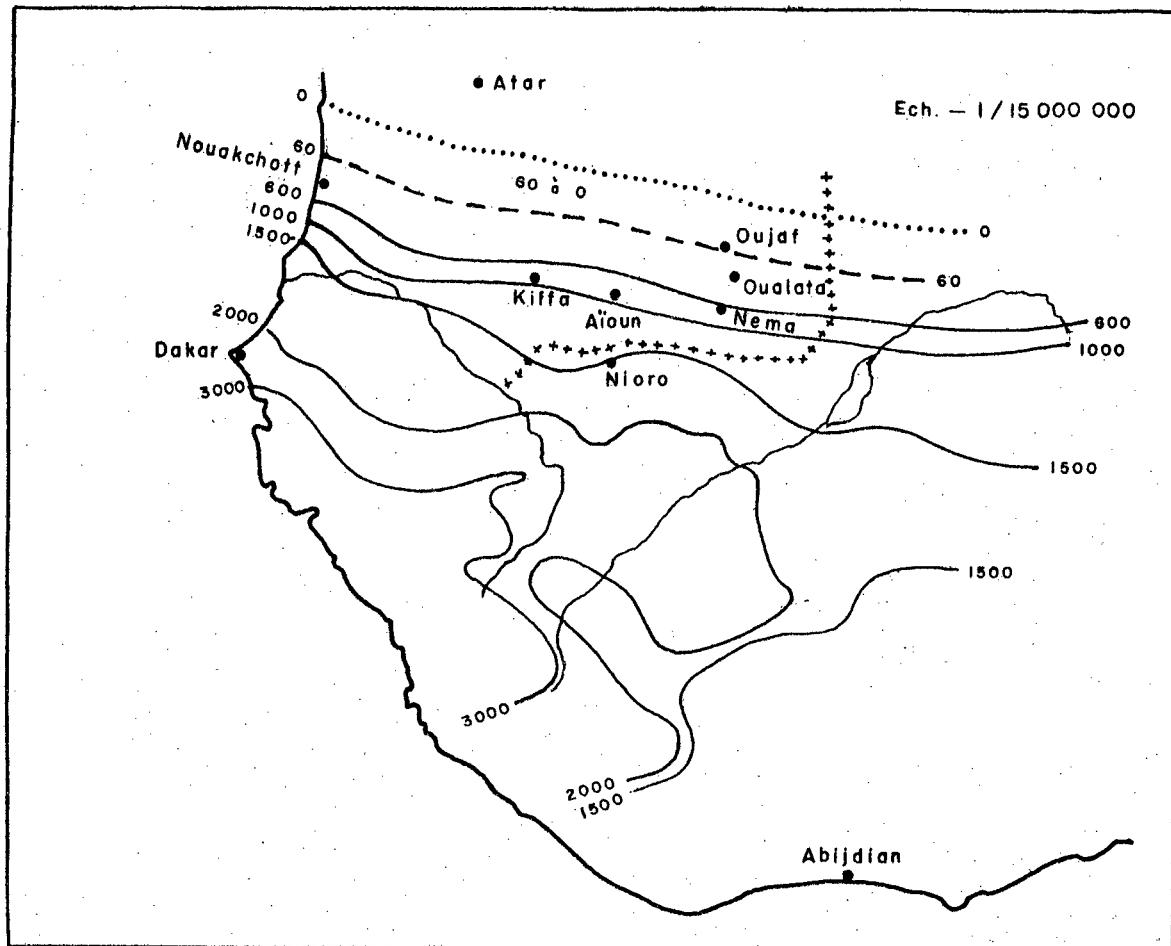
La dégradation spécifique correspond à une perte définitive en terre du continent et permet donc d'effectuer une estimation du bilan.

La carte schématique ci-jointe (fig. 9) montre que la courbe d'érosion calculée nulle passe nettement au nord d'Oujaf, ce qui est assez difficile à admettre, car cette limite doit normalement correspondre à celle des domaines à écoulement strictement interne dont relève Oujaf avec évidence. Toutefois cette carte n'est que schématique (agrandissement d'une carte du globe) et elle ne donne de renseignements précis que pour des érosions normales de plus de 600 T/an/km<sup>2</sup> (réduction de la carte d'érosion de l'Afrique occidentale); il est alors intéressant de noter le fort gradient de variation entre les courbes 600 et 1500 correspondant au site le plus méridional étudié.

Le calcul montre qu'une exportation de 1500T/an/km<sup>2</sup> correspond à l'ablation d'une couche de terre de 0,55 mm uniformément répartie; mais comme il s'agit là de l'exportation nette moyenne, une telle valeur correspond à des transports locaux beaucoup plus considérables.

En ce qui concerne les zones situées au nord de la courbe 600 c'est-à-dire aux marges désertiques, mieux vaut raisonner directement sur les données requises pour le ruissellement dans l'étude du climat en soulignant que l'action du ruissellement est ordinairement reconnue comme particulièrement intense sur les marges désertiques et que - bien que rare - elle peut transformer le relief en quelques heures beaucoup plus que le vent pendant le reste de l'année (DERRUAU, 1958).

Dans toutes les zones parcourues, on observe d'ailleurs des manifestations locales de toutes ces formes d'érosion.



D'après Fournier 1958 (carte AOF) et 1960.

Fig.9 Erosion calculée (tonnes de matériau exporté par an et km<sup>2</sup>).

Manifestations de l'érosion hydraulique observées

- a) Erosion pluviale : elle a déjà été signalée pour le site 61/72 qui en est sans doute l'exemple le plus expressif.

Les sites 61/71 et 61/66 ( $17^{\circ}30$  lat. N) en sont d'autres exemples qui soulignent les différences de comportement entre les surfaces d'aplanissement exemptes de végétation et les buttes sableuses colonisées. Outre l'influence du couvert végétal, ces exemples montrent celle des différences texturales. Ce type d'érosion joue directement, en liaison avec la distribution zonale de la végétation, et augmente d'importance vers le nord.

- b) Erosion en nappe : ce mécanisme apparaît jouer à toute latitude de la zone considérée, sur des surfaces aplanies, tassées et imperméables (S 61/36 - 61/71 - 61/81). Dans la partie nord, où il est plus réduit en extension, il cumule fréquemment ses effets à ceux de l'érosion pluviale dont il représente alors un deuxième stade. On peut considérer que ce mécanisme joue actuellement d'une manière très générale sur la zone étudiée et contribue à l'évolution

générale du relief par pédiplanation. Il ne peut s'interpréter qu'en fonction de la violence des pluies et de l'abondance locale de l'eau ruisselante, résultante de la pluie et de la situation topographique ou orographique.

- c) Ravines - Affouillements : les ravinements n'apparaissent jamais que liés à des conditions topographiques particulières et en général carrément aux reliefs assez importants (Ex. Oujaf S 61/57) : ils ont en général une importance réduite, mais représentent tout de même des points de concentration d'eau où se contracte parallèlement la végétation. Ce phénomène affecte particulièrement les glacis à proximité des reliefs.

Les affouillements latéraux sont à peu près limités aux vallées des grands oueds et sont rares.

#### Conclusion

La forme principale d'érosion hydrique dans la région considérée est l'érosion en nappe. En zone de végétation discontinue l'érosion pluviale apparaît également importante. Les ravinements sont très limités dans l'espace. Toutes ces manifestations affectent principalement les surfaces non strictement sableuses.

Il est normal que les sables ne soient pas affectés par l'érosion hydrique vu leur perméabilité qui supprime pratiquement les possibilités de ruissellement. Pourtant le problème doit être considéré de plus près : dans les zones à ensablement restreint correspondant aux bordures de relief (cf. coupe d'Oujaf p. 6) on observe très fréquemment dans les points bas, entre les touffes sableuses - et au moins pendant la saison des pluies - une petite pellicule sablo-limoneuse lissée et durcie qui prouve l'existence d'un ruissellement. Ce phénomène est toujours lié à des conditions d'alimentation en eau très particulières. Dans un deuxième stade ces buttes sableuses peuvent subir un affouillement latéral et s'effondrer partiellement : il y a alors là érosion et non simple ruissellement.

#### Erosion éoliennne

Sans remonter à l'étude de la dynamique de l'érosion éoliennne, il est indispensable de rappeler quelques généralités sur les lois qui la régissent pour en tirer des conclusions pratiques et utilisables (CHEPIL).

#### Généralités

##### a) Facteurs influençant l'érosion par le vent

- facteurs liés au vent : vitesse et turbulence. La masse de sol mise en mouvement par le vent varie comme le cube de la vitesse du vent.
- facteurs liés au sol : structure et toute force de cohésion de la surface exposée au vent.
- facteurs extérieurs protégeant la surface du sol : ex. couverture végétale.

##### b) On distingue ordinairement deux modalités dans l'érosion éoliennne :

- la déflation : balayage des débris fins.
- la corrision : attaque directe par le vent de la roche ou du sol.

En fait la corrision est un phénomène d'importance secondaire, elle ne se produit - et toujours très lentement - que lorsque le vent est chargé de particules qui proviennent d'une déflation préalable. L'étude se limitera à ce dernier phénomène. En relation avec l'érosion proprement dite, on doit considérer aussi l'accumulation éolienne.

c) Phénomènes de transport par le vent

Par ordre de taille croissant des matériaux, les grains affectés sont mis en mouvement

- par suspension ( $< 0,1 \text{ mm}$ )
- par saltation
- par reptation

Les grains en suspension sont en quelque sorte la charge active permanente du vent, mais représentent toujours une faible proportion du total affecté. Les grains en saltation représentent de beaucoup la fraction la plus importante (55 à 75 % d'après CHEPIL 1952). La mise en mouvement se fait par chocs successifs : outre les chocs provenant des grains en suspension, la saltation s'entretient d'elle-même en présence d'un vent suffisant. Les grains les plus grossiers recevant des chocs se déplacent à la surface du sol, par reptation. La loi de proportionnalité s'applique aux trois modes de mise en mouvement.

d) Loi générale

Il y a érosion lorsque la vitesse du vent est suffisante, et dépôt lorsque cette vitesse décroît pour une cause quelconque, rugosité de la surface du sol, obstacle.

Erodabilité des sols

a) Texture et rugosité

Qu'il s'agisse de fraction granulométrique libre ou d'agrégats, CHEPIL (1950) distingue des classes de sensibilité à l'érosion en fonction de la dimension :

classe hautement érodable  $< 0,42 \text{ mm}$

classe difficilement érodable  $0,42 \text{ à } 0,84 \text{ mm}$

classes non-érodables

$\left\{ \begin{array}{l} 0,84 \text{ à } 6,4 \text{ mm} \\ > 6,4 \text{ mm} \end{array} \right.$

En passant aux classes grossières on aborde le problème de rugosité de la surface : lorsque la déflation a enlevé toutes les fractions érodables, les fractions grossières restent en place en raison de leur taille et densité, de la direction du vent; alors le phénomène s'arrête et la surface dégagée est stable : le reg est formé.

On doit également raisonner directement sur la vitesse du vent : la rugosité du sol diminuant la vitesse du vent qui perd ainsi de son pouvoir érosif (CAFOT-REY 1948). On peut appliquer ce raisonnement à un vent chargé de sable abordant une étendue sableuse en

débouchant d'une zone lisse ; cette étendue sableuse relativement rugueuse diminue la vitesse du vent; le sable se met en reptation et saltation et absorbe une partie de l'énergie du vent qui va avoir tendance à déposer sa charge. Les surfaces sableuses favorisent donc le dépôt de sable.

b) Structure, humidité et matières organiques

La structure, en constituant des agrégats non érodables à partir de fractions granulométriques possiblement érodables, est un facteur de résistance du sol à l'érosion éolienne. On doit alors considérer la plus ou moins grande stabilité des agrégats en face des agents mécaniques, mais en fait on peut schématiser en se rapportant à nouveau à la texture :

la résistance maximum à l'érosion éolienne pour un sol sec est obtenue pour une texture homogène de 0,005 à 0,01 mm, qui correspond en général à un sol structuré, et la plus grande érodabilité pour les textures à sables fins.

En ce qui concerne l'abrasion des sols consolidés, le coefficient d'abrasion varie directement avec le diamètre des particules.

L'humidité, en développant des forces de cohésion entre particules diminue la sensibilité des sols à l'érosion éolienne. D'après CHEPIL (1956)-pour une humidité  $< 1/3$  humidité au pF 4,2 érodabilité maximum  
-pour une humidité  $> 1/3$  humidité au pF 4,2 érodabilité nulle  
-entre ces deux limites, l'érodabilité croît plus que proportionnellement à la diminution de l'humidité.

Présence de matières organiques

Les matières organiques peuvent jouer comme agent de protection mécanique du sol quand il s'agit de débris végétaux bruts sur la surface du sol, les débris végétaux sont évidemment protecteurs; si au contraire le vent arrache les débris, il augmente d'autant sa charge abrasive.

Les études de CHEPIL (1955) ont montré que c'est au stade initial de décomposition de la matière organique qu'elle joue un rôle protecteur, d'où son importance pour l'érodabilité des sols.

c) Le rôle protecteur de la végétation

Ainsi, les phénomènes éoliens n'ont l'importance qui leur est propre en zone aride que parce que le rôle protecteur de la végétation est très atténué sinon inexistant. Il est d'autant plus efficace que le recouvrement de la végétation est plus élevé et que son mode de répartition est plus égal.

Manifestations éoliennes observées

Au sud de l'isohyète 200 (environ), on observe surtout des sables fixés. Les manifestations éoliennes sont restreintes et se limitent à des reprises d'érosion à flanc de dunes (Ex. Site S 61/51). Ces phénomènes semblent toujours liés à des pentes dunaires fortes et

à des conditions locales particulières d'exposition au vent.

Dans la zone nord, la steppe présente fréquemment des espaces ouverts peu ou pas colonisés. L'érosion éolienne est alors très intense : décapage des surfaces à ensablement peu épais et accumulation de sable au pied des touffes de végétation et formation de bourrelets vifs le long des crêtes de dunes longitudinales. La présence de falaises semble créer des conditions locales particulières de circulation des vents d'où des phénomènes d'érosion et de dépôts souvent difficiles à analyser, mais intenses.

#### Conclusion - Le vent facteur de pédogénèse

L'importance du facteur vent agissant en climat sec, permet d'expliquer les deux principaux éléments morphologiques que sont les regs et les accumulations sableuses sous ce climat.

DURAND (1952 -a) constatant que d'une manière générale, le sol s'individualise sous l'action d'un des facteurs de formation qui gouverne la pédogénèse et devant lequel les autres s'effacent, conclut que le facteur climatique au Sahara est dominant. La pluviométrie y représente le facteur limitant tandis que le vent et l'évaporation en sont les caractères déterminants; si bien que les sols éoliens sont les sols typiquement zonaux.

## V. MICROBIOLOGIE DES SOLS

La dynamique microbienne des sols en zone semi-aride et en zone tropicale sèche a été étudiée par DOMMERGUES (1961). Les sols les plus arides ayant servi de base à cette étude sont des sols bruns subarides prélevés dans la région de Kankossa ( $15^{\circ}57'N$ ,  $11^{\circ}30'W$ ;  $P = 473 \text{ mm}$ ) c'est-à-dire que la limite nord des sols de la zone considérée par DOMMERGUES recouvre seulement la partie la plus méridionale de la zone envisagée ici.

Un des résultats de son étude est que "l'élévation du pF au-dessus de 4,2 n'enfaine l'arrêt que d'une partie des processus évolutifs d'origine biologique, pendant que les autres ne subissent qu'un ralentissement plus ou moins marqué jusqu'au pF 5,5 (et parfois même 5,6) qui marque la limite extrême de l'activité biologique dans le sol.

En considérant le seuil hydrique de démarrage de l'activité biologique pour des processus comme la minéralisation, l'immobilisation ou l'évolution de la stabilité structurale, on peut distinguer dans la microflore du sol :

- des groupements hyperxérophiles : le seuil hydrique supérieur à pF 4,9; principalement composés de champignons.
- des groupements xérophiles : seuil hydrique compris entre pF 4,9 et 4,2; principalement bactéries et actinomycètes.
- des groupements hygrophiles : seuil hydrique inférieur à pF 4,2.

Enfin, il est des cas où le niveau des seuils hydriques est, en outre, étroitement lié à la composition spécifique de la microflore tellurique correspondant à un type pédologique donné, ce qui amène à penser que la composition spécifique de la microflore tellurique jouerait un rôle d'autant plus important dans la détermination du niveau du seuil que sa spécialisation est plus prononcée.

Au point de vue évolution des sols, ces conclusions sont d'une grande importance puisque cette évolution est capable de se poursuivre à de faibles humidités ( $pF$  4,2 à 5,5), c'est-à-dire pendant le déssèchement du début de saison sèche ou à la suite d'apports secondaires d'eau (apports vers le sol d'eau provenant des phénomènes de condensation et d'absorption directe de vapeur d'eau). Dans la marge des  $pF$  5,0 - 4,2, en première phase de saison sèche, la matière organique évolue en particulier de manière notable, principalement dans le sens d'une minéralisation de l'azote et du carbone organique.

DOMMERGUES enfin, avance l'hypothèse que la plupart des résultats acquis sur son matériel d'étude sont extrapolables aux zones arides proprement dites et aux régions méditerranéennes.

On ne possède malheureusement aucun donnée précise pour chiffrer la durée de cette première phase de saison sèche ou les apport secondaires d'eau pour la zone qui nous intéresse. Signalons toutefois qu'à Bambe (climat sahéli-sénégalais d'AUBREVILLE), à 25 cm de profondeur, un sol sableux est encore à  $pF$  5,0, 200 jours après l'arrêt des pluies !

La microbiologie des sols désertiques sahariens a principalement été étudiée par Ch. KILLIAN (1939-40-43-44). L'auteur a fait son étude de détail à Beni Ounif (Nord Sahara  $31^{\circ}$  lat.N -  $P = 80$  à 100 mm) et en a étendu les conclusions par une étude géographiquement plus vaste allant de  $37^{\circ}$  à  $16^{\circ}$  lat. N.

a) Il ressort de ces études que la composition de la microflore des sols désertiques et son écologie ont des caractéristiques originales.

- Lorsque la teneur en eau du sol diminue, sa population microbiologique diminue rapidement, mais ne s'annule pas.

Les sols désertiques, considérés autrefois comme stériles, renferment toujours des microorganismes à l'état de vie active.

Au fur et à mesure que les conditions hydriques deviennent plus sévères, les bactéries diminuent plus vite que les champignons, mieux adaptés à la sécheresse; les algues sont toujours présentes en toutes saisons - en particulier des chlorophycées aptes à produire de nombreuses spores et à supporter un maximum de lumière.

Noter que les bactéries du cycle de l'azote figurent dans tous les sols.

- Outre des adaptations à des conditions de sécheresse extrême, l'adaptation à de hautes températures est également remarquable :

l'optimum semble en effet se situer entre 40 et  $60^{\circ}$  C pour cette microflore désertique.

- Les déficits d'airet phénomènes de compacité joueraient un rôle aussi important que le faible approvisionnement en eau pour limiter la microflore dans son développement et son activité.

b) L'activité est proportionnelle au degré de couverture végétale, c'est-à-dire à l'abondance des éléments biogènes. Les regs et les sols argileux en même temps compacts et souvent dénudés sont les cas d'activité biologique minimum.

Les sols sur limons fluviatiles actuels seront au contraire les plus actifs pour des raisons inverses.

- c) Les nebkas, buttes sableuses liées à la végétation représentent des cas d'humification originaux (KILLIAN 1944). En fait, cette humification est confinée à un horizon très étroit, "couche de fermentation" réduite au contact de la litière. Dans ces phénomènes, l'action de la faune (des insectes jusqu'aux rongeurs) est importante, au moins comme agent intermédiaire. L'humification proprement dite est pratiquement réduite à la saison humide, tandis que pendant la saison d'été ( $t_m > 25^\circ$ ) elle est relayée par une phase qui conduit jusqu'à la minéralisation.

#### Conclusion

Outre l'intérêt un peu théorique de l'existence d'une micro-flore active dans les sols même des déserts absous, existence qui permet de justifier précisément ce terme de sol, on note les données concordantes suivantes :

- l'importance relative des champignons dans l'activité biologique aux faibles humidités
- l'évolution en saison sèche de la matière organique des sols dans le sens de la minéralisation. En l'absence évidente de tout lessivage pendant cette saison sèche, cette accumulation minérale - et d'azote minéral en particulier - explique au moins partiellement la rapidité du départ végétatif herbacé dès les premières pluies dans ces zones sèches.

De plus, ce même phénomène explique la faible teneur en matière organique des sols de la zone sahélienne qui constitue l'originalité des sols bruns subarides tropicaux (MAIGNIEN 1959), - sols steppiques tropicaux - par rapport aux sols steppiques tempérés.

## VI. CONCLUSION SUR LES FACTEURS DE PEDOGENÈSE - PEDOClimats

#### Résultats acquis

Modèle et roches-mères : Il ressort de l'étude précédente l'importance considérable de deux ensembles morphologiques : les dunes et étendues sableuses et les regs. Ces deux formes résultent du système morphoclimatique des régions sèches agissant depuis le quaternaire à quelques nuances d'aridité près et se conservant sous le climat aride actuel.

Les matériaux de texture fine sont ou bien caillouteux (regs) et correspondent alors souvent à des surfaces de pédiplanation, ou bien des matériaux d'apports, parfois anciens, - cuvettes d'alluvions quaternaires - parfois actuels - plaines d'épandage des oueds. L'importance de ces plaines et cuvettes argileuses est très réduite dans le nord de la zone étudiée; plus grande en zone sahelo-soudanaise.

Facteurs biologiques : La microflore du sol a un développement et une activité plus forts dans les terrains sableux que dans les terrains argileux; ceci pour des raisons de compacité et d'économie de l'eau.

#### Facteurs climatiques :

- L'importance du vent a été reconnue dans la zone désertique. DURAND (1952 a.) en fait le facteur déterminant de la pédogénèse quand la pluviosité est inférieure à 200 mm. L'étude pédologique (détailée) tentera de préciser dans ce qui suit si cette limite est applicable à la zone étudiée.
- Le facteur eau est apparu comme le facteur limitant pour toute la zone considérée. Tous les essais de bilan faits dans l'étude du climat sont apparus trop schématiques parce que s'appliquant à des unités de temps trop

longues et n'intégrant pas le facteur topographique. C'est dans cette optique qu'il semble intéressant de tenter de préciser les pédoclimats à partir de quelques observations d'hivernage, recueillies en diverses sources et présentées ici.

#### Economie de l'eau - Pédoclimats

Ces observations portent principalement sur matériaux sableux, pour lesquels il est convenu de conclure à l'absence de ruissellement vu leur forte perméabilité. Ceci n'empêche pourtant pas des mouvements internes conduisant à des répartitions non homogènes de l'eau.

En région typiquement désertique (P = 50 mm) F.PIERRE (1958) rapporte l'observation suivante effectuée dans l'ouest du grand Erg occidental après une pluie enregistrée à BERNI-ABBIS pour 18 mm, le long d'une pente dunaire de 30 % (voir figure 10).

- les premières eaux humectent d'abord assez uniformément la surface du sable sur une faible épaisseur, quelques centimètres tout au plus.
- le "ruissellement" s'amorce à l'intérieur de cette couche mouillée, dont l'épaisseur par ailleurs, n'augmente que très lentement et seulement lorsque le sable est à saturation.
- l'eau se rassemble et s'accumule dans le sable au fond du creux, puis alimente alors une colonne verticale dont la teneur en eau atteint toujours des valeurs élevées.

Les observations et mesures sont conformes au tableau et au schéma ci-après :

	Epaisseur de la couche de sable atteinte par l'eau	Humidité % trois jours après la pluie
Surface horizontale	12 cm	-
Pente 30 %	8 cm	2,85
Fond interdune	120 cm	3,90 en surface 3,60 à 120 cm

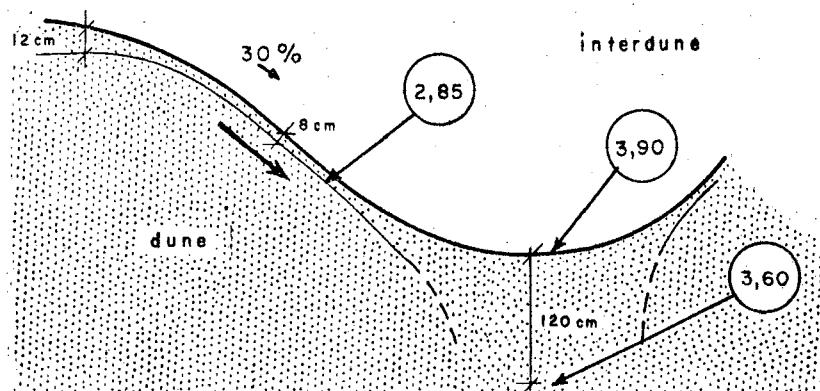


Fig.10 Profondeurs mouillées et humidités dans un profil dunaire (d'après F.Pierre).

L'auteur ne donne aucune précision sur la granulométrie et les caractéristiques hydriques des sables le long du profil considéré. L'observation étant faite dans l'erg, il y a tout lieu de penser que les différences possibles n'affectent que la granulométrie des sables, mais l'absence totale d'éléments fins tout le long du profil est probable.

L'intérêt de l'observation est double. Elle montre :

- l'existence d'un écoulement interne ou hypodermique le long de la pente qui représente un milieu très sec. Le sommet de dune est également très sec.
- l'importance de l'accumulation de l'eau dans le fond interdunaire sur une grande profondeur. Même trois jours après la pluie, les chiffres d'humidité restent élevés - tant d'ailleurs sur la pente que dans le fond. L'interdune possède un pédo climat très différent et beaucoup plus humide que le reste du fil topographique.

A la limite des zones saharienne et sahélo-saharienne, dans le Gourma au Mali, les résultats d'une observation\* effectuée lors d'une mission acridienne antérieure permettent de faire les remarques suivantes.

Observation effectuée en hivernage après une tornade estimée de 10 à 15 mm :

- il est important de noter la présence d'éléments fins (argile + limon) dans les points bas du profil topographique.
- le long de la pente douce (2,5 %), la profondeur mouillée est homogène et de l'ordre de 40 cm après 36 heures. Les humidités dépassent l'humidité équivalente encore après ce laps de temps. La présence d'une plage battante - à texture superficielle beaucoup plus fine - correspond manifestement à une zone de moindre pénétration de l'eau et sans doute de ruissellement superficiel.
- le long du versant à pente forte, la pénétration de l'eau n'est pas homogène. La comparaison entre les pénétrations 8 h et 36 h après montre que :
  - la pente forte et le haut de pente sont des zones d'écoulement hypodermique.
  - le bas de pente - et non le fond interdunaire - est la zone de pénétration verticale maximum de l'eau et représente ici le pédo climat le plus humide du site. La différence granulométrique du fond prend ici toute son importance, cette particularité pouvant jouer par deux mécanismes :
    - moindre filtration d'où zone d'arrêt de l'écoulement interne d'autant que la pente motrice devient faible
    - même en supposant un approvisionnement par un volume d'eau égal, la profondeur affectée sera moindre vu la plus forte capacité pour l'eau du matériau plus argileux.
- la crête représente la zone la plus sèche du profil topographique.
- toutes les mesures d'humidité après 36 heures sur la tranche 5-10 cm sont supérieures à l'humidité équivalente; elles représentent à peu près la mesure de la capacité au champ de RICHARDS et WALDLEIGH (DUCHAUFOUR 1960) = capacité de rétention + eau de gravité à écoulement lent, qui se mesure normalement deux jours après la pluie. On est seulement étonné de constater que la dessication n'est pas plus rapide dans ces régions sèches, au moins en surface.

\* voir site 59/52 dans le rapport de prospection au Mali oriental (en cours de publication)

Région de Gao, coordonnées : 16°44N/0°21E

Pluviosité estimée : 190 mm

Dune longitudinale dissymétrique à crête vive.

- sur ces deux exemples, on peut conclure qu'en région sableuse, il faut des pentes suffisamment fortes pour différencier des pédoclimats en fonction de la topographie et que les points les plus humides varient avec les conditions locales et plus particulièrement texturales.

Pour la zone sahélo-soudanaise, on ne possède aucune observation analogue, mais la pédologie de cette zone est mieux connue et les toposéquences classiques montrent des variations nettes de pédoclimats.

Exemple : au sud de Kankossa (voir fig. 11) sur la piste de Bouly (coordonnées 15°41 N/11°40 E; P estimée autour de 500 mm), on a la chaîne topographique suivante (AUDRY 1961) :

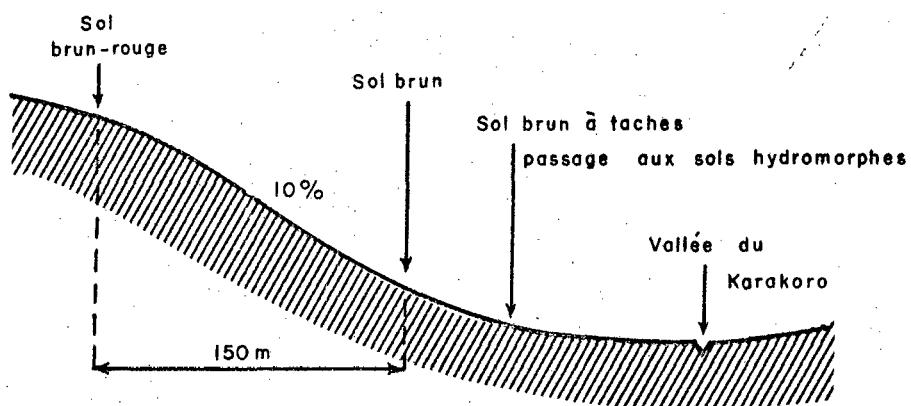


Fig.11 Chaîne topographique de sols en zone sahélo - soudanaise.

Sur matériau argileux, la seule observation analogue recueillie, encore qu'incomplète, est due à KILLIAN (1940).

Elle porte sur un sol de reg caillouteux-argileux, formant une masse compacte. L'auteur ne précise malheureusement pas la position topographique.

Pluie	18 octobre	5 mm en 2 h
		13 mm en 11 h
	19 octobre	16 mm en 6 h
		1 mm en 2 h
	20 octobre	12 mm en 2 h
		5 mm en 13 h

Total : 52 mm en 3 jours.

Humidités en %

Profondeur	le 22 octobre	après une semaine
surface	5,4	1,0
5 cm	5,9	3,4
10 cm	3,8	2,5
20 cm	1,5	2,0
30 cm	1,5	2,1

D'autres observations en période de sécheresse montrent qu'une certaine humidité ( $\approx 2\%$ ) se conserve à 20 cm.

L'absence de données sur les intensités réelles des pluies ne permettent pas d'évaluer, même approximativement, les fractions de pluies qui ont ruisselé (le ruissellement se produit sur la fraction de pluie  $> 5 \text{ mm}$  si la vitesse de chute est supérieure à  $0,5 \text{ mm/min.}$  soit  $30 \text{ mm/h.}$ , cf. p. 23). Mais un calcul approché rapide montre que les quantités d'eau présentes dans la masse de sol 0-35 cm correspondent, exprimées en hauteurs de pluies :

le 22 octobre, à 20 mm

après une semaine, à 15 mm.

Ces chiffres très approchés permettent de penser qu'une partie importante de la pluie a effectivement ruisselé et, en l'absence de données plus précises, on peut conclure à la mauvaise économie de l'eau pour ce sol en face du volume de pluie tombé. Noter également que la quantité évaporée en une semaine est faible, ce qui laisse supposer que le sol n'a été amené qu'à un degré d'humidité peu élevé, comme les chiffres tendent également à le prouver, étant donné la texture.

Dans des conditions topographiques favorables, et dans une cuvette argileuse salée à Oujaf (site S 61/50,  $P = 80 \text{ mm}$ ), nous avons observé le 28 août 1961 - à 18 h - après une tornade tombée le même jour vers 15 h - le sol à son point de saturation sur une profondeur de 20 à 30 cm. Une tornade avait déjà affecté la région une semaine avant; et le 28 août au matin, des mesures d'humidité avaient précisément été faites dans cette cuvette dont les résultats étaient les suivants (pluie estimée inférieure à 10 mm) :

	point bas (*)		point central (*)	
Site	61/50/C		61/50/D	
Profondeur	10 cm	80 cm	10 cm	80 cm
Humidités	25,6	35,5	20,6	24,6
Humidité équivalente	40,8	37,6	54,0	31,6
Profondeur	5-15	50-60	130-150	0-15

Ces chiffres montrent qu'avant la tornade du 28/8, le sol était pourvu en eau et mieux pourvu en profondeur qu'en surface (évaporation).

De tels cas de bon approvisionnement en eau sont rares et strictement limités à quelques sites privilégiés, dans ces régions.

Ainsi les plaines d'épandage (Ex. 61/69 A) offrent les stations les mieux approvisionnées en eau dans lesquelles on peut trouver des plages de végétation très dense sur matériau plus ou moins argileux.

\* voir fig. 2

## DEUXIÈME PARTIE

### Catalogue des observations (résultats d'études détaillées de sites déterminés)

#### I. DAHR DE NEMA

##### Présentation et situation des sites étudiés

Afin de permettre une comparaison avec les portions de Dahr situées dans des zones à plus faible pluviométrie étudiées ultérieurement, nous avons fait un certain nombre de relevés le long d'un itinéraire coupant le Dahr, légèrement au nord de Néma sur la latitude 16°42', que nous avons situés comme suit (voir fig. 12) :

Sur le glacis au pied de la falaise ..... site n° 61/42

Sur le plateau peu ensablé en bordure de la falaise ..... site n° 61/43

Sur le plateau à ondulations dunaires ..... site n° 61/51, 52

à "brousse tigrée" ..... site n° 61/72

L'extension considérable, sur le plateau, de "brousses tigrées"<sup>\*</sup> nous a engagés à étudier de plus près ce paysage végétal d'une physionomie très caractéristique, susceptible d'exercer par ailleurs une attraction visuelle sur des essaims qui le trouveraient sur leur passage.

##### Site 61/42 : pied du Dahr

Le glacis étudié est totalement dépourvu d'apports sableux; en surface on trouve généralement un épandage finement gravillonnaire. La colonisation par la végétation est assez discontinue. Tandis que les regs sont soit complètement dénudés ou qu'ils ne comportent que des peuplements très clairs d'Aristida funiculata, dans de légères dépressions se localisent des bosquets et buissonnaines mêlés à diverses strates herbacées. Enfin le long des berges de la batha d'un oued coupant ce glacis s'installent des fourrés et des peuplements d'une graminée de savane.

Ces divers faciès de la végétation n'ayant pas été étudiés du point de vue pédologique, nous nous bornerons ici à donner quelques indications sur la flore.

La strate herbacée est annuelle avec Aristida funiculata, Dactyloctenium aegyptium, Cleome scaposa, Tragus racemosus, Tribulus terrestris en strate prostrée. Sur reg cette strate forme un fond de prairie éphémère inarborée où les pieds d'Aristida funiculata sont plus ou moins jointifs; parfois elle interpénètre la strate ligneuse dans les dépressions à bosquets plus ou moins buissonnantes d'Acacia flava où l'on trouve alors également du Cymbopogon Schoenanthus. Les individus d'Acacia flava se trouvent rarement à l'état isolé

\* Nous reprenons ici le terme expressif utilisé par l'Institut géographique pour dénommer ces zones qui, sur photo aérienne, donnent une trame caractéristique sans lui attribuer pour autant le sens que le terme "brousse" peut avoir chez certains phytogéographes.

dans la strate herbacée. Les peuplements d'Aristida funiculata sont très fugaces : tandis qu'au début de la saison des pluies ils se présentent comme gazon dru d'un vert tendre, dès que la saison s'avance, la graminée monte en graine et se dessèche. Le cycle végétatif très court de cette Aristidacée semble indépendant de l'humidité dont elle peut disposer après la floraison.

Sur un palier de la falaise, nous avons pu observer, le long d'une batha sableuse, des galeries ripicoles d'Andropogon Gayanus mélangées de fourrés. Dans le relevé ci-après nous reproduisons la composition floristique de ce type phisionomique panaché.

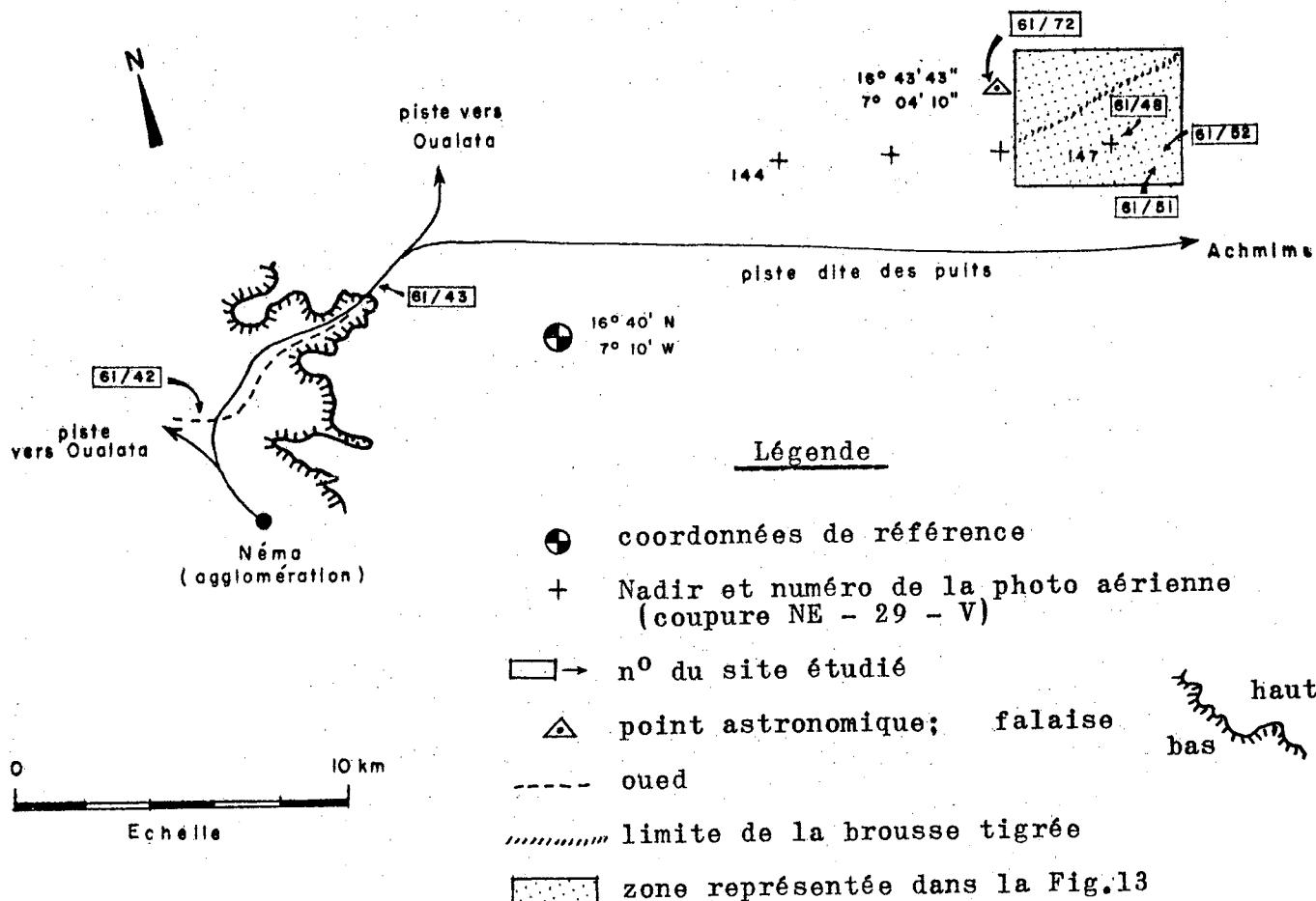


Fig.12 Localisation des sites étudiés dans la région de Néma.

61/42

Les strates herbacées annuelles basse et haute ne s'interpénètrent pas.\* Dans des éboulis rocheux de la falaise même, notons des buissonnages d'Euphorbia balsamifera.

Numéro du relevé : 61/42

type : panaché

STRATES HERBACÉES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Cienfuegasia digitata</i> <i>Requienia obcordata</i> <i>Tribulus terrestris</i>	v. <i>Aristida papposa</i>	v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	v. <i>Andropogon Gayanus</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m.
	<i>Commiphora africana</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Dicrostachys glomerata</i> <i>Grewia bicolor</i>	<i>Commiphora africana</i>	

61/43 : plateau en bordure de la falaise

La bordure du plateau aux abords immédiats de la falaise comporte un recouvrement sableux sur lequel se développe une prairie éphémère buissonnante; les buissons se groupent parfois en fourrés dans lesquels la prairie s'éclaircit (élimination des espèces les plus héliophiles ?), ou bien disparaît totalement. Parfois on trouve des clairières de plusieurs dizaines d'hectares où la strate ligneuse fait totalement défaut. Dans ces clairières, la strate herbacée est dense à éléments tous plus ou moins jointifs (particulièrement le Cenchrus biflorus et le Schmidtia pappophoroides). Une coupe sur 4 m<sup>2</sup> (stade de floraison des graminées) indique la production suivante : 5.500 Kg/ha. matière verte (contenant 30 % de matière sèche : 1.650 Kg/ha.).

Ce paysage, toutefois, ne s'étend que sur le liseré de la falaise et de façon discontinue. Son apparition dépend vraisemblablement de la présence d'un bourrelet sableux. Vers l'intérieur du plateau, il fait place à des fourrés denses (Commiphora, Grewia, Pterocarpus, etc.), alternant avec des plages de savane herbacée à Andropogon Gayanus et des surfaces complètement dépourvues de végétation, le plus souvent gravillonnaires.

\* La disposition des deux strates est identique à celle qui est représentée dans la coupe du ravin de l'Oued Initi, site 61/65.

Numéro du relevé : 61/43

type : prairie saisonnière  
buissonnante et arbustive et  
types panachés

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Commelinia Forskalei</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Commelinia Forskalei</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Digitaria velutina</i>  v? <i>Digitaria velutina</i> <i>Schmidtia pappophoroides</i>  v. <i>Aristida papposa</i>		
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Commiphora africana</i> <i>Boscia senegensis</i> <i>Euphorbia balsamifera</i>	<i>Commiphora africana</i>	

### Plateau à ondulations dunaires

#### Présentation

Vers l'intérieur du plateau (à l'est de la bordure du Dahr), deux types majeurs de paysages végétaux finissent par se dégager des types mal définis qui en bordure sont disposés chaotiquement :

- une prairie éphémère à strate arbustive, apparemment diffuse, sur ondulations dunaires
- des fourrés disposés en bandes sur des surfaces d'apparence horizontale avec des interbandes plus ou moins dénudées

Dans ce qui suit, nous nous proposons de décrire ces deux paysages et de tenter d'en donner une interprétation.

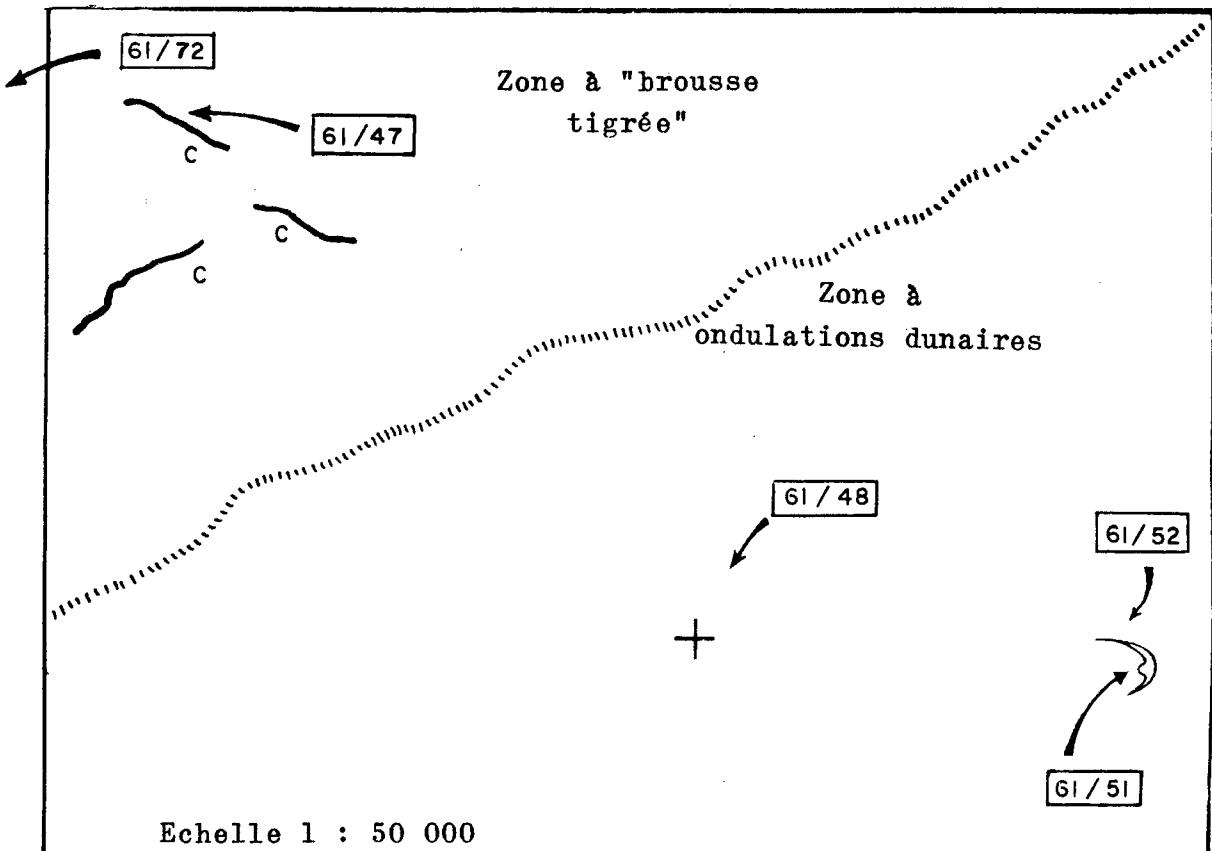
Nous avons, dans ce but, choisi une zone où ces deux types étaient particulièrement bien délimités comme le montre la photo aérienne (fig. 13) qui nous a permis de déterminer l'emplacement du périmètre d'étude. Dans le paysage à ondulations dunaires, les sites ont été centrés autour d'un flanc abrupt et dénudé d'une ondulation (voir tache blanche sur la fig. 13). Ces dénudations sur flancs dunaires généralement complètement fixées, sont en "zone sahélo-saharienne assez fréquentes.

Nous distinguerons les sites suivants :

- |              |                      |                        |
|--------------|----------------------|------------------------|
| <u>61/51</u> | Flanc dunaire dénudé | A la partie supérieure |
|              |                      | B la mi-pente          |
|              |                      | C le fond adjacent     |

Fig.13 Contraste entre les trames photographiques de la brousse tigrée (sites 61/47 et 72) et du paysage à ondulations dunaires (sites 61/48, 51 et 52).

Cliché de l'Institut Géographique National.  
(reproduit avec l'aimable autorisation de l'I.G.N.)



Indications et légende:

- ⊕ Nadir du cliché n° 147 de la coupure NE - 29 - V
- Emplacement précis du site (61/72 emplacement approché).
- C Colature

61/52      Ondulations dunaires      A sommet d'une ondulation  
                  à prairie éphémère      B fond

61/48      Affleurements rocheux dans un creux des ondulations dunaires.

Pour la brousse tigrée, nous présenterons ici des observations sur deux sites, l'un, le 61/72 représenté par des bandes moyennement serrées (50-80 m d'espace entre bandes), l'autre, le 61/47, se trouvant dans la zone de transition



entre bandes et ondulations dunaires.\*

Comme coordonnées de référence, nous prendrons celles du Nadir de la photo reproduite, 16°42'30"N/7°02'40" (NE 29-V-147, fig. 13). Un point astronomique (n° 3) effectué dans le site 61/72 a permis d'en situer la position sur la photo adjacente vers l'ouest.

La pluviométrie correspondant à cette latitude est celle de Néma, soit 270 mm.

#### Ondulations dunaires - Sites 61/51 et 52

##### Observations pédologiques

Situation morphologique = paysage général d'ondulations dunaires fixées, symétriques, à faibles dénivellées (5-10 mètres), axées ENE-WSW (S 61/52). Une reprise d'érosion détermine perpendiculairement à cette direction générale un flanc dunaire partiellement vif à forte pente (S 61/51).

L'étude se propose d'examiner le contraste entre le paysage général et cet accident local.

##### a. Profil S 61/52 A

végétation - prairie éphémère à dominance de Cenchrus biflorus  
strate arbustive à dominance de Commiphora africana.

##### Description - observé humide

0-5 cm D'abord tout à fait superficiellement et sur quelques mm, croûte noircie et un peu cohérente recouverte de sable jaune-rouge délié. Puis horizon brun vif à taches diffuses et trainées plus brunes (observées humides - ces taches ne sont plus visibles en sec).

Certaines trainées sont nettement en relation avec des passages de racines.

Finement sableux.

Structure inobservable - Porosité originelle du sable.

Racines graminéennes fines assez denses.

5-15 Rouge jaunâtre (encore un peu brun); trainées brunes beaucoup moins abondantes.

Finement sableux.

Structure fondu; fragmentation secondaire fragile arrondie. Cohésion faible. Porosité sable. Racines moins denses.

15-60 Rouge-jaune; plus de trainées brunes. Toujours finement sableux. Tous autres caractères analogues. Encore de fines racines.

60-170 Rouge-jaune. Même texture. Sec à l'observation. Structure fondu à débit un peu anguleux. Cohésion faible. Porosité sable.

170 Observé jusqu'à 190. Sable jaune-rouge (assez clair).

\* Ces deux sites se trouvent à l'extérieur du périmètre couvert par la photographie aérienne reproduite ici, mais les flèches indiquent des points où la trame photo est identique à celle des sites étudiés.

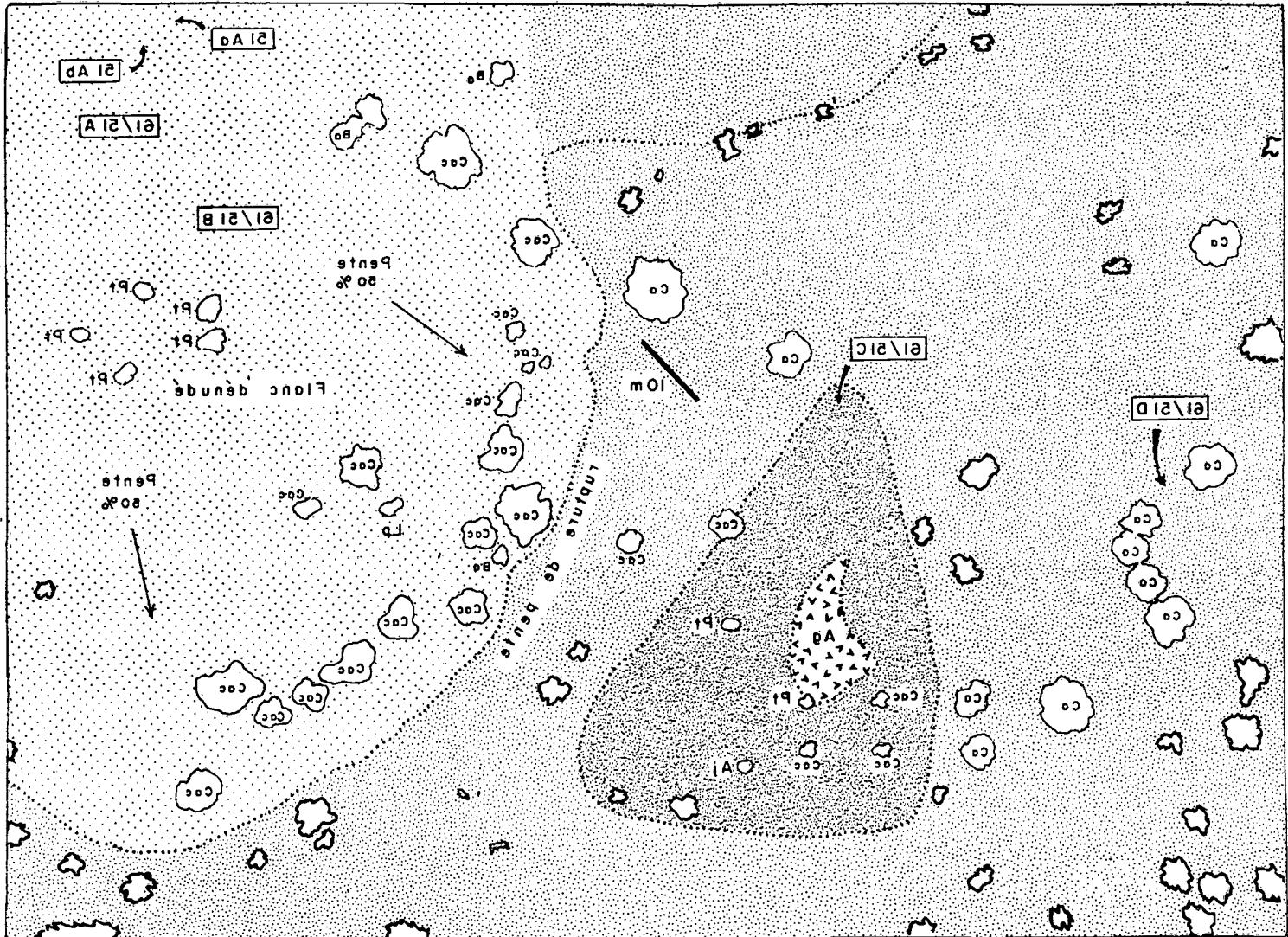


Fig. 14. Photogalvanic series, au J:500<sup>ème</sup> au site à oxygénation dominante du Drift de Nems.

J e g e n b a s e

տեղական գույք

state stepped [redacted]

enriched with

states of same

..... *que se présente*

Ba = Baguette bread

$\text{Ca} = \text{Commissaria affricta}$

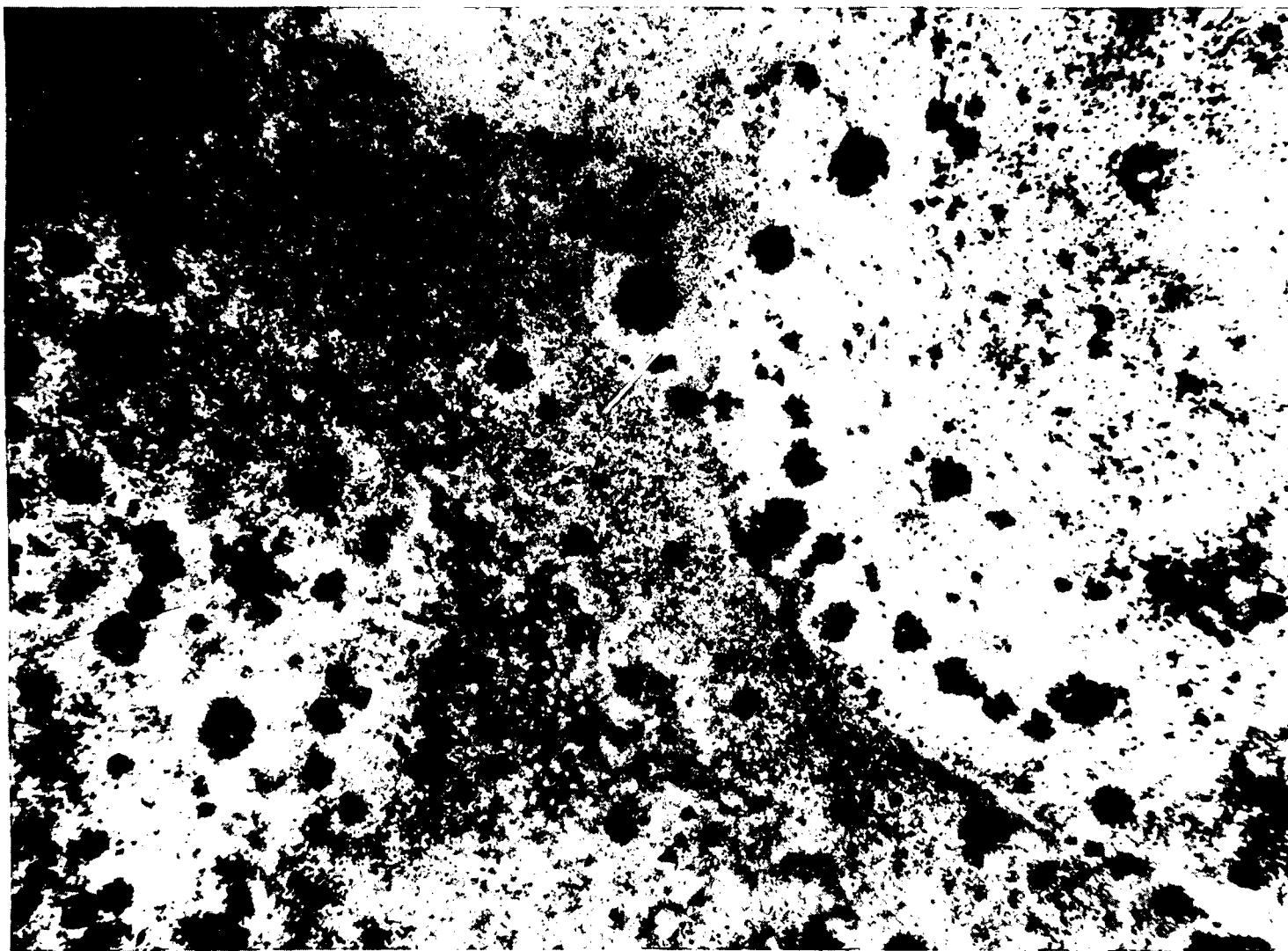
$C_{ac} = \text{Compliance}_{\text{actuator}}$

• **түбігілдік тәсілдер** = тәсілдер

$\text{P}_k = \text{Federación Motocultural}$

античного пододорта А = А

SEARCHES { SEARCH = [A



beige.

1-15 cm Horizon jaune-rouge (avec un peu de beige très lavé) - finement sableux. Quelques traînées et taches brunes diffuses apparentes seulement sur le profil humide.  
Structure fondu à particulaire. Cohésion extrêmement faible. Racines distribuées irrégulièrement; fortes densités locales en relation avec les touffes de Panicum. Porosité originelle du sable augmentée localement par ces fortes densités de racines.

Site n° 61/51

Profil 51Aa - 51Ab

Echantillon n°	51Aa1	51Ab1	51Ab2
Profondeur en cm	0,10	0-10	90-110
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR6/6	7,5YR7/6	7,5YR7/8
humide .....	7,5YR5/6	7,5YR5/6	7,5YR5/6
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	0,11	0,03	0,02
Argile .....	1,5	1,1	1,4
Limon .....	0,0	0,0	0,0
Sables fins .....	89,8	88,6	89,9
Sables grossiers .....	7,4	10,0	6,1
Caractéristiques hydriques .....			
Humidité % p F 3 .....	2,1	2,1	2,2
p F 4,2 .....	0,83	0,77	0,70
Matière organique o/oo .....			
C total .....	0,66	0,16	0,12
N total .....	0,30	0,19	0,18
C/N .....	2,0	0,8	0,7
Matières humifiées totales .....	0,16	0,10	0,11
solubles .....	0,08	0,08	0,08
précipit. ....	0,08	0,02	0,03
Complexe absorbant mEq.% .....			
Ca .....	0,46	0,30	0,52
Mg .....	0,42	0,40	0,60
K .....	0,10	0,04	0,07
Na .....	0,01	0,06	0,07
S .....	1,01	0,80	1,27
T .....		1,18	1,28
V% .....		68	99
pH - pâte .....	6,4	7,0	6,5
- suspension 1/2,5 .....	7,1	7,2	7,6
Test de salinité .....			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	27	24	38
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,03	0,03	0,5

15 observé jusqu'à 190. Sable fin humide jusqu'à 100 puis seulement frais, jaune à jaune-rouge, homogène.

#### Conclusion

Génétiquement c'est le même sol gris subdésertique sur sables éoliens que le profil précédent.

La différence avec ce dernier réside dans un rajeunissement plus poussé par érosion. Le fait est nettement exprimé par le microrelief superficiel; il apparaît moins bien sur le profil surtout humide; la comparaison des couleurs en sec donne une différence de nuance satisfaisante : le profil Aa est légèrement plus sombre en surface, c'est-à-dire un peu plus humifère.

Ce sol passe par érosion aux sols minéraux bruts régosoliques.

#### e. Profil 61/51 C (20 août 1961)

- Centre de la dépression adjacente, à 25 mètres de la rupture de pente correspondant à la dune érodée.

Cette dépression constitue un véritable petit bas-fond.

#### Description

0-2 à variable. Croute complexe nettement individualisée = lamelle  
0-4 cm gris noir, nette, assez cohérente sur les 5 premiers mm, se  
desquamant en écailles; en-dessous sable beige à traînées grises  
à verdâtres stratifiées.  
Texture d'ensemble sableuse; structure à tendance lamellaire,  
cohésion faible à moyenne; consistance cartonneuse; pores de  
type tubulaire.

4-13 Horizon brun (assez clair), finement sableux. Structure fondu  
à nuciforme. Cohésion faible porosité originelle du sable.

13-35 Horizon brun; tout le reste idem.

35-140 Horizon brun (plus foncé) un peu rougeâtre en profondeur; fortement humifère, sableux.  
Structure nuciforme de taille assez grosse (3 cm), bien développée. Cohésion moyenne à faible; porosité de type tubulaire faible.

140-170 Horizon de transition brun plus clair.

170 observé jusqu'à 185. Sable brun très pâle (à jaunâtre) = matériau originel.

#### Conclusion

A partir de 35 cm, on a un profil typique du sol brun subaride, caractérisé par sa couleur homogène brune correspondant à un horizon humifère profond. Ce sol brun est déterminé par un approvisionnement en eau très accru dû à sa situation topographique. On peut le considérer comme intrazonal. On doit interpréter les 35 centimètres superficiels, à couleur plus claire mais brune comme un remblai à relier à l'activité éolienne de la région et plus particulièrement à l'érosion de la dune dominante.

Ce remblai plus récent évolue nettement dans le sens brun subaride.

La croute superficielle, observée dans les précédents profils est ici très bien individualisée et épaisse. Sa présence constante fait penser qu'elle est caractéristique des sols de cette région et son épaisseur plus grande ici dans le sol brun semble indiquer qu'elle joue un grand rôle dans la dynamique de la matière organique. Il s'agit sans doute d'une couche

Site n° 61/51

Profil 51C

Echantillon n°	51C.0	51C.1	51C.2	51C.3	51C.4
Profondeur en cm	0-2	0-13	35-50	110-120	170-185
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR6/4	7,5YR5/4	7,5YR4/4	5YR4/4	10YR7/4
humide .....	10YR4/3	7,5YR4/4	7,5YR4/2	5YR3/4	10YR5/4
Analyse mécanique % Terre fine .....					
Matière organique .....	0,70	0,15	0,20	0,17	0,13
Argile .....	2,5	2,3	4,4	1,1	1,5
Limon .....	2,8	1,6	2,5	0,6	0,3
Sables fins .....	83,1	79,7	74,1	80,2	88,1
Sables grossiers .....	11,6	15,5	18,9	15,4	9,9
Caractéristiques hydriques					
Humidité % p F 3 .....	5,0	3,0	3,1	2,7	1,8
p F 4,2 .....	2,5	0,9	1,1	1,2	0,6
Matière organique o/oo					
C total .....	4,05	0,86	1,2	1,0	0,74
N total .....	0,51	0,28	0,27	0,36	0,27
C/N .....	7,8	3,1	4,3	2,8	2,8
Matières humifiées totales .....	0,83	0,24	0,24	0,35	0,07
solubles .....	0,53	0,12	0,08	0,16	0,04
précipit. ....	0,30	0,12	0,16	0,19	0,03
Complexe absorbant mEq.%					
Ca .....	1,64	1,32	2,30	2,98	0,80
Mg .....	0,90	0,80	1,04	0,76	0,32
K .....	0,25	0,14	0,05	0,04	0,02
Na .....	0,07	0,05	0,13	0,08	0,14
S .....	2,87	2,31	3,52	3,86	1,29
T .....	2,96	2,82	4,24	4,24	2,74
V% .....	97	82	83	92	47
pH - pâte .....	6,9	6,6	7,0	6,5	6,6
- suspension 1/2,5 .....	7,2	7,0	7,3	8,3	8,3
Test de salinité					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	51	37	41	38	45
(extrait aqueux 1/5)					
Cl .....	0	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,17	0,05	0,04	0,09	0,02

organique en décomposition; sa morphologie spéciale peut être mise en relation avec l'activité dominante des champignons dans l'activité biologique de ces sols.

La présence ici d'un remblai de 35 cm - qui s'est sans doute mis en place d'une manière progressive par apports successifs - avec celle d'une croûte strictement limitée à la partie supérieure sans qu'on en retrouve trace dans la masse sous-jacente oblige à conclure que cette morphologie disparaît complètement lors de l'évolution plus poussée des matières organiques.

f. Résultats analytiques comparés des profils du site S 61/51

Les profils 51 Aa et Ab, voisins du sommet, montrent :

- dès la surface, une granulométrie comparable à celle du matériau originel profond observée en 61/52.
- des teneurs en matière organique faibles :
  - pour le sol le moins érodé Aa la teneur de 0,11 % dans 0-10 reste toutefois de l'ordre de celle du sol gris de pente 52A dans 5-15, bien qu'un peu plus faible.
  - pour le sol fortement érodé Ab, la chute est brutale dès la surface.

Le profil de sol brun 51 C, montre une variation de texture analogue à celle des profils du site 61/52 à partir de 35 cm. La partie superficielle 0-35 estimée remblayée à l'observation montre une légère discontinuité dans la texture.

Mais la discontinuité est surtout nette dans les teneurs en matière organique, puisque - mise à part la croûte superficielle relativement très riche - l'horizon 0-13 est moins riche que 35-50. Les C/N traduisent la même discontinuité.

Si maintenant on compare ce sol brun et le sol brun-rouge 52 B, on constate qu'ils diffèrent peu par les valeurs absolues de leur teneur superficielle en matière organique, mais que la pénétration est plus profonde dans le sol brun.

Toutes ces conclusions s'accordent bien avec les faits d'observation. Une particularité est à souligner dans ce sol brun : le pH, tout en restant voisin de la neutralité varie en sens inverse de celui du sol brun-rouge, malgré des taux de saturation comparables. Ce fait peut être relié à son meilleur approvisionnement en eau, sans toutefois passer à une hydromorphie d'engorgement qui n'apparaît pas plus à l'observation que sur l'évolution de la matière organique (humification et C/N).

g. Conclusion sur les sites S 61/51 et 61/52

Dans cette zone à 250 mm de pluie, sur sable éolien à modelé ondulé et sous prairie éphémère à Cenchrus biflorus, le sol zonal apparaît être le sol gris subdésertique.

Par différenciation topographique, on passe facilement à des sols correspondant à des pédoclimats plus humides : brun-rouge puis brun par ordre croissant, ou à des sols au contraire plus secs et moins évolués : sols minéraux bruts régosoliques non climatiques, d'érosion.

La toposéquence sol gris - sol brun-rouge semble être normale et correspondre au modèle d'ensemble. Au contraire la différenciation du sol brun de bas fond et des sols régosoliques d'érosion correspond - d'après les observations d'itinéraires et l'examen des photos aériennes - à un accident local.

Pour tous les sols observés, on a souligné - outre la présence de trainées brunes dans l'horizon humifère observé humide - la présence constante d'une croûte foncée superficielle - d'autant plus épaisse que le sol est plus humifère - hypothétiquement reliée à des couches de fermentation correspondant à une activité mycologique. La stratification de cette croûte correspondrait à une formation de plusieurs années, les dépôts de sable se faisant en saison sèche.

Observations sur la végétation

Entre la prairie éphémère, principale unité phisyonomique du paysage, et la couverture steppique du flanc dénudé, le contraste floristique et phisyonomique est net (voir photo 1). Les éléments steppiques (Aristida pallida et Panicum turgidum) sont distribués sur le flanc dénudé de façon diffuse avec

Numéro du relevé : 61/51 B

type : Steppe buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Commelinis Forskalei</i> <i>Sesamum alatum</i> <i>Colocynthis vulgaris</i> <i>Euphorbia granulata</i> <i>Pistriostylis exilis</i> <i>Indigofera sp (argentea?)</i> <i>Merremia pinnata</i> <i>Mollugo cerviana</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Aristida stipoides</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Commelinis Forskalei</i> <i>Sesamum alatum</i> <i>Alysicarpus ovalifolius</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Dinebra retroflexa</i> <i>Gynandropis gynandra</i> <i>Indigofera diphylla</i> <i>Limeum pterocarpum</i> <i>Polycarpa linearifolia</i> <i>Tephrosia purpurea</i> <i>Trichoneura mollis</i>  v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aerva javanica</i> <i>Aristida pallida</i> <i>Cyperus conglomeratus</i>	a. <i>Aristida stipoides</i> <i>Pennisetum (violaceum?)</i>  v. <i>Panicum turgidum</i>	

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i> <i>Requienia obcordata</i>		

Numéro du relevé : 61/51 D

type : prairie éphémère  
arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Colocynthis vulgaris</i> <i>Commelinis Forskalei</i> <i>Heliotropium strigosum</i> <i>Mollugo cerviana</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Brachiaria Hagerupii</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Chloris virginata</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Indigofera astragalina</i> <i>Indigofera diphylla</i> <i>Latipes senegalensis</i> <i>Polycarpa linearifolia</i> <i>Tragus racemosus</i>	a. <i>Brachiaria Hagerupii</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieurii</i>	

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia Senegal</i> <i>Chrozophora (senegalensis)</i> <i>Combretum aculeatum</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Commiphora africana</i>	

toutefois une certaine concentration dans la partie supérieure de la pente. Cet "accident steppique" est strictement lié à la pente (relevé 61/51 B); sinon le paysage est du type indiqué par le relevé effectué en retrait de cette pente (61/51 D) et dans le site voisin 61/52.\*

La strate ligneuse est buissonnante sur la pente (Combretum aculeatum) et arbustive sur les ondulations avec, dans cette dernière strate, principalement du Commiphora africana, accompagné d'Acacia Senegal et de Balanites aegyptiaca.

D'une surface de 0,88 ha (étudiée sur une photo aérienne au 1:700ème) nous avons extrait les données quantitatives suivantes (site 61/52) :

	Recouvrement des couronnes	Densité individus à l'ha
<u>Commiphora africana</u>	7 %	85
<u>Acacia Senegal</u>	0,3 %	1

Au pied de la dune 61/51C, on trouve, cas très rare - et c'est la seule fois que nous l'ayons rencontré - la juxtaposition des éléments caractéristiques des trois strates herbacées : prairiale (annuelle), steppique et de savane. Leur microlocalisation ici nous apporte des renseignements importants (prière de se reporter à la figure 14).

L'apparition d'éléments de strates steppiques (Aerva javanica, Panicum turgidum) semble liée à la présence d'un remblai ameubli d'origine éoliennes et ces éléments se distribuent dans ses parties les plus hautes.

- l'Andropogon Gayanus (pieds plus ou moins jointifs), élément caractéristique d'une strate de savane est localisé par contre dans les parties basses de cette dépression remblayée qui est la mieux alimentée en eau, et forme un peuplement que n'interpénètrent pas les éléments de la strate steppique.
- la prairie éphémère (D) occupe ici une station édaphiquement moyenne, où le potentiel pluviométrique correspondant à cette latitude trouve la même expression zonale que dans le site 52.

S'il était possible d'exclure les facteurs biotiques (ou au moins de les évaluer) on pourrait parler d'une végétation "climacique". Mais en raison de l'action de ces facteurs, il ne s'agit peut-être que d'un type de péniclimax.

#### Site 61/48 : affleurements de grès

Vers le nord, en direction du paysage à "brousse tigrée", l'ensemble devient peu épais et le grès du Dahr reste par plages découvert. Aux abords de ces dalles affleurantes se développent des fourrés et boqueteaux mixtes où apparaissent en particulier du Grewia bicolor et du Combretum glutinosum, et des éléments herbacés hygrophiles tels le Fimbristylis exilis et le Dactyloctenium (voir relevé 61/48). On y trouve parfois des pieds d'Andropogon Gayanus.

\* Dans le site 61/52, nous avons toutefois trouvé en plus Digitaria velutina, Eragrostis tremula, Monsonia senegalensis et Pennisetum asperifolium, et plus particulièrement dans les creux Andropogon Gayanus par touffes éparse.

Numéro du relevé : 61/48

Type : fourré

STRATES HERBACEES			
Frostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Commelinia Forskalei</i> <i>Pimbristylis exilis</i> <i>Mollugo cerviana</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Chloris virginata</i> <i>Alysicarpus ovalifolius</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Trichoneura mollis</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Chloris virginata</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Frostrée	Puissante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Euphorbia balsamifera</i> <i>Grewia bicolor</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Acacia Raddiana</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Commiphora africana</i>	

### La brousse tigrée (sites 61/47 et 61/72)

#### Cadre physique

L'un et l'autre sites correspondent au Continental intercalaire affleurant ou légèrement ensablé avec un modelé subhorizontal. L'aspect typique du Continental intercalaire affleurant est un reg, encombré de fragments de cuirasse conglomératique. Ces fragments sont fréquemment assez petits (1 à 10 cm); parfois on observe des blocs. La cuirasse a été observée en coupe sur la bordure du Dahr (coordonnées 17°08'701), reposant sur une formation gréso-argileuse bariolée attribuable au Continental intercalaire proprement dit. Toute la zone sub-horizontale considérée correspondrait donc à du Continental intercalaire cuirassé remanié et mis en place par nappes d'épandage.

On peut observer en affleurement :

- ou bien une masse gravillonnaire avec des blocs fréquents
- ou bien un recouvrement assez peu épais (S 61/72) sableux à sablo-argileux ou plus épais (S 61/47) et alors plus sableux en général superposé au précédent.

#### Disposition de la végétation

Vers le nord-ouest après l'apparition de fourrés sur dalles rocheuses (site 61/48), débute la zone de transition entre la prairie éphémère et la "brousse tigrée".

Subsistant sous forme de buttes témoins, la couche sableuse se disloque et découvre le Continental intercalaire se manifestant par des fonds "battants" plus argileux, souvent gravillonnaire d'extension très variable, pouvant s'étendre sur plusieurs centaines de mètres.

Ces fonds sont en général totalement dénudés. Les buttes sont soit colonisées par une prairie éphémère constituée de strates prostrée et basse à Aristida funiculata, Cenchrus biflorus, Chloris pilosa, Digitaria velutina et autres annuelles ou par des fourrés de Combretum aculeatum, Commiphora africana, Pterocarpus lucens souvent bordés de plages d'Andropogon Gayanus.

Au sol ce paysage apparaît désorganisé, fourrés et buttes étant apparemment disposés de façon anarchique. Sur la photo aérienne toutefois se traduit une certaine orientation suivant des lignes préférentielles. La bande sombre marquée C dans la fig. 13 correspond à une colature occupée par un fourré-hallier avec du Commiphora africana et de l'Acacia laeta.

Dans les abords de cette colature, la disposition des strates commence à s'organiser. Des mesures de pentes précises effectuées au théodolite dans des périmètres préalablement photographiés à basse altitude (échelle 1:1000ème) permirent d'établir l'existence d'une certaine relation entre l'allure de la pente et la disposition des plages à strates herbacées et des fourrés. Dans la figure 15 nous avons reproduit les résultats d'un niveling et la coupe correspondante à travers la végétation.

On constate que :

- d'ouest en est la pente générale est de l'ordre de 10 %
- des plages herbacées sont disposées sur cette pente de façon à présenter en amont une plage plus ou moins bien délimitée d'Andropogon Gayanus et en aval un peuplement à strate prairiale éphémère prostrée (Aristida mutabilis et autres). Entre ces plages colonisées, le sol est généralement complètement dénudé. On remarquera en outre que ces plages se placent aux points de rupture de pente. Les surfaces dénudées portent des traces de ruissellement.
- La disposition des fourrés est moins claire. Toutefois, en se plaçant dans le sens général de la pente on peut admettre la séquence suivante :

plage exempte de toute végétation  
plage d'Andropogon Gayanus

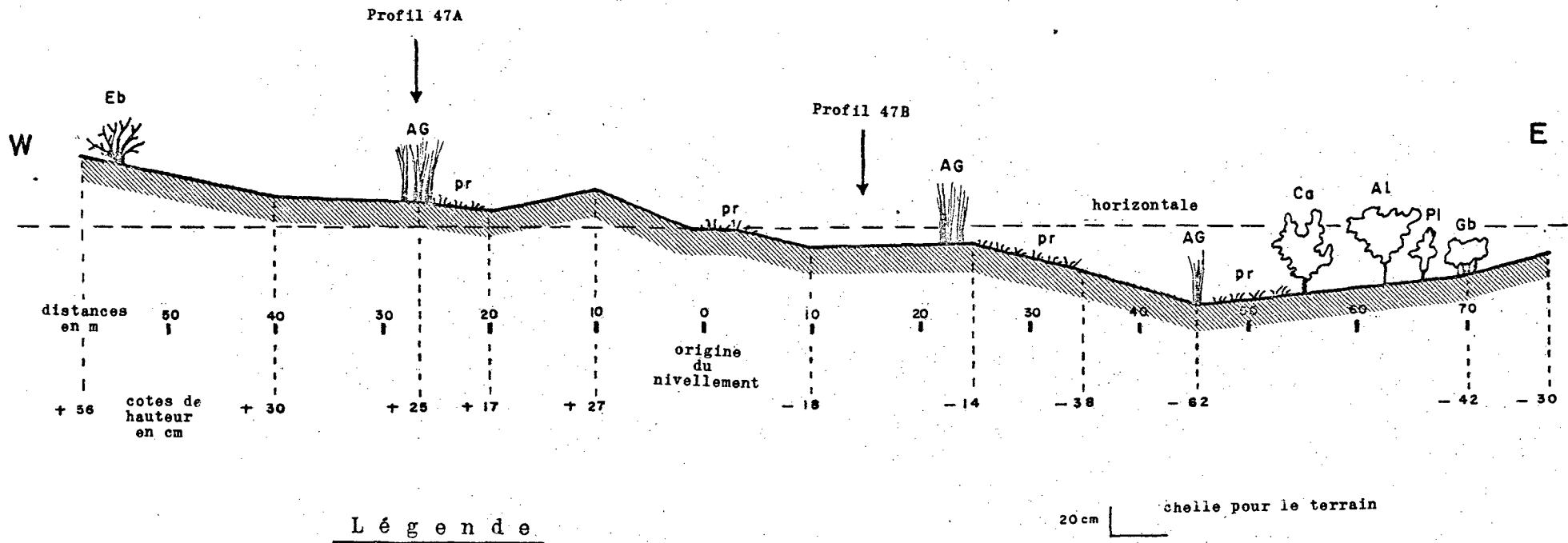
rupture de → plage avec prairie éphémère  
pente.                  fourré  
                          plage exempte de toute végétation, etc.

Cette disposition apparaît toutefois encore comme dénuée de toute régularité. Mais plus au nord, (voir le bord de la photographie aérienne fig. 13), se dégage une trame très nette.

Des bandes de végétation oblongues alternent régulièrement avec des surfaces dénudées. L'espacement entre bandes est variable; en un périmètre circonscrit, il atteint rarement la longueur totale d'une bande. Dans ce qui suit, nous allons chercher à raisonner ce phénomène.

La disposition de la végétation apparaît nettement sur la fig. 16 (photographie aérienne à basse altitude, échelle 1:1000ème). Nous avons fait un niveling aussi précis que possible\* du périmètre d'étude afin de déterminer si cette disposition en bandes était associée à un type de micro-relief.

\* à l'aide d'un théodolite Wild T1A permettant une lecture à 20" d'arc. Toutefois il a s'agit de mesures indirectes de pente (à angle de visée variable) l'erreur maximum résidant dans la détermination des portées (inférieures à 50 m) à l'aide d'un télémètre (erreur  $\pm$  2,5 %).



AG = Andropogon Gayanus      Eb = Euphorbia balsamifera  
 Al = Acacia laeta      Pl = Pterocarpus lucens  
 Bs = Boscia senegalensis      Gb = Grewia bicolor  
 Ca = Commiphora africana      pr = prairie éphémère

échelle pour le terrain

échelle pour la végétation

Les résultats de ce nivellation sont les suivants :

- le périmètre se trouve sur une surface subhorizontale dont la ligne de plus grande pente suit approximativement (à 5° près) un azimut ouest-est
- la pente moyenne est de l'ordre de 3 %.
- d'aval en amont cette pente progresse, non de façon régulière, mais par paliers
- la distribution de la végétation est étroitement associée à celle de ces paliers et, ce, de la manière suivante :

- A. en amont d'un palier on trouve (voir fig. 16 et photo n° 3) : une bande de 50 cm à 1 m de large, monospécifique constituée d'une graminée annuelle de la strate herbacée moyenne : le Pennisetum pedicellatum à individus jointifs avec un très bon développement (hauteur moyenne 50 à 80 cm)
- B. en aval du Pennisetum mais en contact direct avec lui, une bande de profondeur variable (50 cm à plusieurs mètres) d'Andropogon Gayanus (accompagné de quelques éléments herbacés bas) pouvant atteindre 3 à 4 mètres de hauteur.
- C. Suit en aval le palier proprement dit (rupture de la pente générale) comportant une prairie éphémère buissonnante et arbustive avec dans sa partie la plus aval des formations de fourrés à Pterocarpus, Grewia bicolor, etc. (pour la composition floristique et la structure verticale, voir le relevé 61/72C et photo n° 4).

Numéro du relevé : 61/72 C

type : prairie éphémère buissonnante et arbustive et fourrés

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Cenchrus biflorus Evolvulus alsinoides Polycarpaea corymbosa Portulaca sp.  v. Tripogon minimus	a. Cenchrus biflorus Evolvulus alsinoides Polycarpaea corymbosa Aristida mutabilis Elephantis linearifolia Cassia nigricans (Corchorus tridens?) Chloris pilosa Dicoma tomentosa Eragrostis cilianensis Pandiaea heudelotii Panicus laetus Schoenfeldia gracilis Sesamum alatum Sida ovata Sporobolus festivus Tephrosia bracteolata Tephrosia uniflora Zornia gliphylla Zornia glochidiata	Ipomoea carnea	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
Pterocarpus lucens	Acacia Senegal Commiphora africana Pterocarpus lucens Boscia senegalensis Grewia bicolor Ziziphus mauritiana	Acacia laeta Acacia Senegal Commiphora africana Pterocarpus lucens	Acacia laeta

Tandis qu'en amont, la bande de végétation est caractérisée par la formation d'un front de végétation compact et très tranché, en aval les paliers semblent se disloquer en un certain nombre d'amas de végétation ou buttes témoins qui sont plus ou moins isolés de la bande elle-même. Ces buttes (D) comportent soit uniquement des buissons, soit des lambeaux de prairie éphémère. On retrouve ces buttes à l'état isolé entre les bandes sur lesquelles la disposition des éléments B et C suit le schéma précédemment indiqué, avec toutefois absence de la bande frontale de Pennisetum pedicellatum.

Nous ne pouvons pas entrer ici plus dans le détail de la constitution floristique de ces bandes qui offre maints éléments se trouvant en dehors de leur aire courante de distribution.

#### Observations pédologiques

Deux profils ont été observés (voir fig. 15) :

- (A) zone à Andropogon Gayanus
- (B) zone à peu près nue : quelques annuelles disséminées.

#### Profil 61/47B

##### Description

Croûte lisse brune, à consistance cartonneuse, recouverte de sables hétérométriques à grosse proportion de sable grossier.

- |        |   |
|--------|---|
| 0-9 cm | Horizon brun clair, sableux, tassé. Sable assez fin en mélange avec de gros quartz, tous plus ou moins anguleux, parfois un peu émoussés.   |
| 9-40   | Horizon brun rougeâtre assez clair à plages brun rouge plus vif et d'autres plus jaunes.<br>Texture d'ensemble sableuse un peu argileuse, mais mauvaise homogénéisation; les plages jaunes correspondent au sable.<br>Structure polyédrique assez grossière; cohésion moyenne; porosité assez forte : microporosité tubulaire fine plus microporosité d'origine biologique. |
| 40     | Horizon caillouteux, grossièrement graveleux : blocs de cuirasse emballés dans matrice argilo-sableuse rouge-jaune.   |

##### Conclusion

L'horizon superficiel brun clair légèrement humifère conduit à classer ce sol comme peu évolué, de type gris subdésertique sur matériaux complexes.

#### Profil 61/47A

##### Description

- |          |   |
|----------|---|
| 0-0,5 cm | Croûte brune à consistance cartonneuse, litée avec sable beige, un peu soufflée en-dessous de la pellicule superficielle. |
| 0-12     | Horizon brun-jaunâtre clair (apparemment très peu humifère), finement sableux avec gros quartz anguleux ou subanguleux.   |

Site n° 61/47

Profil 47B et A

Echantillon n°	47B1	47B2	47A1	47A2
Profondeur en cm	0-9	20-30	0-10	25-45
Refus 2mm% Terre totale	0,2	0,2	0,4	1,0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR6/3	5YR6/5	10YR6,5/4	5YR6/5
humide .....	7,5YR5/4	5YR5/6	7,5YR5/4	5YR5/6
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,10	0,13	0,37	0,20
Argile .....	5,5	9,9	3,3	11,8
Limon .....	5,1	4,4	5,9	5,2
Sables fins .....	69,0	61,7	70,0	62,3
Sables grossiers .....	20,2	22,7	20,8	19,9
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	4,1	5,4	4,8	6,6
p F 4,2 .....	1,6	2,5	1,5	3,1
Matière organique o/oo				
C total .....	0,59	0,74	2,18	1,13
N total .....	0,48	0,42	0,61	0,60
C/N .....	1	2	4	2
Matières humifiées totales .....	0,43	0,30	0,64	0,82
solubles .....	0,24	0,28	0,56	0,76
précipit. ....	0,19	0,02	0,08	0,06
Complexe absorbant mEq.%				
Ca .....	1,18	1,24	0,66	0,76
Mg .....	0,48	0,84	0,62	1,02
K .....	0,28	0,13	0,19	0,14
Na .....	0,12	0,17	0,17	0,10
S .....	2,96	2,39	1,65	2,02
T .....	2,00	2,70	1,98	2,76
V% .....	8	89	83	71
pH - pâte .....	7,4	6,7	6,4	5,8
- suspension 1/2,5 .....	8,0	7,3	6,6	6,4
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	32	43	27	17
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,04	0,04	0,07	0,05

Structure fondu donnant des éclats anguleux vaguement polyédriques - cohésion moyenne - porosité moyenne fine. Nombreuses racines fines explorant bien la masse.

12-50 cm Brun rougeâtre clair à plages franchement brun rouge et d'autres jaunes plus ou moins disposées suivant des surfaces de séparations des agrégats. Ces plages jaunes correspondent à une texture plus sableuse (comme dans le profil B). Au contraire, les plages brunâtres correspondent à des cimentations argileuses.

Texture d'ensemble sableuse un peu argileuse. Mieux structuré que l'horizon superficiel; type polyédrique pas très bien défini, de taille moyenne; cohésion moyenne; microporosité assez forte à forte, finement tubulaire plus microporosité biologique. Racines nombreuses.

50 cm Horizon caillouteux identique au niveau profond du profil B.

#### Conclusion

Même type de sol, peut-être légèrement plus humifère. Il se différencie du précédent principalement par une différence de profondeur des niveaux, un peu plus épais ici, mais restant de même nature. Ces différences de profondeur sont d'ailleurs relativement faibles.

Une seconde différence plus importante réside dans le tassement superficiel de B lié à la battance du sol par la pluie en l'absence de végétation, et dans la porosité plus forte en A à tous niveaux, liée à la présence de végétation.

#### Résultats analytiques

La discontinuité observée vers 10 cm dans l'un et l'autre profil se traduit bien dans la texture.

Les deux sols sont très analogues, sauf pour les teneurs en matière organique fortement affectées par la présence de végétation.

Le taux relativement élevé de 47B2 (0,13 %) par rapport à la surface (0,10 %) doit être interprété en fonction de la texture plus argileuse en profondeur. L'une et l'autre de ces valeurs sont très faibles. La teneur élevée de 47A1 (0,37%) correspond à un C/N faible (=5) indiquant une matière organique bien évoluée. La tendance nette à l'acidification de ce profil correspondrait à une légère désaturation sinon à un engorgement très temporaire.

#### Site 61/72

##### Profils 72 Ea : Zone dénudée - Reg à éléments peu grossiers

###### Situation (voir localisation fig. 16)

- Partie de zone dénudée représentant un très léger bombement à courbure très douce; surface micro mammelonnée, parsemée de nombreux gravillons ferrugineux et quartz émuossés ne dépassant pas 4 mm. En-dessous de cet épandage non totalement couvrant, on observe une croûte lissée (battance, érosion pluviale); par place les éléments grossiers peuvent s'incruster plus ou moins profondément dans le sol sous-jacent.
- Ces plages surélevées peuvent être limitées à leur bord par un abrupt ne dépassant pas 2 à 5 cm et leur surface peut présenter des chenaux d'érosion atteignant 25 cm de large et 3 à 5 cm de profondeur, à abrupts nets. Ces formes de microrelief correspondent typiquement à une érosion en nappe progressant par sapement de microberges.

###### Description (7 septembre 1961)

0-0,2 cm Croûte brun clair, maintenue par une sorte de feutrage filamenteux assez résistant, bien que déformable comme un carton distendu.

0,2-4 Horizon brun un peu vif, sableux hétérogène : plages plus

jaunes et plus grossières. Gros quartz anguleux dans la fraction sable. Structure assez grossièrement feuilletée, cohésion moyenne.

Porosité de type alvéo-tubulaire assez fine, moyenne; à la partie supérieure, au contact de la croûte sus-jacente, on observe un petit niveau très poreux, soufflé, grossièrement spongieux (pores > 1 mm).

Site n° 61/72

Profil 72Ea

Echantillon n°	72Ea.01	72Ea.01	72Ea.1	72Ea.2	72Ea.3
Profondeur en cm	0-0,2	0-0,2	0,5-4	10-20	30-40
Refus 2mm% Terre totale	2,0	4,0	0,6	2,5	69
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR6/4	7,5YR7/4	7,5YR6/5	5YR6/4	5YR5,5/6
humide .....	7,5YR5/6	7,5YR6/5	7,5YR5/6	5YR5/4	5YR4/8
Analyse mécanique % Terre fine					
Matière organique .....	0,49	0,14	0,03	0,04	0,11
Argile .....	5,6	2,5	12,4	13,4	31,3
Limon .....	7,5	2,0	8,9	10,4	7,8
Sables fins .....	62,7	44,7	52,3	59,3	43,0
Sables grossiers .....	24,1	50,3	16,3	16,9	16,7
Caractéristiques hydriques					
Humidité % p F 3 .....	7,01	3,5	8,3	8,7	12,2
p F 4,2 .....	2,7	1,8	3,9	4,2	7,6
Matière organique o/oo					
C total .....	2,85	0,98	0,16	0,23	0,62
N total .....	0,60	0,33	0,28	0,31	0,29
C/N .....	4,8	3,0	0,5	0,7	2,1
Matières humifiées totales .....	0,55	0,36	0,32	0,27	0,81
solubles .....	0,48	0,32	0,24	0,24	0,76
précipit. ....	0,07	0,04	0,08	0,03	0,05
Complexe absorbant mEq.%					
Ca .....	1,48	0,68	1,52	1,36	1,84
Mg .....	0,90	0,44	0,94	1,06	2,26
K .....	0,23	0,11	0,28	0,29	0,21
Na .....	0,14	0,08	0,12	0,14	0,19
S .....	2,76	1,32	3,06	2,86	4,51
T .....	3,32	1,98	4,00	3,74	5,94
V% .....	83	67	77	77	76
pH - pâte .....	6,3	6,9	7,1	6,5	6,1
- suspension 1/2,5 .....	6,8	7,0	7,4	7,0	6,4
Test de salinité					
Conduct. CE 25° mhos 10 <sup>-6</sup> /cm .....	47	45	41	57	224
(extrait aqueux 1/5)					
Cl .....	1	1	0	0	1
SO <sub>4</sub> .....	0	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	7	7	7	7	7

4-20 cm Horizon brun rougeâtre clair, un peu irrégulier (ombres); sableux à sablo-argileux avec une forte proportion de quartz anguleux grossiers dans la fraction sable et quelques quartz également anguleux et petits gravillons pouvant atteindre 4 mm.

Horizon durci et un peu massif; structure de type polyédrique grossière; cohésion forte à très forte; micro porosité de type plutôt alvéolaire, forte. En plus, porosité tubulaire grossière (1 à 2 mm) assez forte, en liaison avec activité biologique animale.

20 observé jusqu'à 50 - Horizon très fortement et très grossièrement graveleux (blocs de cuirasse conglomératique, cimentant des petits quartz, atteignant jusqu'à 8 cm, mammelonnés extérieurement mais massifs). Liant argilo-sableux rouge-jaune, finement poreux, à cohésion faible.

Prélèvements 72 Ea OI - 0-0,2 = partie à croûte superficielle battante

72 Ea OII- 0-0,2 = partie à recouvrement d'éléments grossiers (à côté)

72 Ea 1 - 0,5-4 cm

72 Ea 2 - 10-20 cm

72 Ea 3 - 30-40 cm

Résultats p. 42

### Conclusion

On ne note pas d'horizon humifère bien différencié. D'où sol minéral brut sur produits d'apports anciens complexes. Aux échelons plus détaillés de la classification, il s'agit d'un reg, c'est-à-dire d'un sol climatique "du désert".

Ce sol est marqué superficiellement par une érosion hydrique intense :

- érosion pluviale avec classement granulométrique des particules fines : glaçage superficiel reposant sur une couche spongieuse non tassée plus sableuse.
- érosion en nappe décrite avant le profil.

Le paradoxe n'est qu'apparent de classer ce sol érodé par l'eau en sol désertique. La forme d'érosion pluviale - liée à l'absence de couverture végétale - est en effet elle-même climatique.

Noter que la discontinuité observée à 4 cm de profondeur avec un horizon durci et un peu massif en-dessous est très défavorable à la pénétration de l'eau et à l'évolution du sol.

Profil 72 Eb : Zone dénudée - Reg à éléments plus grossiers

- proximité du profil précédent (quelques mètres)

- aspect superficiel

épandage dense de graviers de quartz et gravillons émoussés ou plus ou moins arrondis (très irréguliers) - Par places, gros débris de formes très variables pouvant atteindre 5 cm.

Mélangé à ces éléments grossiers et reposant sur la surface du sol, on a aussi une fraction sableuse très hétérométrique, contenant des quartz de toutes tailles et toutes formes, en général anguleux, mais plus ou moins usés.

### Description (7 septembre 1961)

0-0,2 cm Petite croûte brun clair de 2-3 mm d'épaisseur constituée par une pellicule (d'épaisseur négligeable) superficielle, puis masse soufflée et alvéolaire en-dessous; sableuse dans son ensemble.

0,2 à 5

Horizon brun rougeâtre clair, pas très homogène, sablo-argileux. Structure polyédrique avec tendance à la disposition horizontale plus ou moins lamellaire en surface. Cohésion forte à très forte. Porosité forte tubulaire et alvéolaire, plus macroporosité biologique.

5 observé jusqu'à 40 - Horizon grossièrement graveleux; matrice argileuse rouge-jaune.

Site n° 61/72

Profil 72Eb

Echantillon n°	72Eb.01	72Eb.01	72Eb.1	72Eb.2
Profondeur en cm	0-0,2	0-2	0-4	20-35
Refus 2mm% Terre totale	45	11	5,0	82
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR6/4	7,5YR6,5/4	5YR6/4	5YR5,6/6
humide .....	7,5YR5/4	7,5YR5,5/4	5YR5/4	5YR4/6
Analyse mécanique % Terre fine .....				
Matière organique .....	0,05	0,02	0,09	0,26
Argile .....	2,4	2,3	19,6	45,9
Limon .....	5,6	5,9	6,4	6,0
Sables fins .....	4,92	52,0	52,4	29,3
Sables grossiers .....	42,5	39,8	18,9	18,7
Caractéristiques hydriques .....				
Humidité % p F 3 .....	3,7	3,9	9,8	10,1
p F 4,2 .....	1,8	1,6	5,6	11,0
Matière organique o/oo .....				
C total .....	0,31	0,12	0,55	1,48
N total .....	0,07	0,08	0,24	1,11
C/N .....	4,4	1,5	2,3	1,0
Matières humifiées totales .....	0,29	0,25	0,64	0,69
solubles .....	0,16	0,20	0,52	0,64
précipit. ....	0,13	0,05	0,12	0,05
Complexe absorbant mèg.% .....				
Ca .....	0,62	0,64	2,10	3,12
Mg .....	0,34	0,34	1,30	2,56
K .....	0,08	0,10	0,50	0,10
Na .....	0,12	0,10	0,17	0,16
S .....	1,16	1,19	4,97	5,24
T .....	2,00	1,92	4,84	8,00
V% .....	58	62	84	74
pH - pâte .....	7,3	7,2	6,7	-
- suspension 1/2,5 .....	7,4	7,3	7,0	6,2
Test de salinité .....				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	-	-	-	-
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	2	2
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,17	0,20	0,15	0,19

N.B. : Variation locale de la couche superficielle.

Dans la même zone, on peut observer à proximité des plages où,  
- sous la petite pellicule feuilletée, d'aspect feutré, brun à  
brun verdâtre parfois - le niveau spongieux, grossièrement  
alvéolaire peut atteindre 3 cm d'épaisseur = masse soufflée  
s'effondrant à la moindre charge.

Prélèvements : 72 EbOI - 0-0,2 cm surface caillouteuse.

72 EbOII - 0-0,2 cm niveau spongieux prélevé à côté  
cf. N.B.

72 Ebl - 0-4

72 Eb2 - 20-35

Résultats p.63

#### Conclusion

Même type de sol que le précédent, mais moins épais, puisque l'horizon graveleux est à 5 cm au lieu de 20. On a donc presque affaire à un sol lithosolique.

Cette réduction d'épaisseur correspond à :

- l'absence du remblai sableux brun un peu vif de 0-4 présent dans 72 Ea
- la réduction de l'horizon brun rougeâtre clair sablo-argileux (4-20 dans 72 Ea et 0-5 dans 72 Eb).

On passe donc facilement de l'un à l'autre profil par variation latérale des produits d'apports.

#### Résultats analytiques comparés des profils en zone dénudée (tableaux p. 61 et 63)

On constate que pour 72 Ea, les éléments du recouvrement grossier sont pour la plupart inférieurs à 2 mm, puisqu'ils affectent peu le refus au tamisage, mais la fraction sables grossiers. Par contre, la différence est nette pour les éléments grossiers superficiels avec le profil 72 Eb. Enfin le prélèvement de la croûte lissée battante en 72 Ea montre un accroissement net en argile et surtout en limon et sables fins. Les analyses montrent que la discontinuité observée à 4 cm dans 72 Ea est plus structurale que texturale; mais dans l'ensemble la correspondance entre horizons des deux profils évoqués plus haut reste bonne.

La teneur de la terre fine en argile de l'horizon graveleux semble augmenter avec la profondeur, tandis que la proportion d'éléments grossiers par rapport à la terre totale augmente parallèlement (cf. 72 Eb2 prélevé relativement plus profond dans cet horizon que 72 Ea3). Les teneurs en matière organique sont toutes extrêmement faibles - sauf les prélevements 0-0,2 sans doute enrichis d'apport sous forme de poussières et de débris - et confirment la conclusion de sols minéraux bruts.

Dans les horizons superficiels proprement dits (c'est-à-dire sans tenir compte des prélevements tout à fait superficiels de croûte), les coefficients de saturation varient entre 75 et 85 %. Les pH montrent une nette tendance à l'acidification en profondeur dans l'horizon graveleux. Noter que dans les horizons profonds argileux, les capacités d'échanges restent faibles, de l'ordre de 18 meq/100g d'argile.

Le Continental intercalaire, produit d'une altération ancienne ferrugineuse, ne peut guère avoir de fraction argileuse que Kaolinitique et le fait est normal.

Profil 72 B : dans la bande de végétation; sous Andropogon Gayanus.

Site n° 61/72

Profil 72B

Echantillon n°	72B1	72B2
Profondeur en cm	0-6	20-30
Refus 2mm% Terre totale	24	82
Couleur Munsell Terre fine		
sec .....	7,5YR6/4	5YR5,5/6
humide .....	7,5YR.....	5YR5/6.....
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	0,93	0,45
Argile .....	9,9	37,5
Limon .....	10,4	7,0
Sables fins .....	60,5	36,1
Sables grossiers .....	19,1	18,9
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	9,7	14,2
p F 4,2 .....	4,04	2,8
Matière organique o/oo		
C total .....	5,38	2,61
N total .....	0,52	0,35
C/N .....	10,3	7,2
Matières humifiées totales .....	1,15	1,17
solubles .....	0,80	1,00
précipit. ....	0,35	0,17
Complexe absorbant meq.%		
Ca .....	1,60	1,74
Mg .....	1,06	1,78
K .....	0,48	0,26
Na .....	0,25	0,12
S .....	3,40	3,92
T .....	4,00	4,20
V% .....	85	54
pH - pâte .....	6,7	5,0
- suspension 1/2,5 .....	7,0	5,2
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	157	17
(extrait aqueux 1/5)		
Cl .....	2	0
SO4 .....	0	0
Gypse .....		
Calcaire total % .....	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,13	0,14

#### Description

Croûte superficielle brun jaune un peu verdâtre, consistance cartonneuse avec débris végétaux bruts collés dessus ou légèrement incrustés dedans.

0-3 cm     Horizon brun, sableux, un peu argileux. En même temps, un peu humifère et surtout riche en débris végétaux et racines à humidification peu évoluée ou en cours d'évolution,

formant un lacis et donnant un ensemble mal mélangé à la matière minérale, très poreux (grossièrement); structure fibreuse; cohésion moyenne; activité biologique intense : pores et galeries nombreux.

3-6 cm Brun rouge avec traînées plus brunes mal individualisées, sableux à sablo-argileux.  
Encore des éléments organiques et des racines mal décomposés, mais moins abondants. Structure à tendance polyédrique, cohésion forte à très forte. Forte micro-porosité (tubulaire et alvéolaire) doublée d'une forte macroporosité biologique:

6 observé jusqu'à 60 cm - Horizon fortement et grossièrement graveleux (blocs de cuirasse) dans une matrice argilo-sableuse rouge jaune, poreuse, à cohésion faible.

Prélèvements : 72 Bl - 0-6 cm  
72 B2 - 20-30 cm  
Résultats p.65

#### Conclusion

On retrouve le substrat caillouteux à 6 cm de profondeur. La partie supérieure montre un horizon de litière net organo-minéral surmontant un horizon humifère défini, mais discret (brun-rouge). Ces deux caractères font conclure à un ranker humifère, sur produits d'apports anciens complexes, sol évidemment intrazonal.

#### Résultats analytiques

La granulométrie comparée à celle de 72 Eb montre une superposition analogue des matériaux. Toutefois, on observe pour ce profil un taux d'éléments fins très nettement supérieur dans l'horizon 0-6. Il s'agit sans doute d'un apport oblique (cf. pente et ruissellement). Les teneurs en matière organique sont élevées : près de 1 % dans 0-6 et près de 0,5 % encore pour 20-30.

Les C/N (10 en surface et 7 en profondeur) sont relativement élevés pour le contexte climatique. Ils sont évidemment liés à l'abondance exceptionnelle des apports végétaux, mais traduisent tout de même une minéralisation peu intense. Tout ceci appuie la définition d'un ranker humifère sous-entendant une matière organique pas très évoluée.

La bande de végétation capte évidemment l'eau qui ruisselle et le profil correspond à un pédoclimat local très humide. On peut invoquer un certain lessivage pour expliquer la faible saturation en profondeur (54 %) et le pH plus nettement acide que dans les profils en zone dénudée.

#### Profils 72 Ca et Cb (voir localisation fig. 16)

##### Profil 72 Ca

###### Description

Croûte lissée, pellicule brun jaunâtre clair (tendance verdâtre) en surface, cartonneuse, quelques graviers et gravillons par dessus.

0-2 cm Horizon brun clair à brun jaune, sablo-argileux; structure mal définie, vague tendance grumeleuse à polyédrique; cohésion faible; porosité forte (micro et surtout macro). Nombreuses racines.

2-10 cm Horizon rouge jaune, sablo-argileux. Plus massif et durci, structure à tendance lamellaire puis polyédrique; cohésion forte; forte porosité; activité biologique intense.

10 Horizon graveleux déjà décrit.

Prélèvements : 72 Ca 0 - 0-0,5 croûte superficielle  
72 Ca 1 - 0-10  
Résultats p. 68

#### Conclusion

Même type de dépôt que le profil 72B situé sous Andropogon. Recouvrement sablo-argileux légèrement plus épais mais très peu évolué. L'évolution est réduite à une croûte organo-minérale et à un petit horizon brun de 0-2. Ce sol fait le passage du Ranker humifère (72B) aux sols minéraux bruts lithosoliques (type 72 Eb).

#### Profil 72 Cb

##### Description

Croûte superficielle, brun jaune, lissée avec épandage de quartz et gravillons ferrugineux.

0-14 cm Horizon brun clair; sableux.  
Structure fondu à tendance nuciforme un peu anguleuse; cohésion faible. Porosité assez faible. Quelques racines.

14-25 Horizon brun-rouge à rouge jaunâtre, sablo-argileux.  
Structure à tendance lamellaire puis polyédrique vers le bas; cohésion forte; très poreux.

25 Horizon graveleux.

Prélèvements : 72 Cb 1 - 0-10  
72 Cb 2 - 15-25  
Résultats p. 68

#### Conclusion

Sol nettement plus profond à recouvrement complexe. Au point de vue dépôt, ce sol correspond au sol 72 Ca, avec un recouvrement sableux - plus récent - de 14 cm. Il est intéressant de noter la couleur brun clair de ce recouvrement et la légère pénétration humifère en-dessous. Passage aux sols gris subdésertiques (lithosoliques). Ce passage s'interpénètre par la variation de texture et la présence de végétation.

#### Résultats analytiques

Les variations texturales confirment les conclusions relatives aux différents recouvrements.

Par contre, les chiffres de matière organique ne confirment guère les faits d'observations, mais il est connu que le taux de matière organique suit dans sa variation celui de l'argile et qu'il faut des quantités de matières organiques bien supérieures pour qu'elles s'expriment morphologiquement sur un matériau plus argileux.

Site n° 61/72

Profil 72Ca-Cb-D

Echantillon n°	72 Ca		72 Cb		72 D
	72Ca.0	72Ca.1	72Cb.1	72Cb.2	72D.1
Profondeur en cm	0-0,5	0-10	0-10	15-25	0-10
Refus 2mm% Terre totale	1,5	7,0	0,9	1,0	0,9
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR6/4	5YR6/4	7,5YR6/4	5YR5/5	7,5YR7/4
humide .....	7,5YR5/4	5YR4,5/4	7,5YR5/6	5YR4/6	7,5YR5/6
Analyse mécanique % Terre fine .....					
Matière organique .....	1,45	0,65	0,23	0,44	0,24
Argile .....	5,1	17,5	4,9	23,0	3,3
Limon .....	4,8	11,1	2,0	8,0	2,8
Sables fins .....	62,2	55,3	68,7	49,1	73,7
Sables grossiers .....	27,0	15,8	23,7	19,9	13,8
Caractéristiques hydriques .....					
Humidité % p F 3 .....	9,4	11,0	3,8	11,5	3,6
p F 4,2 .....	4,1	6,2	1,8	6,9	1,4
Matière organique o/oo .....					
C total .....	8,42	3,78	1,33	2,54	1,37
N total .....	1,56	0,84	0,68	0,70	0,47
C/N .....	5,4	4,5	2	4	3
Matières humifiées totales .....	4,0	0,91	0,47	0,70	0,83
solubles .....	3,40	0,64	0,40	0,60	0,76
précipit. ....	0,60	0,27	0,07	0,10	0,07
Complexe absorbant mEq.% .....					
Ca .....	2,26	2,30	0,60	2,14	0,44
Mg .....	1,10	1,14	0,88	1,41	0,56
K .....	0,57	0,53	0,07	0,47	0,18
Na .....	0,13	0,12	0,02	0,15	0,16
S .....	4,06	4,09	1,57	4,18	1,35
T .....	3,80	4,80		4,66	1,66
V% .....	8	85		90	82
pH - pâte .....		6,7	6,0	6,4	6,3
- suspension 1/2,5 .....	7,3	7,3	6,3	7,0	6,3
Test de salinité .....					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	205	48	20	59	19
(extrait aqueux 1/5) .....					
Cl .....	1	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,29	0,16	0,17	0,13	0,02

Profil 72 D - Butte sableuse sous un *Boscia senegalensis*.

#### Description

0-20 cm      Horizon brun rosé, sableux (mélange sable fin et gros quartz anguleux)

Structure fondu à particulaire.

20-30      Horizon rouge jaunâtre, sablo-argileux passant à 30 à

l'horizon caillouteux déjà trouvé dans tous les autres profils.

### Conclusion

Même type de sol que le 72 Cb.

Les analyses (p. 68) confirment l'analogie de la nature des recouvrements superficiels et de leur évolution.

### Interprétation générale du site 61/72

Au point de vue pédologique, on note les relations suivantes complexes entre sols, végétation et matériau.

- Sur sable : végétation existante - sol peu évolué à rattacher au type gris subdésertique.
- Sur reg et matériau plus argileux : végétation absente - sol minéral brut.

Le sol sous Andropogon constitue l'exception : masse végétale exceptionnelle et approvisionnement en eau privilégié conduisent à un sol intrazonal, peu évolué encore, mais humifère.

Si on considère en même temps la coupe topographique et toutes les observations effectuées on peut donner les schémas d'interprétation suivants (fig. 17) :

#### 1°) Organisation des dépôts

Continental intercalaire gravillonnaire surmonté d'un niveau sablo-argileux peu épais suivant une surface plane ou très légèrement ondulée pendant très faiblement vers l'E.-NE (3-3,5 °/oo).

Recouvrement sableux d'apport ou de remaniement local éolien constitué en placages ou en buttes captées par la végétation.

#### 2°) Action combinée de l'eau, du vent et de la végétation.

Le sable, même en placages peu épais, constitue dans cette zone climatique le milieu le plus favorable à la colonisation de la végétation (cf. nombreuses descriptions de plages dans la suite de ce rapport) de par sa meilleure perméabilité et la pénétration totale des eaux de pluie dans la masse. Ceci explique les parties aval des bandes. Le reg constitue des surfaces de ruissellement très défavorables à l'installation de la végétation en milieu très sec.

Pourtant l'Andropogon, espèce la plus exigeante en eau, s'installe sur le reg et dans les endroits où le gravillon est à moins de 10-15 cm d'épaisseur (de nombreux sondages ont montré que le fait est général).

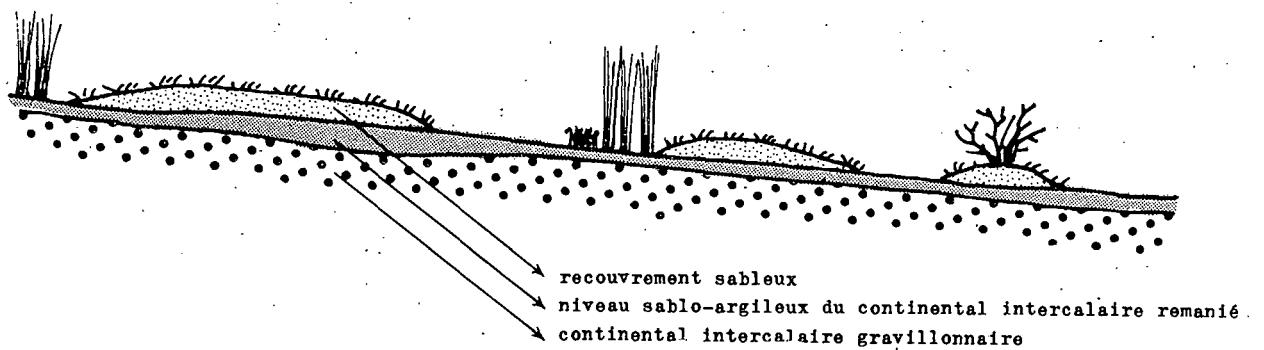
Dans la mesure où on suppose l'Andropogon existant, les phénomènes de ruissellement superficiel (a, schéma 2, fig. 17) ou interne (b) expliquent son très bon approvisionnement en eau, d'autant plus que le sol sous Andropogon est très poreux. Enfin, l'horizon gravillonnaire semble jouer le rôle de niveau magasin.

On peut considérer que :

- l'apport oblique en amont de matériaux fins par l'eau semble peu important
- l'apport éolien en aval semble être le phénomène le plus probable; dans la mesure où le reg est stable et où il n'y a pas d'apport éolien extérieur, il n'y aurait pas d'évolution; au contraire si un apport éolien existe l'ensablement gagne par l'aval.

Toutes ces considérations n'expliquent pas la génèse des bandes mais permettent d'avancer des hypothèses sur leur évolution possible et leur formation.

(1) Organisation des dépôts.



(2) Action combinée de l'eau ( $\downarrow \rightarrow$ ), du vent ( $\longleftrightarrow$ ), et de la végétation.

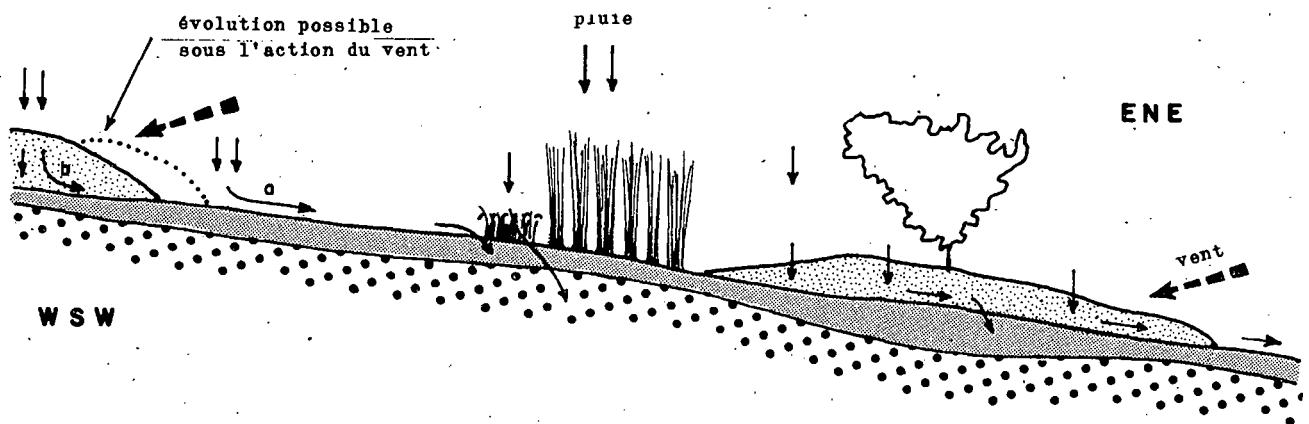


Fig.17 Coupes interprétatives à travers une bande.

A propos de la genèse des bandes

Les considérations qui suivent sont essentiellement hypothétiques supposant la disponibilité des éléments floristiques actuellement présents. En admettant pour origine une surface subhorizontale, plus ou moins plane, dénudée avec une pente inclinée vers l'est, on peut se représenter qu'à la faveur d'un accident de terrain quelconque s'installe pendant la saison pluvieuse sur cette surface une plage d'annuelles.\* Les vents d'est et du nord-est apportant dans la saison sèche suivante des éléments fins, une microbutte pourrait se former autour de l'accident constitué par les chaumes des annuelles restées en place. Cette butte pourrait par la suite devenir un obstacle suffisant pouvant freiner le ruissellement et favoriser ainsi localement la pénétration de l'eau, plus particulièrement en amont de la butte, l'amont de la butte se distinguant de l'aval après que celle-ci aurait pris une certaine extension évidemment. On peut concevoir alors qu'en amont s'installe une plage d'Andropogon, élément le plus exigeant en eau. On trouvera de tels îlots ainsi constitués des deux éléments dans le périmètre photographié (1, 2, 3), fig. 16 qui pourraient représenter le premier stade de formation d'une bande. On remarquera qu'ils se trouvent à une certaine distance de la bande précédente, l'Andropogon nécessitant pour se développer un certain apport d'eau provenant d'une surface ruisselante assez importante. Au contraire les îlots isolés se trouvant dans la proximité immédiate d'une bande ne sont jamais dotés en amont d'un chapeau d'Andropogon.

On remarquera en outre qu'aux deux extrémités des bandes des peuplements d'annuelles non coiffés d'Andropogon s'avancent fréquemment sur le fond dénudé. Cette disposition laisse présumer que l'extension en longueur d'un tronçon de bande s'effectue à partir de ces avancées d'annuelles étendant aux extrémités de la bande en question la zone d'arrêt du ruissellement et appelant ainsi peu à peu l'extension en longueur de la bande d'Andropogon.

Nous ne nous expliquons toutefois pas l'installation en amont de l'Andropogon, d'un ruban d'une annuelle, le Pennisetum pedicellatum, espèce totalement absente sur le palier aval.

Nous n'avons pas pu contrôler cette hypothèse à partir de la disposition des éléments d'autres bandes. La séquence habituelle :

- un ruban d'annuelles (Pennisetum pedicellatum)
- une bande d'Andropogon Gayanus
- une prairie éphémère

se fait, dans les bandes étudiées, d'ouest en est, c'est-à-dire dans le sens du ruissellement qui est contraire à celui d'où soufflent les vents dominants. Nous ignorons si cette orientation générale des éléments, qui a été déterminante pour expliquer la formation de ces bandes se retrouverait dans d'autres sites à brousse tigrée.

Il serait de toute première importance de savoir si les bandes d'Andropogon s'installent toujours en amont du système de bandes; seulement alors pourrait-on affirmer que selon toute probabilité cette disposition est liée à une distribution inégale de l'eau météorique.

Une preuve expérimentale sur le terrain serait nécessaire pour avérer le bien fondé de ces hypothèses, soit en créant des repères permanents le long d'une bande préétablie, soit en observant la colonisation sur un espace artificiellement dénudé.

\*Sans cet accident le ruissellement en nappe sur cette surface sablo-argileuse rend l'installation d'un peuplement d'annuelles hautement improbable.

I. DAHR DE OUALATA

(degrés carrés n° 29 XI et XII)

Type et localisation des sites étudiés

Les positions sont établies d'après un assemblage provisoire au 1:200'000e des photos aériennes, les photos aériennes elles-mêmes (pour la coupure NE 29 XI) et diverses positions astronomiques. Point de référence : fort d'Oualata  
17°17'20"N/7°00'40"W.

Liste des sites et des itinéraires étudiés

Position géographique :

Numéro des relevés :

1) Bordure du Dahr à 20 Km au sud du fort (17°05N/7°02)	61/54
2) Bordure du Dahr à la latitude du village Cordonnées de référence : fort militaire (17°17'20"N/7°00'40")	
a) bordure du massif dunaire	61/35
b) baten	61/34
c) plateau	61/30 et 61/36
3) Transect méridien dans la tranche comprise entre 6°50' et les latitudes 17°17 et 18°N du sud vers le nord	61/37 61/38 61/39 61/41
4) Oued Initi Cordonnées de référence : (17°24'30"N/7°15'00"W* = site 61/71)	
a) bordure supérieure du plateau	61/66
b) ravin de tête de l'oued	61/65
c) plaine d'épandage intermédiaire	61/69
d) cours central : batha et ses abords	61/67 61/68 61/71
5) Région d'Oujaf Cordonnées de référence : puits d'Oujaf (lat. 17°50'30"N**, long. approchée 7°52'W)	
a) bordure de la falaise	61/59
b) baten	
- ravinelles dans le baten	61/57
- cuvettes salées      17°46N/7°52E	61/56 61/50 61/201 61/58

\* Cordonnées du point de la batha situé sur les coordonnées 82mm N et 119mm W de la photo aérienne n° 208.

\*\* déterminée d'après la hauteur de la polaire.

Position géographique :	Numéro des relevés :
c) bordure du massif dunaire	
- dunes	17°46'8"00 61/61
- dépression sableuse en bordure des dunes	17°47'7"58 61/62

1) Bordure du Dahr à 20 Km au sud du fort

Site 61/54 : plaine à végétation mixte herbacée arbustive  
Pluviométrie estimée : 140 mm.

a) Localisation géographique : 5 Km au sud de la jonction de la piste Néma-Oualata passant à l'est par le plateau et celle empruntant à l'ouest le baten sur presque tout son parcours. Point le plus proche de la falaise : 6 Km au NNW (échancrure). Coordonnées : 17°05'N/7°02'W.

b) Aspect général : voir photo n°5.

Plaine sableuse avec légère pente vers l'ouest (1 à 3 %), exempte de ravinelles, mais caractérisée par un microrelief de buttes aplanies, hautes de quelques centimètres (moins de 20), irrégulièrement disposées et d'extension variable qui tranchent sur un "substrat" plan. Tandis que le sable du substrat apparaît tassé, celui des buttes est plus meuble.

La végétation herbacée se différencie en deux faciès : les buttes portent, accompagnées d'annuelles, deux graminées vivaces cespiteuses : l'Aristida pallida et, moins fréquemment, le Panicum turgidum. Le substrat est, par plages, totalement dénudé ou bien il porte de lâches colonies d'annuelles à port prostré.

La végétation ligneuse buissonnante et arbustive ne suit aucun mode de distribution particulier détectable au sol.

Pour ce qui suit, les buttes ont été appelées faciès A et le substrat, faciès B.

c) Observations pédologiques

Substrat : S 61/54 B

Description

Pellicule brun-noire superficielle très diffuse et ne dépassant pas 1 mm d'épaisseur.

0-3 cm Horizon brun clair un peu rouge à traînées jaune brun disposées avec tendance subhorizontale.

3-50 Sable jaune rougeâtre tassé, à porosité tubulaire très fine et très faible existant seulement localement.

- Prélèvements 61/54 B1 - 0-3  
61/54 B2 - 40-50

Résultats analytiques p. 74

Butte surélevée et couverte de végétation : S 61/54 A

Description

0-2 cm Surface du sol recouverte d'une croûte brune superficielle un peu durcie, de 1 à 3 cm d'épaisseur.

Cette croûte est recouverte par places de sable jaune, lavé, hétérométrique, avec granules de quartz émoussés. La croûte elle-même est constituée d'une alternance de pellicules feuilletées brunes et jaunes plus sableuses. Structure à tendance feuillettée mal exprimée. Cohésion d'ensemble assez faible. Porosité tubulaire moyenne assez grossière, irrégulière à disposition subhorizontale.

- 2-20 Brun jaunâtre clair avec traînées et plages plus brunes.  
Sableux.  
Structure fondu, observé humide. Porosité du sable peu tassé.

Site n° 61/54

Profil 54 A et B

Echantillon n°	54 A		54 B	
	54 A1	54 B1	54 B2	
Profondeur en cm	0-3	0-3	40-60	
Refus 2mm% Terre totale	0,2		0,2	
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR6/4	7,5YR6/4	7,5YR6/5	
humide .....	7,5YR5/4	7,5YR4/4	7,5YR4/4	
Analyse mécanique % Terre fine .....				
Matière organique .....	0,21	0,13	0,07	
Argile .....	2,3	4,8	4,1	
Limon .....	1,6	3,6	1,8	
Sables fins .....	73,4	65,8	68,6	
Sables grossiers .....	22,1	25,8	25,4	
Caractéristiques hydriques .....				
Humidité % p F 3 .....	3,7	4,3	2,2	
p F 4,2 .....	1,9	1,4	0,85	
Matière organique o/oo .....				
C total .....	1,20	0,74	0,42	
N total .....	0,11	0,21	0,10	
C/N .....	11	4	4	
Matières humifiées totales .....	0,39	0,26	0,23	
solubles .....	0,24	0,12	0,12	
précipit. ....	0,15	0,14	0,11	
Complexe absorbant méq.% .....				
Ca .....	1,38	1,72	1,54	
Mg .....	0,92	0,94	0,64	
K .....	0,22	0,20	0,04	
Na .....	0,06	0,06	0,05	
S .....	2,58	2,91	2,27	
T .....	2,30	3,22	3,20	
V% .....	—	91	70	
pH - pâte .....	6,50	6,6	6,3	
- suspension 1/2,5 .....	6,8	6,9	6,9	
Test de salinité .....				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	71	36	29	
(extrait aquieux 1/5) .....				
Cl .....	0	0	0	
SO4 .....	0	0	0	
Gypse .....	0	0	0	
Calcaire total % .....	0	0	0	
P2O5 total o/oo .....	0,06	0,04	0,03	

20 observé jusqu'à 45 - Horizon jaune rougeâtre, sableux.

Sec à partir de 40, apparaît alors tassé. Structure fondu, porosité tubulaire fine très faible.

- Prélèvement 61/54 A 0-3

Résultats analytiques p.74

#### Discussion et conclusions

- Le "substrat" 54B apparaît constitué d'un matériau sableux homogène et tassé. Son évolution est réduite à l'existence d'une couche plus brune de 3 cm d'épaisseur, d'où sol minéral brut régosolique.

- Les plages surélevées couvertes de végétation montrent un début d'évolution avec horizon brun de 20 cm et croûte superficielle épaisse, d'où passage aux sols gris subdésertiques.

- Les analyses montrent l'homogénéité du substrat au point de vue texture.

Le prélèvement superficiel de la butte sableuse ne montre pas de différence texturale très nette avec le substrat; toutefois la moindre proportion d'éléments fins et l'augmentation du taux de sables fins fait penser que le microrelief en buttes est dû à un remaniement éolien du substrat avec captage par la végétation des éléments mis en mouvement sous l'action du vent plutôt qu'à une exportation par l'eau entre les buttes protégées par cette couverture.

- Outre la couleur plus brune du sable des buttes, la principale différence avec le substrat réside dans le tassement. L'absence de tassement et la porosité observée dans les buttes est évidemment favorable au développement végétal : d'une part pour la pénétration des racines, d'autre part pour la pénétration d'eau. La pluie pénètre dans le sable perméable des buttes d'autant qu'elle est "amortie" par le couvert végétal, tandis qu'elle bat le sol et ruisselle entre les buttes sans pénétrer (érosion pluviale et en nappe).

- Noter que les teneurs en matière organique confirment bien la différence d'évolution entre les deux sols, mais le sol brut de substrat présente une teneur toutefois non tout à fait négligeable.

#### d) Observations sur la végétation (voir relevé 61/54A)

Sur les buttes de sable très aplaniées (A) s'interpénètrent les strates herbacées prostrée (composée d'annuelles) et inférieure (composée essentiellement d'*Aristida pallida*). Le *Panicum turgidum* s'isole sur des buttes (rehboub) à modelé plus marqué. Le substrat (B) comporte uniquement des annuelles distribuées par plages isolées (voir photo n° 5). Le relevé floristique des annuelles n'est pas exhaustif du cortège présent et ne permet pas de détecter une différence de composition entre la strate annuelle des buttes et celle du substrat.

Les observations pédologiques dénotent sur une faible profondeur une légère différence de texture entre les sables des deux faciès. Cette différence observée pourrait être suffisante pour expliquer la distribution en plages des deux faciès : dans les buttes, le sable en surface favorisant la pénétration de l'eau et des racines permettrait l'installation de vivaces éventuellement plus sensibles au tassement du sol.

En admettant toutefois une activité éolienne sur une surface du type B colonisée telle qu'elle l'est actuellement par des annuelles très lâchement distribuées\*, on pourrait supposer que le faciès A représente un deuxième

\* ce que des essais expérimentaux effectués en Australie centrale ont montré comme possible, même sur des surfaces planes beaucoup plus argileuses.

stade de colonisation : les herbacées vivaces s'installeraient sur des micro-buttes de sable préalablement capté par les annuelles et, s'y maintenant, contribueraient par captage supplémentaire à les étendre.

Nous ignorons tout de l'influence éventuelle du pâturage (qui est pratiqué dans cette région) sur ce type de végétation, et en particulier, s'il est sélectif sur l'un ou l'autre faciès et donc s'il contribue à leur différenciation. Nous ne savons pas non plus si l'éclaircissement des strates herbacées déterminé par le pâturage est suffisamment important pour aggraver de façon sensible le décapage éolien.

La distribution apparente de la végétation ligneuse ne semble pas participer à la différenciation en question. Par ailleurs, sa composition botanique n'est pas propre à offrir un pâturage aérien de qualité (le Commiphora et le Boscia ne sont jamais pâtureés, le Leptadenia très rarement).

Cette végétation en plages dont cette station fournit un exemple, parfois appelée végétation en mosaïque, est considérée par certains entomologistes comme caractéristique des stations recherchées par les acridiens pour la ponte.

Numéro du relevé : 61/54 A

type : prairie steppique buissonnante  
arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Sesamum alatum</i> ( <i>Blepharis</i> sp) <i>Colocynthis vulgaris</i> <i>Commelinia Forskalei</i> <i>Euphorbia</i> sp ( <i>granulata?</i> ) <i>Gynandropsis gynandra</i> <i>Heliotropium strigosum</i> (ou v?) <i>Morettia canescens</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Sesamum alatum</i> v. <i>Aristida pallida</i> <i>Cyperus</i> sp ( <i>conglomeratus?</i> ) <i>Latipes senegalensis</i>	v. <i>Panicum turgidum</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
v? <i>Chascanum marrubifolium</i>	<i>Acacia Senegal</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Acacia Senegal</i> <i>Commiphora africana</i>	

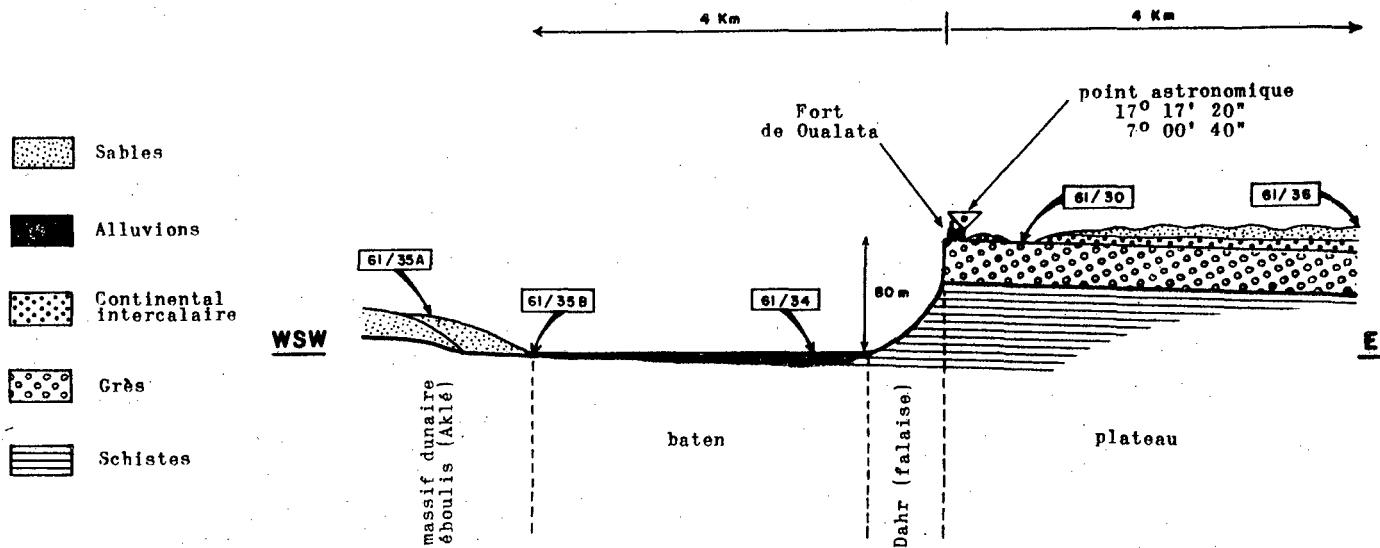
## 2) Bordure du Dahr de Oualata à la latitude du village

### Situation des sites

Dans la fig. 18 sont indiquées les positions des sites décrits ci-après, appartenant aux subdivisions physiographiques suivantes :

- a) 61/35 : bordure du massif dunaire s'étendant en retrait du Dahr
- b) 61/34 : baten
- c) 61/30 : bord supérieur de la falaise (non ensablé)
- d) 61/36 : plateau à ensablement superficiel

Pluviométrie : 100 mm.



Fif.18 Croquis de situation des sites décrits

dans les abords de Oualata et coupe géologique.

a) Site 61/35

Présentation

Bordure du massif dunaire représentée par un talus d'une quinzaine de mètres de dénivellation et le pied ensablé de ce talus. Dans les abords du site examiné, le modelé du massif est peu accentué et se traduit en retrait du talus par des ondulations de quelques mètres de hauteur, sans individualisation de crêtes vives. La végétation colonise de façon uniforme la surface de ce modelé sans que son aspect ni sa composition floristique permettent de détecter des différences physionomiques entre creux et bosses.

Aux abords du talus, la plaine ensablée est exempte de traces d'un drainage superficiel, les ravins n'apparaissant que sur le glacis dessable bordant la falaise.

La rupture de pente est soulignée par une ligne de fourrés et sitôt en aval, on observe des plages stériles, battantes, tassées (Bb).

Un schéma du site est reproduit dans la fig. 19 où a été indiquée la subdivision du site adoptée qui est la suivante :

- A : talus du massif dunaire  
B : pied de ce talus

Observations pédologiques

Profil S 61/35 Ba

Description

0-10 cm Horizon jaune rouge (un peu brun), finement sableux.

Structure fondu à particulaire. Cohésion faible. Porosité originelle du sable. Enracinement fin dense.

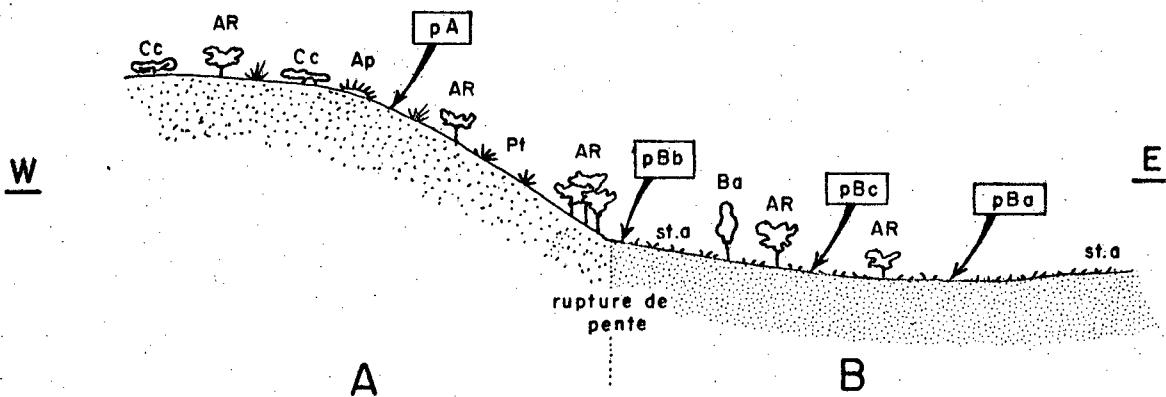
10-35 cm Horizon jaune rouge plus vif avec passées horizontales brun vif et brun jaune (différence de dépôt). Sableux dans son ensemble; les zones brun rouge sont plus argileuses. Quelques petits quartz plus grossiers (mais < 2mm). Plus tassé; structure fondu, débit polyédrique.

35-60 Transition; sable jaune et argile brun rouge à marron, mal homogénéisé; plages et noyaux argileux irréguliers. Porosité tubulaire assez faible à moyenne surtout dans les parties argileuses.

60 observé jusqu'à 120 - Horizon argilo-sableux rouge sombre à marron, observé humide.

- Prélèvements 35 Ba 1 0-10 cm  
35 Ba 2 10-20 cm  
35 Ba 3 40-50 cm  
35 Ba 4 110-120 cm

- Résultats p. 80.



L e g e n d e

Ap = Aristida pungens

Cc = Calligonum comosum

AR = Acacia Raddiana

st.a = strate d'annuelles

Ba = Balanites aegyptiaca

Pt = Panicum turgidum

[pA] → Emplacement du profil du sol dans la zone A.

Fig.19 Coupe à travers la bordure du massif dunaire (site 61/35).

Conclusion

Pas d'horizon humifère nettement défini : sol jeune sur produits d'apport complexes.

Le niveau argileux profond est interprétable comme des alluvions anciennes. Le niveau sus-jacent mal homogénéisé ou lité (10-35) indique une transition dans l'alluvionnement pour aboutir à la phase actuelle où le ruissellement est nul et où l'apport se limite à un remblaiement sableux.

Site n° 61/35

Profil 35A et Bb

Echantillon n°	35A1	35Bb1
Profondeur en cm	0-10	0-10
Refus 2mm% Terre totale	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR6/6	5YR5/6
humide .....	7,5YR5/8	5YR4/6
Analyse mécanique % Terre fine .....		
Matière organique .....	0,07	0,04
Argile .....	1,8	8,6
Limon .....	0,4	4,3
Sables fins .....	62,7	68,9
Sables grossiers .....	38,5	17,5
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	2,0	6,8
p F 4,2 .....	1,2	3,6
Matière organique o/oo		
C total .....	0,39	0,23
N total .....	0,04	0,06
C/N .....	10	4
Matières humifiées totales .....	0,18	0,12
solubles .....	0,12	0,04
précipit. ....	0,06	0,08
Complexe absorbant méq.%		
Ca .....	0,98	4,20
Mg .....	0,42	1,12
K .....	0,05	0,19
Na .....	0,02	0,06
S .....	1,51	5,57
T .....	2,30	9,10
V% .....	66	62
pH - pâte .....	7,4	7,6
- suspension 1/2,5 .....	7,9	7,8
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	16	28
(extrait aquueux 1/5)		
Cl .....	0	0
SO4 .....	0	0
Gypse .....	0	0
Calcaire total % .....	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,06	0,29

Autres observations

- 35 Bc sol analogue à Ba reconnu à la sonde
- 35 Bb : en aval de la rupture de pente : sol de même type que Ba mais plus argileux et tassé dès la surface et sans recouvrement sableux.
- Prélèvement 35 Bb : 0-10, résultats tableau ci-dessus.
- 35 A : flanc de dune - à mi-pente.

- 35 A : flanc de dune - à mi-pente.

Reconnu sol peu évolué de type gris subdésertique sur sables mais peu humifère (coloration très peu intense, rouge jaune un peu beige en surface, et peu profonde).

Prélèvement 35 A1 : 0-10.

Résultats p. 79.

Site n° 61/35

Profil 35Ba

Echantillon n°	35Ba1	35Ba2	35Ba3	35Ba4
Profondeur en cm	0-10	10-20	40-50	110-120
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	5YR6/6	5YR5,5/6	5YR6/6	5YR5/4
humide .....	7,5YR6/6	7,5YR6/6	5YR4/6	5YR4/8
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,17	0,12	0,06	0,09
Argile .....	3,0	4,0	9,9	16,4
Limon .....	1,5	1,5	4,9	11,3
Sables fins .....	64,0	68,7	67,2	63,3
Sables grossiers .....	30,8	25,4	16,9	8,6
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	2,8	2,9	7,6	12,4
p F 4,2 .....	1,6	1,6	4,2	7,1
Matière organique o/oo				
C total .....	0,98	0,61	0,35	0,51
N total .....	0,09	0,06	0,07	0,08
C/N .....	11	11	5	6
Matières humifiées totales .....	0,26	0,16	0,28	0,22
solubles .....	0,20	0,12	0,20	0,16
précipit. ....	0,06	0,04	0,08	0,06
Complexe absorbant meq.%				
Ca .....	1,58	1,92	5,12	8,38
Mg .....	0,62	0,62	1,28	1,54
K .....	0,13	0,10	0,26	0,16
Na .....	0,06	0,06	0,31	0,17
S .....	2,39	2,70	6,97	10,25
T .....	6,60	3,24	6,84	11,22
V% .....	36	84	-	92
pH - pâte .....	7,6	7,8	7,8	7,8
- suspension 1/2,5 .....	7,7	8,0	7,9	7,7
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	32	25	28	40
(extrait aqueux 1/5)	0	0	0	0
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,34	0,27	0,52	0,19

### Résultats analytiques

- Pour le profil 35 Ba, les analyses granulométriques montrent la complexité du dépôt et soulignent le caractère de transition des niveaux intermédiaires. Les teneurs en matière organique sont faibles mais de l'ordre de celles observées jusqu'à présent en sol gris (Site 61/52). Toutefois les C/N plus élevés, en liaison avec des apports résiduels végétaux abondants empêchent de pousser plus avant le parallèle avec les sols gris : ce sol peu évolué est intrazonal et l'abondance relative de la végétation est liée à une alimentation en eau privilégiée par suite des conditions topographiques et lithologiques locales (niveau argileux profond imperméable).

- En 35 Bb, on constate, à la rupture de pente la discontinuité du recouvrement sableux récent. L'horizon superficiel est équivalent au niveau 35-60 de 35 Ba.

La teneur en matière organique est ici franchement faible, en accord avec la dénudation de ces plages battantes.

- En 35 A, sol sableux à très faible teneur en matière organique : passage des sols gris aux sols minéraux bruts de dunes; à rapprocher du 61/51 Aa observé sur le Dahr de Néma; mais tandis que 61/51 Aa apparaissait comme intrazonal et dû à une érosion strictement accidentelle, ce sol apparaît ici comme climatique et moins érodé.

### Conclusion

Le site représente une colature ancienne en cours de remblaiement par les sables qu'on peut schématiser de la manière suivante :

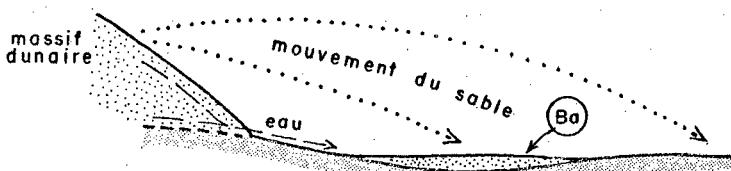


Fig.20 Coupe interprétative de la bordure du massif dunaire

Comme dans les distributions végétales discontinues observées précédemment, on constate qu'un recouvrement sableux sur substrat imperméable représente un milieu favorable, tant pour le développement d'un sol que pour l'implantation de la végétation.

La fig. 20 représente les mouvements de remblai et les mouvements probables de l'eau : en Ba, topographie et nature des recouvrements ajoutent leurs effets pour déterminer une station humide.

### Observations sur la végétation (voir relevé 61/35A et fig. 19)

Le massif dunaire et le talus qui en forme la bordure (A) sont peuplés d'une steppe buissonnante-arbustive avec comme espèce la plus abondante de la strate steppique, le Panicum turgidum. Le Calligonum comosum et l'Aristida pungens sont faiblement représentés. Les éléments de cette

strate ne sont pas jointifs. Les annuelles forment un tapis lâche entre les vivaces. L'Acacia Raddiana à le port d'un buisson, rarement celui d'un arbuste. Au pied du talus il forme avec l'Acacia flava des fourrés (groupes d'individus jointifs) s'étirant le long de la ligne de rupture de pente. Cette rupture de pente correspond à la présence en Bb de sables tassés et caractérisés par une proportion plus élevée de la fraction fine (argile + limon); elle marque un arrêt net du couvert steppique. Les touffes de Panicum turgidum, seul élément subsistant en B, se retrouvent encore sur des buttes isolées. En B, ce couvert herbacé est formé de strates annuelles prostrées et basses (relevé 61/35B) et la colonisation se fait par plages de densité et de composition floristique variables. Par endroits, on constate une dénudation complète qui correspond à la présence d'un sable nettement plus argileux en surface (8% au lieu de 3) (voir profil 35Bb).

Ces plages sont comparables au type de sable "battant" déjà signalé antérieurement dans les dunes du Gourma (Mali) comportant le même phénomène de dénudation\*. Sur cette plaine, la strate ligneuse est mieux développée que sur la dune bien que les arbres soient fréquemment mutilés (le village est voisin !).

Cette plaine recouverte de dépôts sableux discontinus s'étend jusqu'au glacis du Dahr où elle borde des regs ravinés. Quoique exempte d'un réseau de drainage individualisé qui ne se rencontre que sur ce glacis dessable, on y trouve des petites cuvettes plus argileuses où l'eau de pluie peut s'accumuler temporairement (graras). Ces cuvettes sont souvent utilisées par les Maures pour cultiver de maigres champs de mil. Nous n'avons pas étudié ici la composition floristique de la strate herbacée qui s'installe dans ces cuvettes, qui est souvent caractéristique. Physionomiquement ces végétations de graras sont presque toujours des types panachés.

Numéro du relevé : 61/35 A

type : steppe buissonnante arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Cenchrus biflorus Cleome tenella Sesamum alatum Commelina Forskalaei Mollugo cerviana	a. Aristida stipoides Cenchrus biflorus Cleome tenella Sesamum alatum  v. Panicum turgidum Aerva javanica Aristida acutiflora	a. Aristida stipoides Sesamum alatum  v. Panicum turgidum Aristida pungens	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
Aerva javanica	Acacia flava Balanites aegyptiaca Calligonum comosum Euphorbia balsamifera Leptadenia pyrotechnica	Acacia Raddiana	

\* voir rapport de prospection au Mali oriental (en cours de publication,

Numéro du relevé : 61/35B

type : prairie saisonnière buissonnante et arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Gynandropsis gynandra Cenchrus biflorus Euphorbia granulata Tragus sp (racemosus?)	a. Gynandropsis gynandra v. Panicum turgidum	a. Pennisetum violaceum v. Panicum turgidum	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	Acacia flava Acacia Raddiana	Acacia flava Acacia Raddiana Balanites aegyptiaca Maerua crassifolia	

Site 61/34 : glacis du pied du Dahr

Le pied même du Dahr est encombré d'éboulis rocheux, parfois ensablés colonisés par des groupements mixtes ligneux herbacés ici non étudiés.

En aval, ces éboulis sont relayés par des plages de reg plus ou moins étendues, souvent coupées de ravinelles, ici à peine encaissées, au bénéfice desquelles s'installent des galeries steppiques arbustives (relevé 61/34). Parfois on trouve sur le reg des touffes isolées de Panicum turgidum formant des rehboub isolés et, là où disparaît l'empierrement superficiel, soit dans des micro dépressions un peu argileuses de quelques décimètres à quelques mètres de diamètre ou en présence de plages ensablées, s'installent des peuplements d'annuelles éparses (Tribulus terrestris (s), Boerhavia coccinea (s et a)\*, Aristida mutabilis (s), Aristida funiculata (a), Heliotropium sp (s).

Numéro du relevé : 61/34

type : steppe buissonnante arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Boerhavia coccinea Cenchrus sp biflorus Euphorbia granulata Mollugo cerviana	v. Panicum turgidum	v. Panicum turgidum	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	Acacia flava Maerua crassifolia Leptadenia pyrotechnica	Acacia flava Maerua crassifolia Balanites aegyptiaca	

\* s = sable

a = argile

Site 61/30 : bord dessablé du plateau

Sur des distances variables allant de quelques centaines de mètres à 1 Km (rarement plusieurs), le bord du plateau voisin de la falaise est totalement dessablé. On rencontre sur un sol lithosolique (voir feuille d'analyse) des boisements clairs d'Acacia flava comportant des boqueteaux (couronnes jointives) ou des individus isolés mélangés à des plages d'une prairie fugace à Aristida funiculata.

Une photo prise d'avion nous a permis d'évaluer sur une surface de 2,5 ha le nombre d'individus ligneux à 140/ha et le recouvrement des couronnes, à 6 %. La formation de boqueteaux (groupes de 10 à 15 individus) est associée à des cuvettes de très faible dénivellation et d'extension à peu près égale à celle de la surface recouverte par les couronnes.

Numéro du relevé : 61/30

STRATES HERBACÉES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<u>A. Aristida funiculata</u>	<u>V. Cymbopogon Schoenanthus</u>		
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<u>Indigofera argentea</u>	<u>Acacia flava</u> <u>Boscia senegalensis</u> <u>Combretum aculeatum</u>	<u>Acacia flava</u>	

Résultats d'analyses d'un sol

Site N° 61/30

Observation n°	Sébastien n°	Profondeur en cm	Quartz	Cailloux	Couleur Munsell		Matière organique	Analyse mécanique en % terre fine				pH - suspension 1/2,5	Test de salinité : Conduct. GS 250 above $10^{-6}$ /cm (extrait eau)	Calcite totale %		
					Décoloration	Codification		Argile 0 à 0,02 mm	Limon 0,002 à 0,02 mm	Sables fins 0,020 à 0,200 mm	Sables grossiers 0,200 à 2,0 mm					
-	46	0-10	-	-	Brun vif	7,5TR6/5	-	7,0	6,0	66,2	30,3	5,1	2,7	-	78	-
-	47	11-40	-	Rouge jaunâtre		5TR5/6	-	24,0	8,5	39,3	25,7	11,4	7,5	-	85	-

Site 61/36 : plaine ensablée sur le plateau (fig. 21 et photos 6,7 et 8)

Situation et présentation

4,3 Km à l'est du fort de Oualata (= de la bordure de la falaise)  
Coordonnées  $17^{\circ}17'N$   
 $06^{\circ}58'E$

Pluviométrie annuelle : 100 mm.

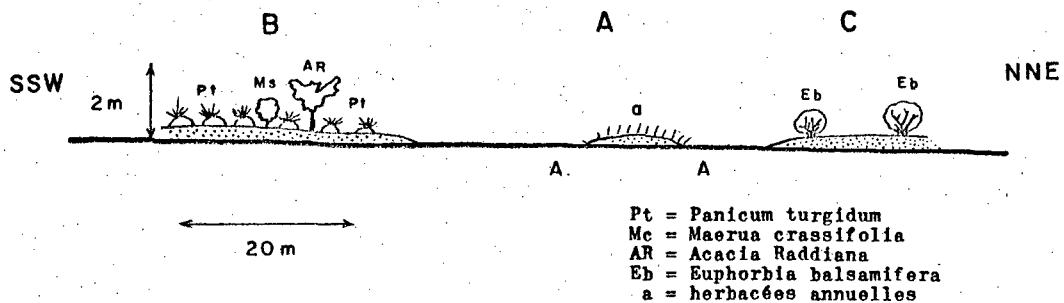


Fig.22 Coupe schématique à travers la plaine ensablée sur le plateau.

Ces trois subdivisions du paysage local sont représentées en coupe schématique dans la fig. 22 et leur distribution spatiale est visible sur la photo aérienne à basse altitude (fig. 21).

#### Observations pédologiques

Le paysage correspond à un microrelief à buttes sableuses accentuées colonisées par la végétation :

- les unes, larges et en forme de calotte, portent Euphorbia balsamifera (C)

- les autres, plus petites correspondent à des touffes de Panicum turgidum, modelant la surface de vastes plages ensablées (B).

En discontinuité, on observe une dépression subhorizontale (A) sableuse, tassée, de couleur plus rouge où les signes de ruissellement sont nets; encombrée par places, et très irrégulièrement, de blocs de cuirasse du Continental intercalaire ou simplement de gravillons et de petits fragments de grès et schiste, l'un et l'autre pouvant faire défaut (voir photo n° 8).

#### Profil S 61/36A : Zone sans aucune végétation

Épandage superficiel irrégulier et peu abondant de gravillons ferrugineux, fragments de grès et schistes ( $< 2$  cm).

Réseau superficiel de petites fissures polygonales non ouvertes.

#### Description

0-20 cm Rouge jaune, sableux un peu argileux. Très tassé, structure fondu à débit polyédrique moyen; cohésion assez forte. Porosité très faible - observé un peu humide. La fraction sable est constituée par une fraction fine dominante et quelques quartz grossiers émoussés, fragments de schistes.

20-70 Rouge jaune (plus clair) et passant à jaune rouge vers le bas - sableux. Encore tassé, fondu et cohérent, très faiblement poreux. Sec à partir de 60. Fraction sable contenant encore des éléments grossiers et non quartzeux.

70-120 Sable jaune rouge, pareillement hétérogène.

120 observé jusqu'à 150 - Sable jaune rouge (plus jaune et plus clair), fin dans l'ensemble, mais toujours avec la même fraction grossière mélangée.

Conclusion

Aucun horizon humifère. Sol minéral brut sur produits d'apport complexes, plus argileux en surface.

**Site n° 61/36**

**Profil 36A**

Echantillon n°	36A1	36A2	36A3	36A4
Profondeur en cm	0-10	40-50	100-120	140-150
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	1
Couleur Munsell Terre fine sec .....	5YR5/8	5YR6/8	5YR7/8	7,5YR7/6
humide .....	5YR5/7	5YR5/8	5YR5,5/8	7,5YR6/6
Analyse mécanique % Terre fine .....				
Matière organique .....	0,03	0,05	0,05	0,05
Argile .....	11,0	7,6	5,1	4,4
Limon .....	1,4	1,1	1,0	1,0
Sables fins .....	59,2	68,0	69,8	72,0
Sables grossiers .....	27,1	22,0	29,6	18,3
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	4,1	3,6	8,7	2,4
p F 4,2 .....	2,6	2,2	1,5	1,4
Matière organique o/oo				
C total .....	0,20	0,27	0,27	0,27
N total .....	0,01	0,07	0,06	0,06
C/N .....	3	4	4	5
Matières humifiées totales .....	0,28	0,32	0,21	0,34
solubles .....	0,24	0,24	0,16	0,28
précipit. ....	0,04	0,08	0,05	0,06
Complexe absorbant mEq.%				
Ca .....	1,62	1,10	0,92	1,04
Mg .....	0,54	0,66	0,46	0,60
K .....	0,09	0,04	0,05	0,05
Na .....	0,92	0,92	0,03	0,03
S .....	2,27	1,82	1,46	1,72
T .....	3,92	2,28	1,66	2,29
V% .....	58	78	94	77
pH - pâte .....	7,5	7,5	7,4	7,6
- suspension 1/2,5 .....	7,7	7,7	7,9	7,9
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	21	20	20	24
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,05	0,01	0,03	0,03

Texture et couleur montrent une nette discontinuité à 20 cm; il peut s'agir d'une différence d'appорт ou d'un colmatage superficiel par ruisseaulement; pourtant à partir de 20 cm l'intensité de la rubéfaction diminue progressivement et fait penser à l'empreinte d'une pédogenèse ancienne.

L'ensemble peut être considéré comme des produits remaniés du Continental intercalaire; les gravillons et blocs de cuirasse tendent également à confirmer cette hypothèse.

Profil S 61/36B : Buttes à Panicum

Site n° 61/36

Profil 36B

Echantillon n°	36B1	36B2	36B3
Profondeur en cm	0-10	60-80	140-180
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0,5
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR7/6	7,5YR6/8	5YR6/6
humide .....	7,5YR6/6	7,5YR5,5/6	5YR5/1
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	0,02	0,02	0,05
Argile .....	1,5	1,9	7,8
Limon .....	0,3	0,1	1,4
Sables fins .....	62,2	13,4	65,8
Sables grossiers .....	35,3	24,0	24,2
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	1,7	1,9	3,9
p F 4,2 .....	0,3	0,6	1,5
Matière organique o/oo			
C total .....	0,12	0,12	0,31
N total .....	0,07	0,06	0,08
C/N .....	1,7	2,0	3,9
Matières humifiées totales .....	0,20	0,15	0,21
solubles .....	0,16	0,12	0,20
précipit. ....	0,04	0,03	0,01
Complexe absorbant meq.%			
Ca .....	0,52	0,66	1,36
Mg .....	0,26	0,28	0,60
K .....	0,07	0,07	0,05
Na .....	0,02	0,12	0,01
S .....	0,81	1,13	2,02
T .....	1,58	1,82	2,92
V% .....	56	61	69
pH - pâte .....	7,7	8,0	7,5
- suspension 1/2,5 .....	8,3	8,5	8,0
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	21	22	26
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,02	0,05	0,04

Description

- 0-3 cm Croûte diffuse un peu brune, sableuse; structure lamellaire; cohésion très faible.
- 3-140 Sable jaune rouge (clair) indifférencié, fin dans son ensemble, mais avec quelques fragments grossiers non quartzeux. Structure fondu. Observé humide. Racines surtout jusqu'à 15 cm.
- 140 observé jusqu'à 180 - Niveau jaune rouge (plus sombre passant à rouge jaune), de couleur analogue à l'horizon superficiel de 36A, sableux un peu argileux, puis devenant à nouveau sableux. Sec à partir de 150.

Conclusion

Apport récent de 140 cm d'épaisseur sur un sol de type 36A. Au point de vue pédologique, l'évolution est limitée à la présence d'une petite croûte diffuse 0-3 cm sans horizon humifère vrai : sol minéral brut régosolique.

Profil S 61/36C : Butte à *Euphorbia balsamifera*

Description

- 0-15 cm Horizon jaune rouge, finement sableux avec quelques débris plus grossiers. Structure feuilletée sur le premier centimètre (vague croûte) puis fondu, à débit plutôt anguleux mais cohésion très faible. Porosité originelle du sable.
- 15-75 Horizon jaune rouge (un peu moins vif); semblablement sableux - observé humide. Quelques racines.
- 75-100 Horizon jaune rouge (à rouge jaune), sableux un peu argileux, analogue à l'horizon superficiel de 36A.
- 100 (sondage) cuirasse ou bloc de cuirasse estimé massif.

Conclusion

Même recouvrement récent que le profil sous Panicum turgidum. L'évolution pédologique est encore plus réduite : croûte superficielle moins bien individualisée : sol minéral brut régosolique. La moindre évolution observée ici peut être attribuée au moindre apport résiduel végétal sous Euphorbia balsamifera que sous Panicum turgidum.

Résultats analytiques p. 87, 88 et 90.

Discussion et conclusion

- Les analyses granulométriques confirment l'identité entre les horizons profonds des profils 36B et C et l'horizon superficiel du 36A.
- Sur les dépôts anciens, on peut faire l'hypothèse d'une pédogenèse ancienne, tandis que les dépôts récents B et C ne montrent aucune différenciation du matériau.  
Toutes les teneurs en matière organique sont extrêmement faibles et confirment la conclusion de sols minéraux bruts qui apparaissent comme climatiques :

A est un sol de reg

B et C sont des sols d'apport régosolique.

Site n° 61/36

Profil 36C

Echantillon n°	36C.1	36C.2	36C.3
Profondeur en cm	0-15	50-60	80-100
Refus 2mm% Terre totale	0	0	1
Couleur Munsell Terre fine			
sec .....	7,5YR6/8	7,5YR6/6	5YR6/6
humide .....	7,5YR6/6	7,5YR6/6	5YR6/7
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	0,02	0,03	0,06
Argile .....	1,6	3,4	8,4
Limon .....	0,6	0,4	1,1
Sables fins .....	83,1	72,0	67,0
Sables grossiers .....	13,9	23,4	22,5
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	2,03	2,2	4,0
p F 4,2 .....	0,9	1,09	2,5
Matière organique o/oo			
C total .....	0,12	0,16	0,35
N total .....	0,04	0,04	0,04
C/N .....	3	4	6
Matières humifiées totales .....			
solubles .....	0,19	0,21	0,27
précipit. ....	0,16	0,20	0,24
précipit. ....	0,03	0,01	0,03
Complexe absorbant meq.%			
Ca .....	0,66	0,88	1,44
Mg .....	0,25	0,32	0,48
K .....	0,017	0,05	0,07
Na .....	0,01	0,08	0,02
S .....	1,01	1,33	2,00
T .....	0,19	1,44	2,44
V% .....	53	93	83
pH - pâte .....	7,4	7,6	7,9
- suspension 1/2,5 .....	7,6	8,2	8,2
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos. $10^{-6}$ /cm .....	24	17	23
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,01	0,03	0,05

- L'absence de végétation en A est attribuable au tassement, d'où difficulté de pénétration à l'eau (sec à 60 cm le jour de l'observation alors qu'en B l'humidité atteint 150 cm) qui ruisselle en surface, d'où difficulté de pénétration aux racines. Au contraire, en B ou C, les sols sont meubles et plus profondément humides. Les horizons superficiels de B et C montrent entre eux des différences dans la granulométrie des sables; cette seule observation ne permet pas d'avancer si cette différence détermine l'un et l'autre peuplement ou si au contraire elle est due à une faculté différente de captage des sables des deux types de végétation (hypothèse plus vraisemblable); elle peut être aussi simplement

accidentelle. De même, on ne peut rien tirer de la présence d'un bloc de cuirasse au contact C/ (A) sous Euphorbia balsamifera.

La variabilité de la granulométrie des sables récents semble seulement indiquer qu'il s'agit en tous cas de remaniements éoliens à courte distance.

- Noter que pour tous les prélèvements les pH sont nettement alcalins, malgré des taux de saturation parfois faibles, surtout en surface.

- Enfin, on peut comparer les taux de matière organique entre ces sols d'apport régosolique actuels et le sol de flanc de dune fixée S 61/35A situé à 7 Km à l'ouest. Ce dernier se confirme faire la transition vers les sols gris subdésertiques et cette comparaison souligne ici l'importance du facteur vent dans la pédogenèse des sols bruts désertiques.

#### Observations sur la végétation

Aux caractéristiques du microrelief et des sols sont liées deux phisionomies : une steppe à Panicum turgidum sur buttes sableuses et des zones basses, soit totalement dénudées, ou bien colonisées par des buqueteaux d'Acacia flava lorsque affleurent des dalles rocheuses.

L'unité phisionomique ici la plus importante (dont la composition floristique figure dans le relevé 61/36B) appartient à un groupement mixte herbacé ligneux et parfois purement herbacé d'une extension géographique considérable : la steppe à Panicum turgidum (voir photo n° 6). Ce type phisionomique commence à se manifester sur sables plus ou moins meubles à partir d'une pluviométrie inférieure à 200 mm environ. Sa pénétration vers le nord varie à diverses longitudes et suivant les latitudes (pluviosités !). Il est constitué de strates floristiquement et structuralement différencierées.

La structure verticale de cette unité phisionomique comporte ici, outre la strate steppique à Panicum turgidum et Aristida pallida, des strates d'annuelles, l'inférieure très lâche, la strate prostrée, elle, comportant par plages des colonies d'éléments jointifs (Mollugo sp, Gynandropsis sp). Deux strates ligneuses (buissonnante et arbustive) sont présentes. L'apparition de chaméphytes sensu stricto (ici Chasoanum marrubifolium) dépend de la disponibilité assez variable entre stations d'espèces caractérisées par ce port prostré.\*

Comme le montre la photo aérienne, la structure horizontale est peu uniforme, mais elle n'est pas caractérisée comme dans le site 61/54 (plateau au sud de Oualata) par deux faciès herbacés individualisés. Ici la strate annuelle et la strate steppique s'interpénètrent totalement. On observe donc que la strate steppique ne se contracte pas sur les plages les plus sableuses.

Nous avons entrepris, à l'aide de cette photo, un essai d'interprétation quantitative de la structure horizontale qui nous a donné les indices suivants :

Surface totale embrassée par la photo : 22.300 m<sup>2</sup>

Strates ligneuses (avec exclusion de la strate prostrée) :

---

\* Ces chaméphytes sont vraisemblablement caractéristiques de la tranche latitudinale la plus sèche de ces steppes.

Espèces	Nombre d'individus/ha	Surface moyenne de la couronne	Recouvrement total des couronnes
Acacia flava	35	7,6 m <sup>2</sup>	1,2 %
Acacia Raddiana	12	14,5 m <sup>2</sup>	0,8 %
Boscia senegalensis	2	11,8 m <sup>2</sup>	0,1 %
Commiphora africana	10	8,8 m <sup>2</sup>	0,4 %
Euphorbia balsamifera	15	6,0 m <sup>2</sup>	0,4 %
Maerua crassifolia	16	3,4 m <sup>2</sup>	0,2 %
Totaux	90		3,1 %

Strate steppique (Panicum turgidum uniquement) :

Recouvrement total 6,4 % (avec un maximum de 19 % pour un carré de 10 m de côté (carré k6 de la grille sur la figure 21, page 85).

En raison de la présence de touffes jointives, la densité moyenne de cette strate n'a pas pu être calculée ici pour l'ensemble de la surface; d'après les densités des carrés de 10 m, on peut l'estimer à 500 individus/ha.

Les variations de densité et de recouvrement du peuplement de Panicum turgidum sont probablement liées aux variations de profondeur de l'ensablement, le peuplement étant d'autant plus dense que l'ensablement est plus important.

Les arbres se rencontrent surtout entre les buttes dans les plages les plus basses. L'Acacia flava peut parfois former des fourrés là où se rencontrent des affleurements rocheux (zone ab 17 et 18 de la photo aérienne).

En C, sur un dôme sableux s'isole une buissonnaie d'Euphorbia balsamifera à strate ligneuse monospécifique (voir photo n° 7). Il est intéressant d'observer l'absence presque totale d'herbacées dans le voisinage de cette buissonnaie, ce qui n'est pas toujours, mais fréquemment, le cas dans les abords immédiats de cette euphorbe lorsqu'elle se présente en peuplements assez serrés.

Les observations pédologiques n'ont relevé aucune différence de texture sensible entre le dôme sableux à Euphorbia\* et les buttes à Panicum.

\* L'apparition localisée de peuplements denses d'Euphorbia balsamifera à des latitudes très diverses et sur des substrats très divers (dunes du littoral mauritanien vers 16°, éboulis rocheux au Zemmour sur 25°) et sa distribution discontinue ne manquent pas de poser un problème.

La distribution des deux unités phisonomiques buissonnaie et steppe reste sans explication. Il est très regrettable que l'absence de sauterelles n'ait pas permis d'étudier leur distribution locale en présence d'unités phisonomiques aussi nettement différenciées.

Numéro du relevé : 61/36 B

type : steppe buissonnante  
arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Sesamum alatum</i> <i>Gynandropsis gynandra</i> <i>Heliotropium sp.</i> <i>Limium linifolium</i> <i>Mollugo cerviana</i> <i>Tragus racemosus</i>	b. <i>Sesamum alatum</i> <i>Aristida stipoides</i>  v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aristida pallida</i> <i>Latipes senegalensis</i>	v. <i>Panicum turgidum</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Chascanum marrubifolium</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Acacia Senegal</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Acacia flava</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Cordia Rotthii</i> <i>Euphorbia balsamifera</i> <i>Maerua crassifolia</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Acacia Senegal</i> <i>Commiphora africana</i>	

### 3) Transect méridien entre la bordure du Dahr et la latitude 18° N

#### Présentation

Dans les stations des abords du plateau, la diversification de la végétation en unités physionomiques est avant tout l'expression de la physiographie locale. Vers le nord (voir fig. 23), s'étend une plaine sableuse exempte d'accidents physiographiques : du sud vers le nord les changements dans la végétation traduisent donc essentiellement l'assèchement progressif du climat. La plaine sableuse apparaît assez uniforme jusque vers la latitude 17°40' : pas d'affleurements rocheux, pas de zones étendues à sable tassé du type 61/36 A.\* A partir de 17°40' se rencontrent des dunes longitudinales orientées plus ou moins E-W avec des dénivellées de 1m50 à 2 m et une amplitude entre crêtes de 30 à 300 m. Peu avant d'avoir atteint le 18ème parallèle, ces crêtes rectilignes se disloquent en un petit aklé. Ces perturbations dans le modèle du microrelief expriment de façon concomitante l'assèchement du climat vers le nord.

A toutes les latitudes de l'itinéraire prospecté, la strate ligneuse porte les traces d'un ébranchage assez fréquent : manifestation de nomades transhumants dans cette région, sinon complètement désolée. Lors de notre passage, il avait déjà plu ; les strates annuelles étaient présentes et la plupart des vivaces, en état de végétation.

\* Cet itinéraire a été parcouru en l'absence du pédologue et les observations détaillées sur les sols font donc défaut.

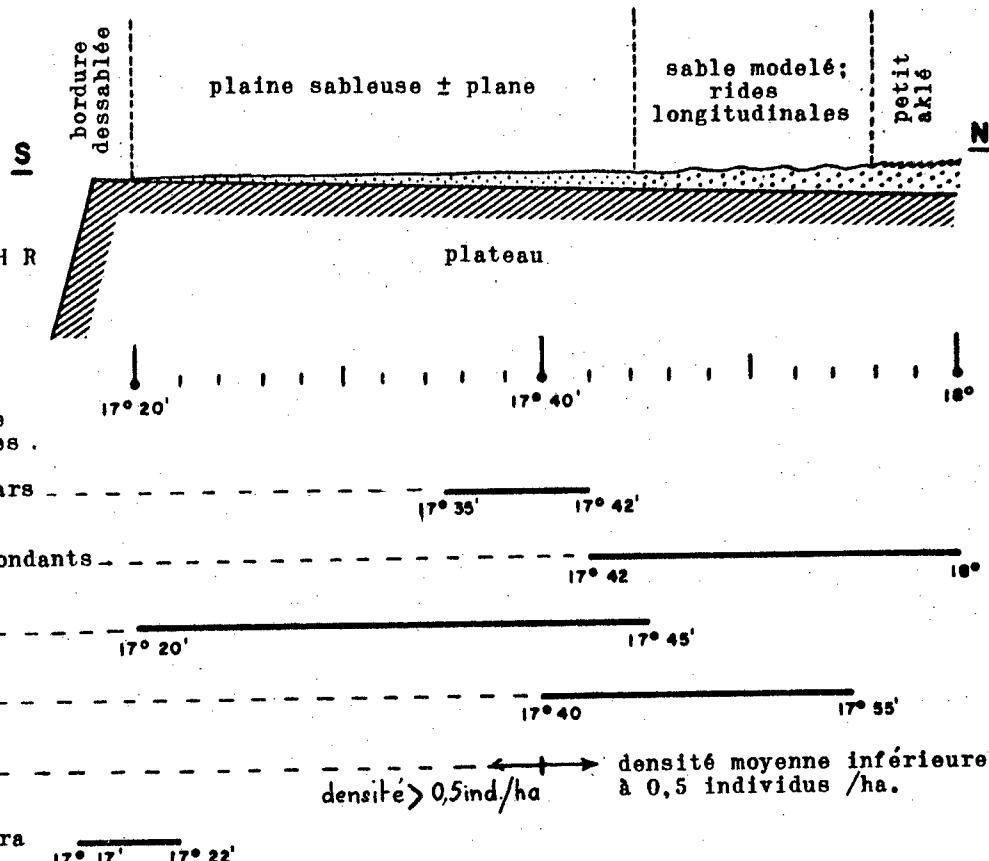


Fig.23 Coupe schématique méridienne à travers le plateau sur 6° 55' W entre 17° 17' et 18° N et relation du type d'ensablement avec la distribution de certaines espèces.

#### Observations sur la végétation

Sur la plaine sableuse, on trouve tour à tour des phisionomies steppiques arborées et inarborées qui s'étendent parfois sur plusieurs kilomètres, l'absence d'arbre n'étant pas liée à un facteur stationnel manifeste. S'agit-il de minimes différences de profondeur de l'ensablement ? Doit-on estimer qu'il s'agit peut-être de clairières dues à l'intervention de l'homme ? Il va sans dire que les possibilités de régénération d'une strate arbustive dans un milieu aussi hostile sont faibles. Aussi son élimination peut-elle parfaitement apparaître comme une intervention irréversible. Seules des observations méthodiques beaucoup plus poussées que les nôtres et étalées dans le temps pourraient toutefois se permettre de mesurer le résultat possible de cette intervention.

Sur la latitude de 17° 25', les deux types de steppes, arbustive et inarborée, ont été trouvés en alternance fréquente. Nous en donnons un bref relevé floristique dans les sites 61/37A (steppe vraie) et B(steppe buissonnante arbustive).

Numéro du relevé : 61/37A

type : steppe vraie

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Colocynthis vulgaris</i> <i>Euphorbia (granulata?)</i> <i>Faresetia ramosissima</i> <i>Heliotropium sp.</i> <i>Mollugo cerviana</i> <i>Sesamum alatum?</i> <i>Tragus racemosus</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Aristida sp.</i> v? <i>Farsetia ramosissima</i> <i>Lapides senegalensis</i> v. <i>Aristida pallida</i> <i>Panicum turgidum</i>	v. <i>Aristida pallida</i> <i>Panicum turgidum</i>	
STRATES LICHENISES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Melhania denhamii</i>			

Numéro du relevé : 61/37 B

type : steppe buissonnante lâchement arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Sesamum alatum</i> <i>Tephrosia purpurea</i> a? <i>Latipes senegalensis</i> v? <i>Tragus racemosus</i>	a. <i>Sesamum alatum</i> v. <i>Aristida acutiflora</i> <i>Aristida pallida</i> <i>Cyperus conglomeratus</i>		
STRATES LICHENISES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Maerua crassifolia</i> <i>Acacia flava</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Maerua crassifolia</i>	

Vers 17°35' apparaissent les premiers pieds d'*Aristida pungens* (voir relevé 61/38). La strate arbustive fait presque totalement défaut, l'*Acacia Raddiana* se réduisant à des individus plus ou moins broussailleux.

Vers 17°40 se manifestent les premières dunes longitudinales se suivant de façon continue. Dès que le sable devient moins cohésif, le *Panicum turgidum* cède le terrain à l'*Aristida pungens*.

couverture présente :

Surface considérée : 1 ha

<u>Espèce</u>	<u>Densité</u>	<u>Recouvrement</u>
<u>Aristida pungens</u>	84/ha	1,2 %
<u>Calligonum comosum</u>	2/ha	0,3 %
<u>Acacia Raddiana</u>	3/ha	0,3 %

Ces buttes de sable sans aucune consistance nous forcent à rebrousser chemin, les roues des voitures s'y enfonçant dorénavant comme dans un tas de plumes.

Numéro du relevé : 61/41

Type : steppe très lâchement arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Heliotropium (bacciferum)</i> <i>Indigofera argentea</i> <i>Moltkia ciliata</i>	v. <i>Cyperus conglomeratus</i>	v. <i>Aristida pungens</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Acacia Raddiana</i>	

### III. OUED INITI

#### L'Oued Initi et ses abords

##### Présentation (voir fig. 24)

Pluviométrie estimée : 90 mm.

- Un site a été étudié sur le Dahr S 61/66, qui n'a rien à voir avec l'Oued Initi. Il s'agit d'une station à plages de végétation sur Continental intercalaire gravillonnaire remanié.
- L'Oued Initi, dans la partie supérieure de son cours, 7km environ après sa sortie du Dahr, constitue une vaste plaine d'épandage ou "daya" (Site 61/69). Il sort de cette plaine affaibli et se reconstitue en oued important par l'apport d'affluents latéraux. Dans son cours moyen, la berge a été étudiée (S. 61/67 et 68) ; sur la rive droite et au même niveau, le glacis (S. 61/71) portant une végétation en plages.

Plateau avoisinant.

##### Site 61/66 : le Dahr

##### Situation

- Coordonnées  $17^{\circ}30'N$   
 $7^{\circ}18'30'W$

- Le replat en bordure de la falaise est encombré de blocs de grès et cuirasse parfois très gros (1).
- En arrière, à quelques centaines de mètres, l'épandage est moins grossier, moins abondant et entrecoupé de plages sableuses couvertes de végétation.

##### Observations (1er septembre 1961)

##### S. 61/66A

- sur surface plane gravillonnaire
- absence totale de végétation
- aspect superficiel : épandage dense, à peu près continu de gravillons ferrugineux (cimentation de grain de quartz jugé Continental intercalaire) inférieur à 1 cm et de quartz irréguliers émoussés de 1 à 5 mm.  
En dégageant ce pavage grossier continu, on découvre sur la surface du sol une couche de sable jaune rouge délié de 1 à 2 mm d'épaisseur.

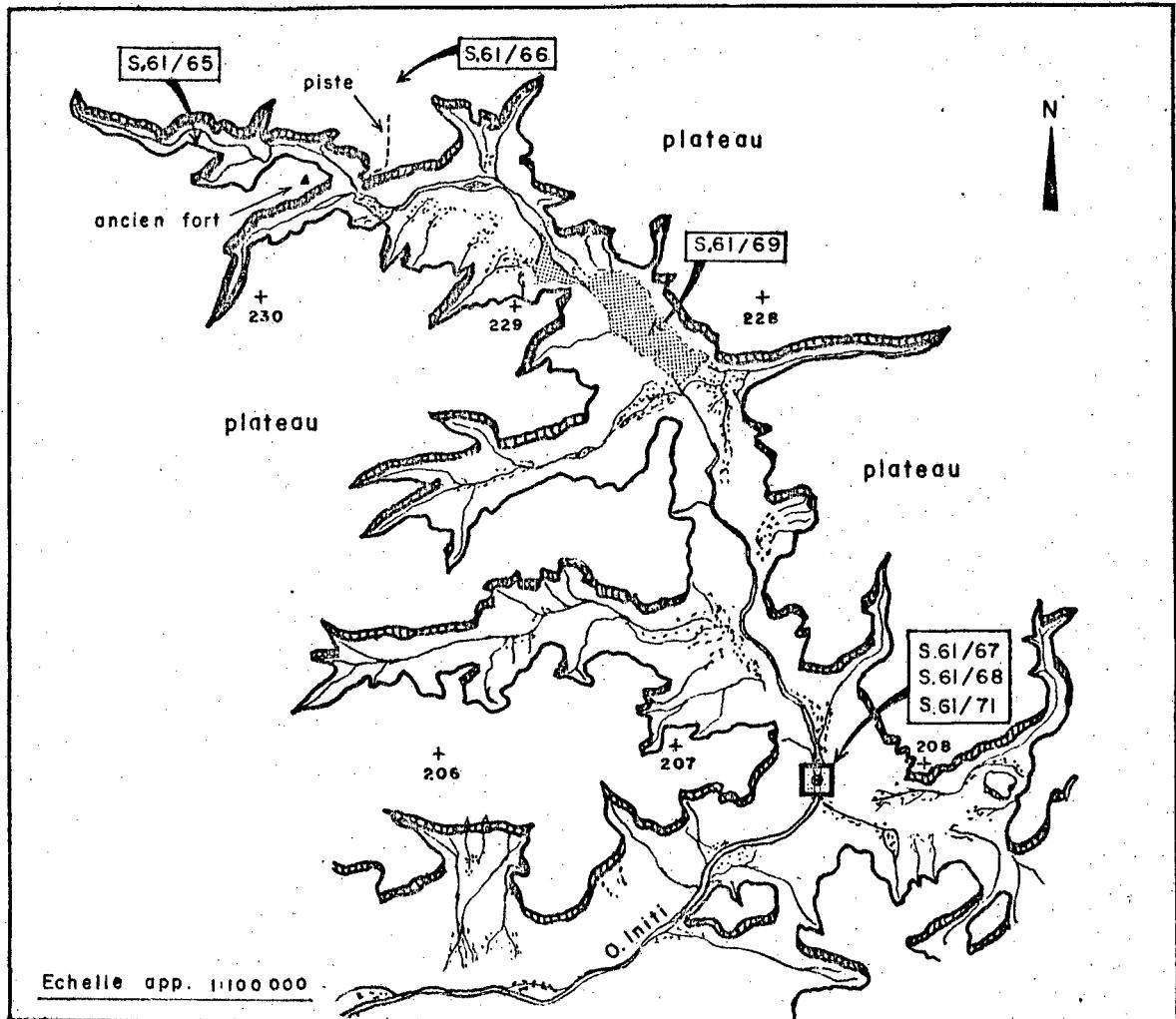
##### Description

0-4 cm Horizon brun rouge, sablo-argileux fortement graveleux (les mêmes gravillons que ceux décrits en surface). La matrice présente une structure polyédrique moyenne; cohésion moyenne à assez faible; porosité tubulaire très faible, sauf tout en surface, sur un ou 2 mm où on observe une porosité alvéolaire très développée (aspect d'éponge).

4 Même couleur et matrice, mais avec une beaucoup plus forte proportion de gravillons ferrugineux, grès, quartzites souvent plus ou moins ferruginisés et pouvant être gros comme le poing.

##### Conclusion

Sol minéral brut, lithosolique - c'est un reg.  
Prélèvement S.61/66Al : 0-10 cm.  
Résultats p. 101.



D'après assemblage de photos de la coupure NE-29-XI.

Plaine d'épandage

Zone d'épandage secondaire

Coordonnées de référence       $17^{\circ} 24' 30''$  N  
     $7^{\circ} 15' 00''$  W

Nadir et n° du cliché IGN.

Fig.24 Oued Initi - localisation générale des sites visités.

Site n° 61/66

Profil 66A et B

Echantillon n°	66A.1	66B.1
Profondeur en cm	0-10	0-10
Refus 2mm% Terre totale	66	1,2
Couleur Munsell Terre fine		
sec .....	7,5YR5/5	7,5YR6/4
humide .....	5YR4/6	5YR6/8
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	0,21	0,11
Argile .....	18,1	6,2
Limon .....	8,6	1,6
Sables fins .....	44,8	63,4
Sables grossiers .....	25,7	29,7
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p. F 3 .....	10,1	2,8
p F 4,2 .....	5,98	0,8
Matière organique o/oo		
C total .....	1,20	0,62
N total .....	0,14	0,16
C/N .....	9	4
Matières humifiées totales .....	0,15	0,29
solubles .....	0,12	0,20
précipit. ....	0,03	0,09
Complexe absorbant mEq.%		
Ca .....	3,65	1,96
Mg .....	0,67	0,52
K .....	0,26	0,07
Na .....	0,14	0,08
S .....	4,72	2,63
T .....	7,36	—
V% .....	64	—
pH - pâte .....	6,1	—
- suspension 1/2,5 .....	8,8	—
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	94	76
(extrait aqueux 1/5)		
Cl .....	0	0
SO <sub>4</sub> .....	0	0
Gypse .....	0	0
Calcaire total % .....	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,40	—

S. 61/66B

- Plage sableuse un peu surelevée, de quelques mètres de diamètre, colonisée.

#### Description

0-2 cm Croûte brunâtre, litée, sableuse (sable beige), de cohésion faible; porosité inobservable.

2-40 Brun clair (à brun rouge clair), assez finement sableux mais avec mélange de gros quartz anguleux un peu usés pouvant atteindre plus

de 2 mm et quelques très petits gravillons (2-4 mm).

Tassé - Structure fondu; débits anguleux, polyédriques assez

grossiers - Cohésion moyenne - Porosité tubulaire très faible.

Racines fines et nombreuses pénétrant bien la masse.

40 cm Masse gravillonnaire : substrat observé en A.

#### Conclusion

Sol brut réglosolique.

#### Résultats analytiques

Ils soulignent en particulier la différence de matériau superficiel entre les deux points d'observation tant pour la proportion de terre fine que pour la granulométrie de la terre fine elle-même.

Les chiffres de matière organique - bien que très faibles en valeur absolue - sont relativement forts pour des sols bruts. On note toutefois une liaison positive entre ces taux de matière organique et les teneurs en argile; le fait est général et a déjà été signalé; il semble qu'au-dessous d'un certain taux, l'interprétation des chiffres devient délicate et doit être faite strictement en fonction de la texture.

#### Conclusion

Ces observations rapides sont à rapprocher des sites S. 61/47-54-36 et même 35 B. Elles confirment que les dispositions de végétation discontinues sont très fréquemment liées à des recouvrements superficiels sableux - parfois peu épais - sur un matériau de texture plus lourde ou de même texture mais plus tassé, c'est-à-dire présentant de mauvaises propriétés physiques en ce qui concerne la pénétration des racines et de l'eau.

#### Observations sur la végétation

Les plages sableuses du type 66B sont colonisées par des communautés mixtes herbacées ligneuses qui s'interpénètrent. Dans les strates herbacées annuelles se rencontrent des pieds isolés de Panicum turgidum. Ce type de colonisation pourrait être considéré comme intermédiaire entre les boisements clairs d'Acacia flava et les steppes à Panicum dont des exemples ont été décrits dans les abords du fort de Oualata, et on pourrait alors considérer qu'il se manifeste sur les ensablements les plus superficiels. De la falaise vers le plateau ensablé, la séquence des unités phisyonomiques traduisant la profondeur des ensablements serait alors la suivante :

Bois clairs et/ou buissonnantes (Aristida funiculata, Acacia flava,  
Euphorbia balsamifera)

Prairies éphémères buissonnantes et/ou arbustives (Schoenfeldia gracilis  
+ Boscia + Commiphora)

Steppe arbustive (Panicum turgidum, Commiphora + Acacia Raddiana).

Numéro du relevé : 61/668

type : prairie saisonnière buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<i>Baerhavia (coccinea?)</i> <i>Glossonema boveanum</i> <i>Indigofera oculata</i>	<i>Aristida sp.</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Eragrostis (pilosa?)</i> <i>Schoenfeldia gracilis</i> <i>Tephrosia nubica</i> <i>Tephrosia uniflora</i>	<i>Aristida stipoides</i> <i>Panicum turgidum</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Indigofera argentea</i>	<i>Boscia senegalensis</i> <i>Chascanum marrubiifolium</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Euphorbia balsamifera</i>	<i>Acacia Raddiana</i>	

S. 61/65 : ravin de la tête de l'oued

#### Situation

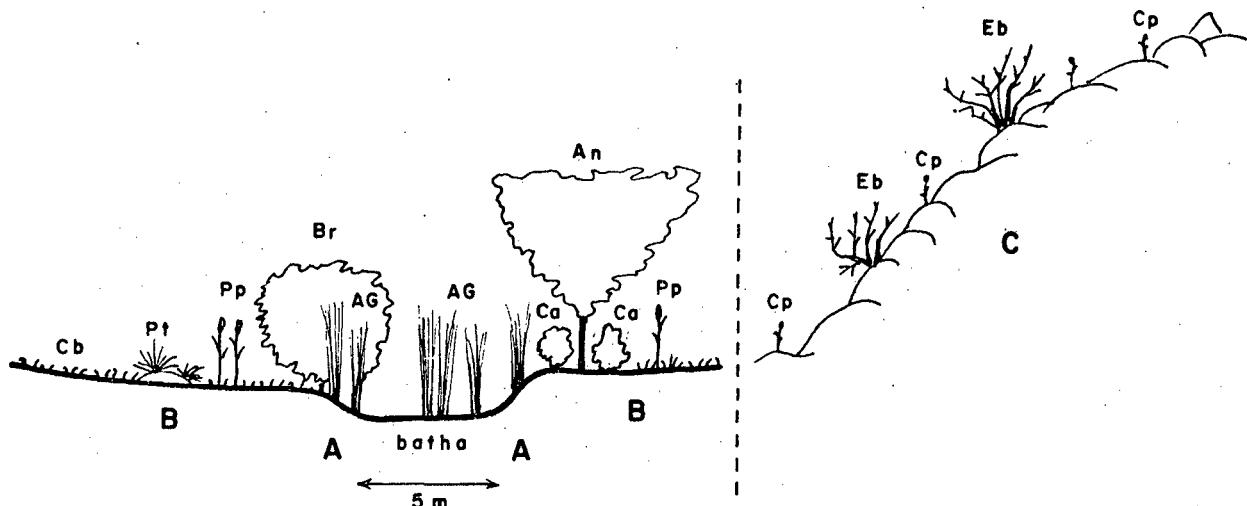
La tête de l'oued est constituée de ravins encaissés dans la falaise. Les bathas sableuses remontent très haut en amont, puis s'encombrant de dépôts rocaillieux, disparaissent finalement dans la partie tout à fait terminale du réseau collecteur.

#### Végétation

Ces bathas étroites sont bordées de galeries de végétation ripicole caractérisées ici par des éléments floristiques appartenant à une zone climatiquement beaucoup plus humide (Andropogon Gayanus, Bauhinia rufescens, etc.)

Dans la fig. 25 nous avons schématisé la disposition de ces éléments.

En A (batha et ses rebords immédiats) l'aspect de la végétation rappelle celui d'une savane buissonnante-arbustive. Par taches se développent d'épais fourrés de Bauhinia rufescens, de Combretum aculeatum et de Boscia senegalensis.



L e g e n d e

An = Acacia nilotica	Eb = Euphorbia balsamifera
Ag = Andropogon Cayanus	Pp = Pennisetum purpureum
Br = Bauhinia rufescens	Pt = Panicum turgidum
Ca = Combretum aculeatum	A = ravin
Cb = Cenchrus biflorus	B = levée
Cp = Cleome paradoxa	C = éboulis rocheux de la falaise

Fig.25 Coupe schématisée à travers un ravin de la tête de l'oued Initi.

En B, sur la levée on retrouve la prairie éphémère à Cenchrus biflorus\* buissonnante ou arbustive caractéristique des levées situées en aval dans le cours principal.

En C, sur les éboulis rocheux avoisinants s'est installée une buissonnaie d'Euphorbia balsamifera avec un peuplement épars de Cleome paradoxa, parfois dense dans les poches ensablées remplies les fissures entre cailloux.

Site 61/69A : Plaine d'épandage intermédiaire de l'Oued Initi et sa bordure

Situation

- Coordonnées 17°28N  
7°17E

Observations pédologiques

Profil 61/69A

- Petite zone basse à l'intérieur de la plaine d'épandage.

Description

0-1 cm Petite croûte brune superficielle lissée (battance) craquelée en polygones de 10-12 cm de dimension, présentant des passées jaune-ocre plus sableuses (litage).  
Texture sableuse dans son ensemble.

\* Initi en maure = Cenchrus biflorus.

Structure lamellaire assez grossière; cohésion assez faible.

- 1-8 cm Horizon brun assez clair, sablo-argileux ou sablo-limoneux. Bien structuré dans son ensemble, mais variable : plages à structure granuleuse à polyédrique moyenne (1 cm) alternant avec des plages à structure massive (gros éléments mal définis de 5 à 10 cm) - Cohésion assez forte. Microporosité tubulaire forte (pores dans toutes les directions). En plus, macroporosité développée en liaison avec la bonne structuration et une intense activité biologique animale et végétale; nombreuses racines.
- 8-20 Un petit lit plus sableux (quelques millimètres) souligne la séparation des deux horizons. Horizon brun vif irrégulier : passées argileuses brun chocolat avec des traînées jaune ocre sableuses, fines, nettes et denses donnant à l'ensemble un aspect marbré. Observé un peu humide. Assez massif dans l'ensemble; sous structure polyédrique assez fine pas très nette; cohésion estimée forte (humide). Porosité forte. Encore très nombreuses racines.
- 20-40 Horizon sableux jaune rougeâtre, humide. Structure fondu. Porosité tubulaire faible mais existante s'ajoutant à la porosité originelle du matériau. Nombreuses racines.
- 40-55 Horizon de transition, avec à nouveau mélange mal homogénéisé d'argile et de sable donnant un aspect taché. Observé humide. Porosité moyenne.
- 55 observé jusqu'à 120 - Horizon sablo-argileux, jaune rougeâtre observé à la sonde. Très humide; collant.

#### Conclusion

- Ce sol est caractérisé par la présence d'un horizon humifère défini de 20 cm d'épaisseur; il est typiquement intrazonal. L'horizon humifère est peu épais; il serait dû au déséquilibre entre l'apport relativement considérable de matières végétales et la durée d'activité biologique réduite - au moins superficiellement - du fait de la sécheresse du climat.
- On peut estimer qu'en profondeur l'humidité plus prolongée conduit à une minéralisation intense. Pourtant la matière organique apparaît bien décomposée : il s'agirait d'une sorte de Ranker d'humus doux (équivalent sous climat aride chaud des Xérorankers définis par FRANTZ en 1956 comme sol zonal d'Autriche sous climat semi-aride froid).
- Le matériau hétérogène sur son ensemble correspond au régime de crues irrégulières d'où nature des alluvions variables avec chaque crue et par surcroit remblaiement éolien possible entre chaque crue.

#### Résultats analytiques (voir p. 106)

Les analyses granulométriques, correspondant à des prélèvements globaux d'horizons, ne traduisent pas les contrastes observés sur le profil, mais indiquent seulement les variations d'ensemble, elles aussi notables. On note à tous les niveaux une forte proportion relative de limon et de sables fins. La teneur en matière organique de l'horizon superficiel est exceptionnellement élevée (1%) pour le contexte climatique et pédologique. La décroissance avec la profondeur est rapide jusqu'à 20 et brutale à partir de 20. On note au passage la liaison entre les taux de carbone et d'argile sur le profil, qui contribue à souligner cette chute brutale coïncidant avec un

Site n° 61/69

Profil 69A

Echantillon n°	69A.1	69A.2	69A.3	69A.4
Profondeur en cm	0-8	10-20	30-40	40-120
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR5,5/4	7,5YR5/4	7,5YR6/6	7,5YR6/4
humide .....	7,5YR4/4	5YR4/4	7,5YR5/6	7,5YR6/6
Analyse mécanique % Terre fine .....				
Matière organique .....	1,0	0,36	0,04	0,13
Argile .....	15,4	15,3	9,3	17,1
Limon .....	19,0	11,4	4,8	16,6
Sables fins .....	58,3	61,7	78,7	53,9
Sables grossiers .....	7,3	7,6	5,5	9,3
Caractéristiques hydriques .....				
Humidité % p F 3 .....	15,8	13,2	8,5	16,1
p F 4,2 .....	7,8	6,2	3,8	8,7
Matière organique o/oo .....				
C total .....	5,81	2,11	0,23	0,73
N total .....	0,56	0,25	0,11	0,19
C/N .....	10	8	2	4
Matières humifiées totales .....				
solubles .....	0,61	0,33	0,30	0,11
précipit. ....	0,40	0,16	0,20	0,08
0,21	0,17	0,10	0,03	
Complexe absorbant méq.% .....				
Ca .....	5,58	5,68	3,67	6,07
Mg .....	1,00	2,51	1,87	2,87
K .....	0,16	0,28	0,24	0,20
Na .....	0,15	0,11	0,08	0,17
S .....	8,89	8,61	5,87	9,29
T .....	12,36	10,00	5,84	13,70
V% .....	72	86	99	68
pH - pâte .....	7	7	7,4	7,5
- suspension 1/2,5 .....	7,1	7,5	7,5	7,8
Test de salinité .....				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	57	26	26	44
(extrait aqueux 1/5) .....				
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,46	0,38	0,53	0,57

horizon plus sableux (prélèvement 30-40).

Les C/N indiquent une minéralisation poussée en profondeur (2 à 4); en surface les valeurs de 8 à 10 sont évidemment élevées en comparaison des sols de la région, tous caractérisés par une forte déficience carbonée. Le taux d'humidification en surface est également modeste, inférieur ou égal à 6 %. Ces caractères tendraient à faire conclure à un humus déjà grossier. Pourtant ces conclusions doivent être tempérées car les C/N considérés en valeur absolue restent faibles et le profil ne montre aucune

tendance à l'acidité non plus qu'à la désaturation. La définition de Ranker d'humus doux reste donc valable jusqu'à plus ample informé, mais méritait d'être critiquée.

Ce sol, possédant de bonnes propriétés physiques (porosité en particulier; texture de mélange créant des voies de pénétration et contrebalançant des risques de compacité) et ceci avec une texture d'ensemble assez fine pour lui conférer une richesse chimique considérable en comparaison des sols sableux, est potentiellement et pratiquement - vu son approvisionnement en eau privilégié - très fertile.

#### Observations sur la végétation

Dans cette plaine d'épandage intermédiaire nous avons été frappés par l'extraordinaire développement de l'Andropogon Gayanus dont une coupe sur 4 m<sup>2</sup> a indiqué une production avec l'ordre de grandeur suivant :

Kg/ha matière sèche	Kg/ha matière verte
8.600	21.500

Teneur en matière sèche (stade phénologique : début floraison) :

Partie basale des touffes (avec chaumes de l'année précédente) ..... 45 %

Partie médiane (avec feuilles caulinaires) ..... 35 %

Tiges supérieures et inflorescences ..... 30 %

Les tiges fructifères de l'Andropogon atteignent 2 m de hauteur et la strate qu'il forme est, par taches, extrêmement fournie; partout, sauf en bordure même de la cuvette d'épandage, ses éléments sont jointifs. Les espèces de la strate annuelle ne sont représentées que par des individus isolés dans les touffes de la graminée vivace.

La présence de cette communauté mésophile à une latitude saharienne est évidemment liée à une alimentation en eau exceptionnelle dont ne bénéficie d'ailleurs que la partie la plus basse de la plaine d'épandage. A quelques centaines de mètres de l'axe d'alimentation vers le bord, sur un sol à vrai dire plus sableux et moins profond (B), on ne trouve plus qu'une prairie éphémère à strate herbacée claire avec Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris dont on ne peut estimer la production à guère plus de 5-800 Kg/ha de matière sèche.

Numéro du relevé : 61/69A

type : savane buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
	a. <i>Alysicarpus ovalifolius</i> <i>Corchorus tridens</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Eragrostis pilosa</i> <i>Pennisetum (violaceum?)</i> <i>Tephrosia uniflora</i>		v. <i>Andropogon Gayanus</i> var.
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
		<i>Acacia Raddiana</i>	
		<i>Boscia senegalensis</i>	
		<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	

Site 61/68 : berge remaniée

Observations pédologiques

- Bordure de la berge remaniée raffraîchie sur quelques décimètres d'épaisseur (voir photo n° 9).

Description

- 0-7 cm Beige clair rosé; finement sableux.  
Structure fondu à particulaire; cohésion très faible.
- 7-8 Petit niveau plus argileux, plus brun.
- 8-60 Horizon jaune rougeâtre à brun clair, sableux, assez fin et assez bien trié - Humide.  
Structure fondu à particulaire.
- 60-70 Alternance de lits sableux et à texture plus fine.
- 70-120 Sable jaune rouge grossier, très hétérométrique, avec des graviers plus grossiers (sable de bata) gorgé d'eau.  
Structure totalement particulaire.
- 120 observé jusqu'à 160 - Horizon plus argileux, rouge jaunâtre sombre, très humide, plastique - observé à la sonde.

Conclusion

Sol jeune à minéral brut sur alluvions complexes.  
Le niveau plus argileux observé à partir de 120, s'observe à 100 dans le lit de la bata surmonté de produits plus grossiers contenant des fragments de roches altérées et des gravillons. Ce niveau correspondrait à un dépôt d'alluvions anciennes, sous un régime plus régulier.  
Le schéma d'interprétation est le suivant :

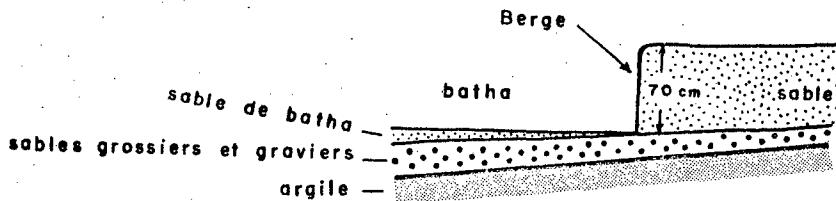


Fig.27 Coupe interprétative de la batha et de sa berge dans le cours moyen.

Le remblai de berge actuel montre des litages correspondant au régime de crue et sans doute à un apport éolien possible.  
Les analyses granulométriques montrent que ces dépôts sont à peu près strictement sableux, avec une proportion variable mais souvent importante de sables grossiers.

Site n° 61/68

Profil 68

Echantillon n°	68.1	68.2	68.3	68.4
Profondeur en cm	0-10	50-60	80-110	130-150
Refus 2mm% Terre totale	0	0	6,8	0
Couleur Munsell Terre fine				
sec .....	7,5YR7/4	7,5YR6/4	5YR6/6	5YR5/6
humide .....	7,5YR6/4	7,5YR6/6	5YR5/6	5YR4/6
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,08	0,06	0,06	0,23
Argile .....	2,1	1,9	1,4	19,8
Limon .....	1,4	1,6	0,5	10,6
Sables fins .....	55,4	76,6	19,5	49,1
Sables grossiers .....	40,1	20,2	77,5	19,1
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	2,6	2,9	1,8	14,8
p F 4,2 .....	1,4	1,15	0,57	7,9
Matière organique o/oo				
C total .....	0,47	0,35	0,35	1,36
N total .....	0,12	0,15	0,06	0,28
C/N .....	4	2	6	5
Matières humifiées totales .....	0,20	0,17	0,20	0,25
solubles .....	0,16	0,12	0,12	0,16
précipit. ....	0,04	0,05	0,08	0,09
Complexe absorbant meq.%				
Ca .....	1,05	1,40	0,70	6,47
Mg .....	0,43	0,47	0,42	2,05
K .....	0,15	0,13	0,04	0,17
Na .....	0,04	0,05	0,03	0,15
S .....	1,68	2,06	1,19	8,85
T .....	4,06	2,70	2,00	11,00
V% .....	35	76	60	80
pH - pâte .....	7,0	6,1	6,6	6,5
- suspension 1/2,5 .....	7,7	7,8	7,8	7,7
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	22	27	17	46
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,18	0,12	0,43	0,15

Les analyses confirment également la très faible évolution de ce sol par des chiffres de matière organique bas. Le niveau d'arrêt argileux constitue pourtant une bonne condition d'approvisionnement en eau mais qui est contre-balancée ici par plusieurs facteurs défavorables :

- ce niveau est trop profond pour affecter la végétation herbacée
- il est surmonté d'un niveau grossier épais (70-120) physiquement et chimiquement défavorable bien que gorgé d'eau.
- enfin, la surface du niveau argileux pend vers le centre de l'oued et on peut estimer que ce niveau grossier est le siège d'un drainage latéral

constituant un sous écoulement vers le lit et que l'engorgement d'eau sur les bords n'est que de courte durée. L'état d'altération actuelle des fragments rocheux surmontant l'argile dans la batha est un argument en faveur de ce mécanisme.

#### Cours moyen de l'Oued Initi

- Coordonnées 17°28'30"N  
7°15'00"E

#### Disposition des paysages et des sites d'observation

Dans son cours central l'oued forme une batha sableuse, légèrement encaissée. Les ressauts sont plus marqués (30 cm à 1m50) sur la rive droite, où la levée est sableuse, que sur la rive gauche où la batha borde les glacis du Dahr pendant légèrement vers la batha.

La morphologie locale bien structurée permet de distinguer différents paysages que nous caractériserons schématiquement comme suit où nous situerons nos observation (se reporter à la figure 26).

Sur la rive droite, on trouve, le long de la batha :

- des berges remaniées par les crues et le vent, site 61/68, généralement séparées de la batha par un léger ressaut 30-50 cm. Le couvert herbacé est panaché (voir photo n° 9).
- des bourrelets vifs avec un abrupt sur la batha plus prononcé; ils sont complètement dénudés.
- des fourrés ripicoles 61/67B.

En retrait de la batha, la levée sableuse comporte soit des prairies éphémères de Cenchrus biflorus buissonnantes à strate herbacée très dense (61/67A) ou bien des plages affectées de remaniements éoliens dans lesquelles la strate herbacée devient plutôt une prairie steppique (mélange d'annuelles et de vivaces localisées par plages (61/67 C).

Sur la rive gauche on trouve sur une moindre profondeur des berges remaniées.

En retrait, l'ensablement devient, ainsi que la végétation, très discontinu et fait place à des étendues complètement dénudées. La végétation se distribue nettement le long des drains qui coupent le glacis en formant des ravinelles quelque peu encaissées et sableuses. Le site 61/71 a été placé dans la portion dénudée du glacis.

#### Observations sur la végétation (Site 61/68)

Les groupements pionniers s'installant sur la berge rassemblent de façon éparses des éléments de strates herbacées diverses. On notera que la strate arbustive fait défaut (voir relevé 61/68). Le couvert est très clair et les individus peu développés. Le Pennisetum violaceum (ainsi que des pieds épars de Pennisetum typhoideum) laissent présumer une mise en culture antérieure. Effectivement, nous avons retrouvé des cultures en amont dans une petite plaine d'épandage ici non décrite.

Numéro du relevé : 61/68

type : panaché

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Cenchrus biflorus</i>	b. <i>Pennisetum violaceum</i>	c. <i>Aristida pallida</i> <i>Panicum turgidum</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Acacia nilotica Boscia senegalensis Leptadenia pyrotechnica Salvadora persica	—	—

Site 61/67 : bourrelet de berge

Observations pédologiques

Profil 61/67A : bourrelet de berge à 20 m. environ du bord de la batha

Description

0-3 cm Horizon brun clair sableux, très peu humifère.  
Structure fondu; cohésion faible à très faible; porosité originelle du sable.

3 observé jusqu'à 120 - Horizon jaune rouge, sableux, à aspect lité assez fin (lits plus bruns apparemment à texture plus fine).  
Structure fondu, cohésion et porosité faibles.  
Racines assez nombreuses. Humide à partir de 15cm. Autour de 120, le sable redevient sec.

Conclusion

Sol caractérisé par son horizon humifère très réduit (0-3). Sol minéral brut réglosolique.

S. 61/67C

- Butte sableuse analogue à la précédente environ 150 m en amont, à une vingtaine de mètres du bord de l'oued, mais différent par une couverture végétale moins dense et une reprise d'érosion éolienne nette.  
Le profil est situé près d'une forte touffe de Panicum.

Description

0-10 cm Horizon brun très clair, sableux dans son ensemble, présentant un litage net de sables de calibres différents (lits de 5 à 10 mm d'épaisseur) d'où une structure à tendance feuilletée à particulaire; cohésion très faible.

Site n° 61/67

Profil 67A

Echantillon n°	67A.1	67A.2
Profondeur en cm	0-10	70-90
Refus 2mm% Terre totale	0	0
Couleur Munsell Terre fine		
sec .....	7,5YR6/5	7,5YR6/6
humide .....	7,5YR6/6	7,5YR5/6
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	0,17	0,12
Argile .....	1,6	2,8
Limon .....	0,9	1,4
Sables fins .....	58,8	79,2
Sables grossiers .....	37,3	14,9
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	2,8	3,7
p F 4,2 .....	1,1	1,6
Matière organique o/oo		
C total .....	0,97	0,70
N total .....	0,17	0,16
C/N .....	5,8	4
Matières humifiées totales .....	0,21	0,19
solubles .....	0,16	0,12
précipit. ....	0,05	0,07
Complexe absorbant meq.%		
Ca .....	1,10	2,00
Mg .....	0,48	0,85
K .....	0,24	0,27
Na .....	0,04	0,08
S .....	1,87	3,21
T .....	1,60	3,94
%	7	82
pH - pâte .....	6,1	7,1
- suspension 1/2,5 .....	8,5	8,4
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	32	36
(extrait aqueux 1/5)		
Cl .....	0	0
SO4 .....	0	0
Gypse .....	0	0
Calcaire total % .....	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,27	0,32

10 observé jusqu'à 175 - Horizon jaune rouge à brun clair, observé humide, finement sableux, présentant de toutes petites traînées noires.  
Structure à tendance particulaire.

Sec à 175 cm.

NOMBREUSES racines de Panicum explorant bien la masse.

#### Conclusion

La couleur brun clair est celle du sable, et on n'observe pas d'horizon

Site n° 61/67

Profil 67C

Echantillon n°	67C.1	67C.2	67C.3
Profondeur en cm	0-10	60-80	150-170
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine			
sec .....	10YR7/4	7,5YR6/4	7,5YR6/5
humide .....	10YR6/4	7,5YR6/6	7,5YR6/6
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	0,96	0,09	0,97
Argile .....	0,9	1,1	1,1
Limon .....	0,6	0,9	0,8
Sables fins .....	40,6	62,8	57,6
Sables grossiers .....	57,2	34,1	38,2
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	2,1	2,8	2,04
p F 4,2 .....	0,99	1,8	0,8
Matière organique o/oo			
C total .....	0,35	0,51	0,43
N total .....	0,06	0,05	0,07
C/N .....	6	10	6
Matières humifiées totales .....	0,26	0,17	0,16
solubles .....	0,20	0,12	0,12
précipit. ....	0,06	0,05	0,04
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	1,00	1,12	1,00
Mg .....	0,72	0,52	0,48
K .....	0,11	0,08	0,05
Na .....	0,04	0,03	0,04
S .....	1,81	1,75	1,57
T .....	3,28	2,52	2,80
V% .....	57	69	56
pH - pâte .....	6,7	7,6	7,5
- suspension 1/2,5 .....	7,6	8,1	7,9
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	14	18	37
(extrait aqueux 1/5) .....			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,16	0,16	0,76

humifère défini.

Sol minéral brut régosolique.

#### Résultats analytiques et discussion (S. 61/67A et C)

- Les formes de ces bourrelets et buttes sont manifestement éoliennes; pourtant les litages observés sur ces deux profils de façon constante ne sont pas caractéristiques des transports éoliens.

- On observe fréquemment après les tornades et dans les zones d'écoulement

entre les buttes sableuses des dépôts limoneux en croûte, mais jamais sur les buttes. Les analyses montrent d'une part la variabilité de la fraction sable de ces dépôts; d'autre part la proportion souvent forte de sables grossiers comme dans les alluvions de l'oued. Ces formes semblent donc correspondre à des transports éoliens à courte distance des matériaux meubles déposés par l'oued et ruisseleés sur les glacis. Cette dépendance des actions éoliennes de l'écoulement, dans les zones de relief en particulier a déjà été signalée dans les généralités à propos des nebkas (p. 5 et 6).

- Au point de vue évolution des sols et, en particulier, teneur en matière organique, on note :

- une teneur de 0,17 % en surface dans 67 A1, teneur plus faible, mais comparable à celle des sols gris observés sous 250 mm de pluie et ceci en matériau sableux.

Pourtant la morphologie des profils est différente et ceci conduit à penser qu'en dehors d'action éoliennes de remaniement massif, il existe des sols désertiques régosoliques sans horizon humifère défini (0-3 cm dans le cas présent) et à teneur non totalement négligeable en matière organique. On doit alors invoquer comme différence de qualité et de nature des matières humifiées correspondant à une dynamique microbienne propre. Cette différence ne semble pas pouvoir être mise en évidence par les C/N et les coefficients d'humidification.

- à l'intérieur de ces sols désertiques, les teneurs en matières organiques sont profondément affectées par l'intensité des remaniements éoliens (comparaison entre 67 A1 et 67 C1).

Ces sols caractérisent peut-être une zone de transition, correspondant à des couvertures végétales relativement abondantes pour une pluviométrie de 100mm et où le facteur pédogénétique vent n'a qu'un rôle encore secondaire.

#### Site 61/67 : observations sur la végétation

Numéro du relevé : 61/67 B

type : prairie saisonnière buissonnante et lâchement arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Latipes senegalensis</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Euphorbia granulata</i>	a. <i>Latipes senegalensis</i> <i>Pennisetum violaceum?</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cassia sp.</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Gynandropsis gynandra</i> <i>Schoenoplectus gracilis</i> <i>Sesamum alatum</i>	a. <i>Pennisetum violaceum?</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
		<i>Acacia nilotica</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Salvadora persica</i>	<i>Acacia nilotica</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>

En retrait des bourrelets de berge ou, en leur absence, bordant directement la berge (61/67B) de luxuriants Balanites mêlés à des Boscia et Maerua forment des fourrés discontinus coupés de plages herbacées. Sur la berge, on trouve aussi des Salvadora et à l'état isolé, des Acacia nilotica.

Le long de la berge, dans les espaces non occupés par les fourrés et sur la levée sableuse qui s'écarte de la batha, le sable se recouvre d'une prairie éphémère occupée de buissons irrégulièrement distribués (Boscia, Salvadora) La strate herbacée inférieure est dense à individus tous jointifs; le Cenchrus biflorus est l'espèce la plus productive. Une coupe sur 4m<sup>2</sup> de cette strate nous a donné 6500 Kg de matière verte à l'ha avec 25 % de matière sèche, soit 1700 Kg/ha.

On remarquera sur la fig. 26 que ce tapis herbacé annuel est de densité variable. Dans des zones où il y a reprise d'érosion éolienne (61/67C), il tend à s'éclaircir. Là s'installent sur des buttes des éléments steppiques (Aristida pallida, Panicum turgidum). Le couvert quoique encore physionomiquement mal défini, rappelle une prairie steppique.

#### Site 61/71 : glacis rive gauche de l'Oued Initi

##### Présentation

- Ce glacis descend du pied du Dahr dominant à l'ouest à quelques 1500 m.
- Les observations ont été faites dans la même zone que les profils de berges, environ 100 mètres en aval et sur la rive gauche, avant le confluent de l'oued (cf. fig. 26), à une cinquantaine de mètres de la berge de l'Oued Initi.
- Ce glacis correspond à une distribution typique de végétation en plages.

Zone plane dénudée : S. 61/71A

##### Description

Surface du sol battante, lissée, présentant de petites craquelures irrégulières, signes manifestes d'un écroulement récent en nappes avec dépôt finement sablo-limoneux, se desquamant en écailles par places (combinaison érosion pluviale et en nappe).

0-0,5 cm Couche lamellaire brune correspondant à cet apport récent.

0,5-6 Horizon brun rougeâtre, sablo-argileux, sec, présentant quelques passées et poches de sable jaunâtre.  
Structure polyédrique de taille moyenne; bonne structuration, cohésion moyenne. Porosité microtubulaire assez faible.

6-40 Rouge jaunâtre soutenu, observé humide - sablo-argileux; toujours quelques passées et petites poches sableuses.  
Massif; structure difficile à apprécier; tendance polyédrique; cohésion forte. Porosité moyenne.

40 observé jusqu'à 70 - Rouge jaune un peu clair, sec. Mêmes texture et irrégularité dans la texture.  
Très massif, tassé, durci; débits polyédriques grossiers présentant eux-mêmes une vague structure polyédrique; cohésion très forte; porosité moyenne.

##### Conclusion

Sol jeune minéral brut sur produits d'apport complexe.

Site n° 61/71

Profil 71 A

Echantillon n°	71 A.1	71 A.2	71 A.3
Profondeur en cm	0-6	30-40	60-70
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	5YR5/5	5YR5/6	5YR5/6
humide .....	5YR4/6	5YR4/8	5YR4/8
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,14	0,07	0,08
Argile .....	20,8	14,6	15,9
Limon .....	19,5	8,4	1,6
Sables fins .....	47,4	54,2	76,0
Sables grossiers .....	9,6	20,4	4,3
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	16,8	10,3	7,9
p F 4,2 .....	8,9	4,9	3,6
Matière organique o/oo			
C total .....	0,82	0,43	0,47
N total .....	0,16	0,17	0,15
C/N .....	5,1	2,5	3,1
Matières humifiées totales .....	0,14	0,26	0,29
solubles .....	0,12	0,20	0,20
précipit. ....	0,02	0,06	0,09
Complexe absorbant mEq.%			
Ca .....	8,47	5,71	5,10
Mg .....	1,48	2,21	1,57
K .....	0,458	0,248	0,156
Na .....	0,216	0,192	0,152
S .....	10,62	8,36	6,97
T .....	15,72	9,32	7,28
V% .....	76	90	95
pH - pâte .....	7,6	7,3	7,4
- suspension 1/2,5 .....	8,2	7,5	7,6
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	38	122	97
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....			

Zone de végétation : S. 61/71B

Situation : à 25 mètres du profil précédent. Pente non mesurable.  
Ensemble subhorizontal à pente générale très faible descendant du Dahr.

Description

0-4 cm Horizon brun clair - sableux un peu argileux.  
Structure à tendance feuilletée assez grossière; ensemble assez

Site n° 61/71

Profil 71B

Echantillon n°	71B.1	71B.2	71B.3
Profondeur en cm	0-4	25-35	60-70
Refus 2mm% Terre totale	0,7	0	0
Couleur Munsell Terre fine			
sec .....	7,5YR6/4	5YR5/6	5YR5/7
humide .....	5YR5/5	5YR4/8	5YR4/6
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,22	0,09	0,09
Argile .....	11,5	17,1	15,5
Limon .....	9,3	10,4	8,0
Sables fins .....	61,2	50,6	58,9
Sables grossiers .....	15,9	21,1	11,2
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	10,4	11,3	9,7
p F 4,2 .....	5,4	6,2	5,01
Matière organique o/oo			
C total .....	1,29	0,55	0,51
N total .....	0,15	0,14	0,09
C/N .....	8,6	3,9	5,1
Matières humifiées totales .....	0,31	0,16	0,22
solubles .....	0,20	0,12	0,16
précipit. ....	0,11	0,04	0,06
Complexe absorbant mEq.%			
Ca .....	5,32	6,19	5,70
Mg .....	2,25	1,87	1,88
K .....	0,29	0,19	0,16
Na .....	0,12	0,16	0,28
S .....	1,98	8,41	1,92
T .....	9,44	11,06	8,14
%	84	76	97
pH - pâte .....	7,0	7,5	7,4
- suspension 1/2,5 .....	7,6	8,1	7,6
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	39	46	97
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO4 .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,75	0,35	0,36

tassé à cohésion faible; porosité faible.

4 observé jusqu'à 45 et sondé jusqu'à 80 - Horizon rouge jaune un peu plus clair en profondeur. Humide (moins humide que 71A de 4 à 45, mais plus humide de 45 à 75 puisque 71A était sec à partir de 40). Sablo-argileux, avec passées et poches sableuses plus jaunes. Structuration un peu développée de type polyédrique à la partie supérieure, puis massif à gros débits anguleux; cohésion forte à très forte; porosité moyenne. Racines surtout abondantes jusqu'à 30, présentes ensuite.

### Conclusion

Même type de sol aussi peu évolué que le précédent (la végétation ne marque pas par un horizon humifère bien défini). Ce profil diffère du précédent par un petit recouvrement plus sableux de 0-4 cm.

### Résultats analytiques (p. 117 et 118) - Discussion

- Au point de vue pédologique, on note d'après les analyses que la présence de végétation marque dans les teneurs en matière organique pour les horizons superficiels, plus même que ne l'indiquent les chiffres en valeurs absolues puisque 71B1 est en même temps plus riche mais aussi plus sableux.
- Les observations confirment l'importance des recouvrements sableux pour l'installation de la végétation en précisant plusieurs points.
  - des recouvrements non strictement sableux mais contrastant avec le substrat par leur pénétrabilité facile sont suffisants.
  - des recouvrements très peu épais peuvent suffire pour déterminer la présence de végétation. Dans le cas présent, on voit ensuite les racines prospecter les horizons plus profonds et plus massifs. Ceci penche à faire penser - qu'au moins dans le cas du peuplement considéré - la phase déterminante est celle des premiers stades de végétation.
- Au point de vue économie de l'eau, les interprétations déjà faites plusieurs fois restent valables. Nous avons essayé de les préciser par quelques mesures d'humidité effectuées le jour de l'observation. On constate que la réserve d'eau est plus importante dans le sol nu que dans le sol couvert, ce qui peut correspondre à l'évaporation plus importante dans ce cas; de même, l'état de déssèchement du sol (comparaison avec les humidités au point de flétrissement) est plus poussée dans le sol couvert surtout dans l'horizon moyen prospecté par les racines. Pour pouvoir vraiment suivre la dynamique de l'eau dans ces deux sols, il serait nécessaire d'effectuer des observations échelonnées sur toute une saison pluvieuse.

Dénudé - 71A				
Site	Prof. cm	% Humid. équiv.	% Humid. pF4,2	% Hum. obs.
71A1	0-6	16,8	8,9	2,4
71A2	30-40	10,3	4,9	6,2
71A3	60-70	7,9	3,6	1,3

Sous-végétation 71B				
	0-4	10,4	5,4	-
71B1	25-35	11,3	6,2	1,7
71B2	60-70	9,7	5,0	2,1

Observations sur la végétation

Site 61/71

Sur la rive gauche le paysage est totalement différent : en dehors des fourrés qui bordent le drain que l'on voit sur la photo aérienne, le sol est totalement nu (61/71B) ou bien recouvert par plages d'une prairie éphémère basse, très lâche (61/71A) inarborée ou comportant quelques groupes d'arbustes. Les observations pédologiques ont montré que la distribution de ces plages est associée à des plages de sol de textures superficiellement plus sableuses. Il semble bien qu'en l'absence de tels accidents sableux locaux, aucune végétation, même annuelle à cycle de croissance rapide, ne puisse s'installer sur des sols de textures aussi argileuses sous une pluviosité de 100 mm, surtout s'il y a ruissellement dont font foi les nombreuses ravines.

Numéro du relevé : 61/71A

type : prairie saisonnière,  
buissonnante par taches

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Amaranthus augustifolius</i> <i>Celosia vulgaris</i>	a. <i>Amaranthus augustifolium</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Eragrostis pilosa</i> <i>Gynandropsis gynandra</i> <i>Schoenoplectus gracilis</i> <i>Tragus racemosus</i> <i>Trianthemum pentandrum</i>		a. <i>Pennisetum typhoideum</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia farnesiana</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>		

Site 61/31 : graras

Pour conclure cet aperçu des divers paysages végétaux liés à la présence d'un oued de l'étendue (moyenne) de celui d'Initi, nous dirons deux mots sur les graras ou plaines d'épandage dont le site 61/69 représentait un cas assez particulier.

Nous en avons relevé un certain nombre dans les plaines d'épandage terminales de ramifications de l'Oued Initi. Les dépôts alluvionnaires superficiels dont elles sont pourvues sont très hétérogènes, et, dans la portion du bâton la plus lointaine du Dahr, où elles sont souvent partiellement ensablées, de textures très diverses, et, de plus, suivant leur portion dans le réseau d'alimentation, reçoivent par ruissellement des quantités d'eau très variables, s'installent des communautés végétales panachées à physionomies très changeantes sur de faibles surfaces.

Ces plaines d'épandage ou graras sont en outre souvent mises en culture et les groupements que l'on y trouve sont alors des communautés pionnières résultant de l'abandon de la culture ce qui ajoute au caractère bigarré de

Numéro du relevé : 61/31A

type : panaché  
buissonnante, (avec taches de prairie  
saisonnière)

STRATES HERBACEES			
Prostrée.	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Cenchrus (biflorus?)</i> <i>Latipes sp?</i> <i>Tragus sp?</i> <i>Tribulus terrestris</i>	v. <i>Panicum turgidum</i>	v? <i>Requienia obocordata</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
Requienia obocordata	<i>Requienia obocordata</i> <i>Acacia flava</i> <i>Acacia Raddiana</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Maurandya crassifolia</i>		

cette colonisation (voir photo n° 10).

Nous n'avons pas cherché à individualiser les unités phisionomiques qui les composent, celles-ci n'étant pas définissables à partir des éléments d'appréciation que nous avons à notre disposition. Nous les grouperons dans la rubrique des phisionomies panachées.

Il semble que ces types de colonisation végétale revêtent une importance particulière en écologie acridienne (POPOV, communication privée).

Les raisons seraient diverses :

- présence simultanée d'éléments graminéens (plantes-abri ?) et herbacés (plantes-aliments ?)
- gradations diverses des textures des sols en surface liée ou non au microrelief
- réserves d'humidité supplémentaires entraînant souvent une période prolongée de l'activité végétale.

Dans le voisinage des coordonnées  $17^{\circ}19' / 07^{\circ}12'$  (photo aérienne 162 : coordonnées 40 mm N/140 mm W) nous avons relevé deux sites voisins de quelques centaines de mètres l'un de l'autre (61/31A et B). Nous reproduisons ici les relevés respectifs afin d'illustrer la question soulevée.

Sites : 61/31A : sable argileux ensablé en surface

61/31B : sable argileux non ensablé en surface

Le site B comporte en plus des éléments floristiques du site A, en strate herbacée moyenne, du *Cenchrus ciliaris* et du *Sporobolus helvolus* et, en strate buissonnante, du *Calotropis procera*, mort pour la plupart.

#### IV. REGION D'OUJAF

##### Présentation et situation

Par rapport à Oualata, le Dahr dans la région d'Oujaf présente plusieurs caractères originaux; on trouve :

- des formes d'ensablement particulières
- une disposition du réseau hydrographique liée à la présence de dykes doléritiques
- dans ce réseau hydrographique, la présence de cuvettes salées
- en bordure de la falaise, l'apparition d'importants placages éoliens.

Tout comme à Oualata, toutefois, ces caractères morphologiques se groupent dans un même ensemble : plateau, falaise, baten et massif dunaire, suivant une séquence NE-SW (l'orientation générale de la falaise étant ici NW-SE).

Comme points de référence, nous avons pris Ksar Namous (coordonnées 17°49'N et 7°51'W et le puits d'Oujaf\*) et avons estimé la pluviométrie à 80 mm.

A Ksar Namous, du NE vers le SW (se reporter à la figure 28), on peut distinguer :

- sur la bordure du plateau :
  - des dalles gréseuses comportant des captages de sable observations : site 61/59A
- le long du Dahr
  - une falaise en gradins, franche ou ensablée observations : site 61/59B et C

A partir du pied du Dahr, on peut distinguer :

- un glacis correspondant à un reg. Observations : site 61/57.
- ce reg - en s'éloignant du Dahr - est fréquemment relayé par des placages d'alluvions fines anciennes quaternaires, souvent oblitérés par des sables. Observations : site 61/56D.
- les mêmes alluvions fines peuvent correspondre non point à des placages mais à des cuvettes encore plus ou moins bien alimentées aujourd'hui (plus ou moins inondées) et fonctionnant en sebkhas.

Observations : site 61/50 et 61/201.

Ces alluvions contiennent en général des coquilles de gastéropodes comme témoins d'une période plus humide où on peut supposer que ces cuvettes de décantation étaient cultivées, de nombreux sites néolithiques les dominant, perchés sur les dykes environnants.

- le système hydrographique actuel est réduit mais donne quelques zones d'épandage en dehors ou en bordure des cuvettes.

Observations : site 61/58.

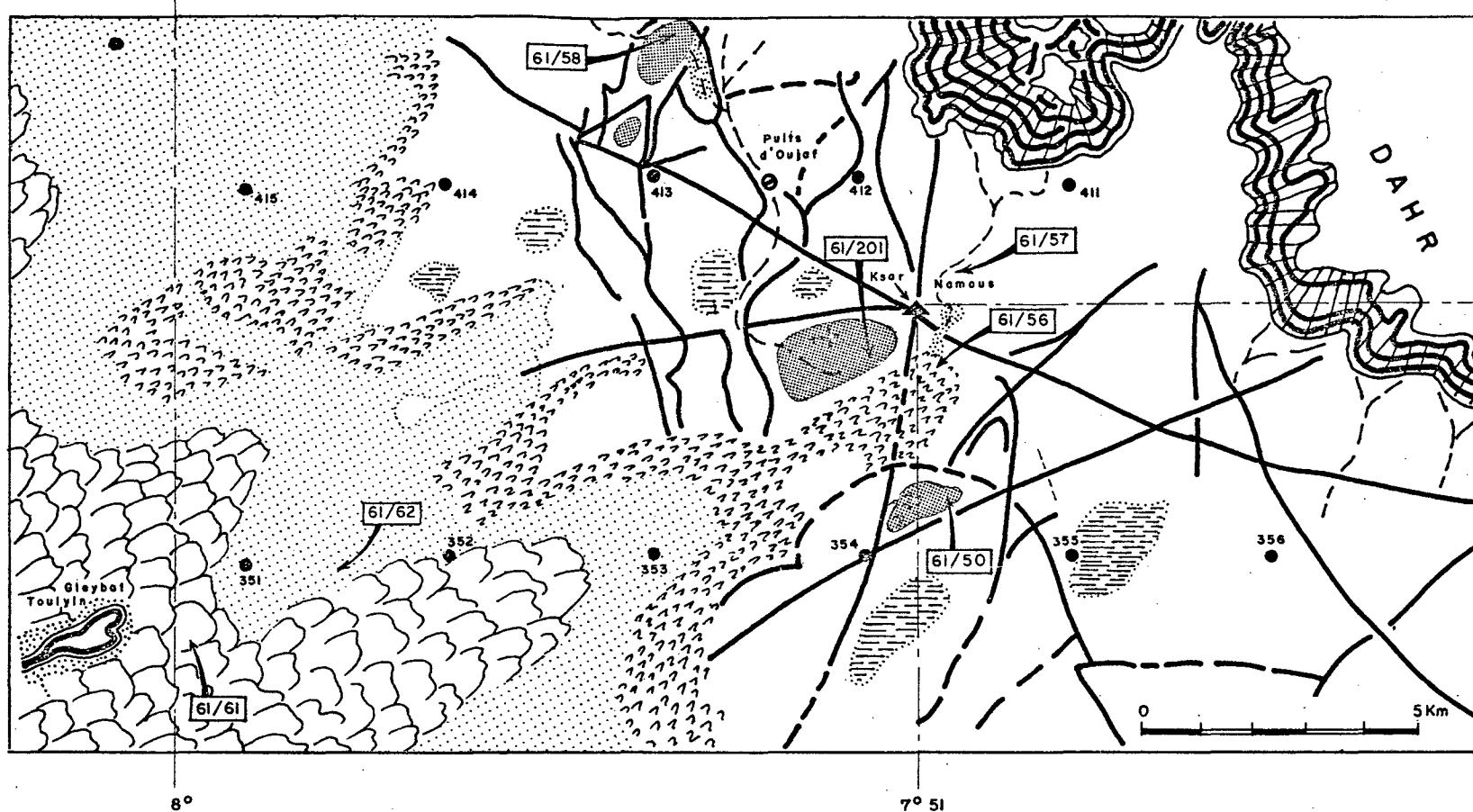
Sur la fig. 28, toute cette partie très complexe a été cartographiée schématiquement : le compartimentage par les filons doléritiques a été représenté; seuls quelques axes de drainage et cuvettes - parmi les plus importants et particulièrement parmi ceux visités - ont été représentés.

La bordure de l'ensablement montre la séquence :

- petit aklé vif, à dénivellation faible, très compact.
- plaine sableuse à grandes nebkas présentant souvent un alignement WSW-ENE (61/62)\*\*
- grand aklé de l'Aouker assez densément colonisé (61/61)  
N.B. Les barkhanes - peu abondantes - se trouvent sur les surfaces lisses d'alluvions argileuses. Leur axe d'orientation est également approximativement NE et elles se situent le plus souvent dans la partie SW des sebkhas en position de "lunette".

\*voir liste des points astronomiques en annexe.

\*\* POPOV a détecté des Schistocerca solitaires dans un site physionomiquement



- 123 -

L e g e n d e

- Dyke doléritique.
- Dyke discontinu ou partiellement ensablé
- Ligne ou axe de drainage
- Zone d'épandage
- Alluvions sensu lato (regs, placages d'alluvions fines, cuvettes non cartographiées)
- Cuvette inondable
- Cuvette salée
- Barkhanes
- Petit aklé vif
- Plaine sableuse (plus ou moins ondulée)
- Grand aklé
- Nadir et numéro de la photo aérienne (coupure IGN NE-29-XI)

Fig. 98 Croquis de la région d'Oujed

a. Site 61/59 : falaise du Dahr ( $17^{\circ}57'N$  -  $17^{\circ}03'E$ )

a) situation

Nous avons abordé le plateau à 8 km au NNE d'Oujaf où il domine le bâton de 150 mètres environ. Malheureusement, en raison de l'accès impraticable à véhicule, nous n'avons pas pu pousser nos prospections vers le nord, ce qui nous aurait permis de comparer la végétation avec celle de stations de latitude semblable situées à l'ouest (Aouker) et à l'est (itinéraire méridien du plateau de Oualata). En ce point, la falaise est fortement échancrée et un oued se fraye un passage entre un placage éolien et le rocher.

Trois relevés ont été faits aux points suivants :

A. fond du ravin ensablé à mi-hauteur de la falaise

B. éboulis rocheux dans la falaise

C. bord supérieur du plateau voisin de la falaise

Dans les relevés A et B, nous avons trouvé des espèces ligneuses (le Boscia, le Commiphora et le Ziziphus) absentes de nos relevés depuis la latitude de Oualata ( $40'$  plus au sud). Dans le ravin, des plages très claires, éparses, de Cenchrus biflorus indiquent évidemment une alimentation en eau localement favorable.

L'observation en B (Boscia, Commiphora!) confirme ce que l'on sait des éboulis rocheux qui représentent fréquemment des microstations permettant l'avancée d'espèces appartenant à une zone climatiquement plus humide. Il ne faut pas oublier, de plus, que souvent ces stations sont difficilement accessibles à l'homme et au bétail et sont ainsi naturellement mises en défens.

Sur la bordure du plateau, nous trouvons des plages steppiques à Aristida pungens formant des nebkas sur les dalles gréseuses; dans des creux à ensablement très superficiel s'installent des peuplements très épars de Panicum turgidum.

Numéro du relevé : 61/59A

Unité phystonomique non caractérisable

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <u>Aristida mutabilis</u> <u>Cenchrus biflorus</u> <u>Heliotropium rariflorum</u> <u>Tribulus sp (terrestre?)</u>	a. <u>Tephrosia uniflora</u> v. <u>Cymbopogon Schoenanthus</u>	v. <u>Panicum turgidum</u>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<u>Chascanum marrubiifolium</u>	<u>Chascanum marrubiifolium</u> <u>Acacia Raddiana</u> <u>Ziziphus mauritiana</u>		

Numéro du relevé : 61/59B

Unité phytosociologique non caractérisable

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aerva javanica</i> <i>Fagonia olivieri</i> <i>Glossonema Boveanum</i>	v. <i>Aristida acutiflora</i> <i>Eremopogon foveolatus</i>	v. <i>Lasiurus hirsutus</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
Heliotropium strigosum var. Seddera latifolia Tephrosia purpurea	a? v. <i>Tephrosia uniflora</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Commiphora africana</i>		

Numéro du relevé : 61/59 C

type : steppe herbacée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Fagonia olivieri</i> <i>Glossonema Boveanum</i>	a. v. <i>Tephrosia rubica?</i> <i>Aristida pungens</i> <i>Panicum turgidus</i>	v. <i>Aristida acutiflora</i> <i>Eremopogon foveolatus</i>	
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
Heliotropium strigosum var. <i>Stellulatum</i> Seddera latifolia	a. v. <i>Tephrosia uniflora</i> <i>Acacia Raddiana</i>	v. <i>Acacia Raddiana</i>	

b. Sites 61/57 et 61/56 : ravinelle et sa plaine d'épandage

a) présentation

Les observations effectuées dans les sites décrits ci-après ont pour but de montrer la disposition de la végétation telle qu'elle est liée dans le bâton à un petit axe de drainage, représenté ici par une ravinelle dont les eaux de ruissellement peuvent s'épandre à travers la rupture d'un dyke jusque sur la bordure d'un massif dunaire (petit akle) (voir fig. 29 - disposition des sites). Nous distinguons :

- |                  |  |
|------------------|--|
| 61/57 A, B, C, D | Ravinelle et ses abords dans un reg à pavage superficiel |
| 61/56B           | Plaine d'épandage non ensablée                           |
| 61/56C           | Plaine d'épandage superficiellement ensablée             |
| 61/56D           | Bordure de l'akle  |

b) disposition de la végétation

61/57

Cette disposition a été schématisée dans une coupe (fig. 30). Une nette contraction des divers éléments, présents sur le reg de façon diffuse, s'effectue autour de la ravinelle\* avec exception de l'Euphorbia balsamifera toutefois (voir photo n° 11).

En se reportant aux observations pédologiques, on remarquera que la présence de Cymbopogon Schoenanthus est liée à un sable comportant une fraction d'argile plus élevée que celle du sable où se trouve le Panicum turgidum. Cette observation confirme l'indication assez généralement valable que donnent ces deux espèces lorsqu'on les trouve côté à côté dans le même site. Quelques annuelles de la strate prostrée (Heliotropium strigosum, Cleome scaposa et des graminées au stade herbacé) accompagnent ces deux vivaces.

La ravinelle se perd dans une zone basse du reg comportant un dépôt assez fortement argileux.\*\* Superficiellement non ensablé, ce dépôt ne porte que des pieds très espacés (10 à 20 m) de Cymbopogon Schoenanthus et des buissons d'Euphorbia balsamifera.

Dans les abords du dyke cette cuvette d'épandage s'ensable d'abord superficiellement, puis plus profondément au sud, après la rupture. On trouve alors des groupements panachés, reflétant par taches la profondeur de l'ensablement par une prédominance de Panicum turgidum et de buissons d'Acacia flava, Acacia Raddiana, Leptadenia pyrotechnica et Maerua crassifolia (voir photo n° 12).

Aux abords de l'akle, on trouve avec la steppe buissonnante à Aristida pungens accompagné de Panicum turgidum et de Leptadenia pyrotechnica finalement une communauté phisonomiquement mieux définie.

On trouvera plus loin la description d'un sol enterré (61/56D) qui est représenté dans la photo n° 14. Il a été intéressant de trouver, dans la tranchée même, la racine d'un pied d'Aerva javanica pénétrée profondément dans l'horizon limoneux enterré.

\* les termes employés par MONOD s'appliquent aisément dans ce cas.

\*\* dont la texture pourrait se rapprocher de celle du site décrit plus loin (61/201).

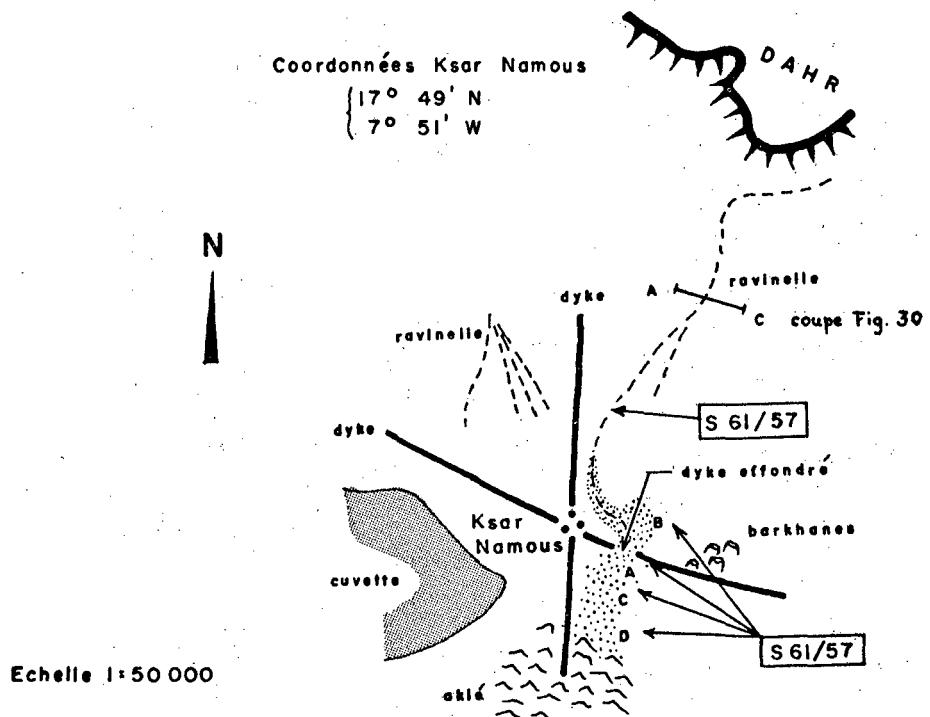
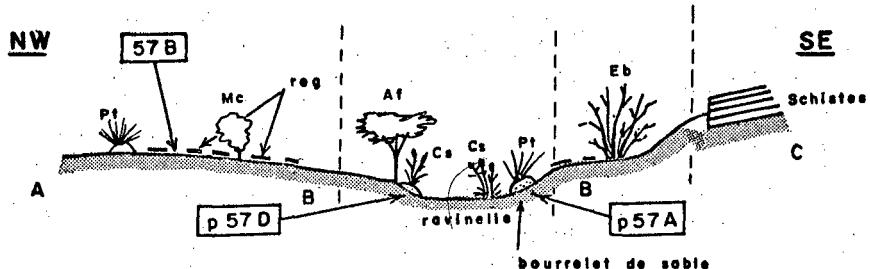


Fig.29 Disposition des sites étudiés le long d'une ravinelle.  
D'après photo aérienne 412 coupure NE 29 XI.



Af = Acacia flava  
Cs = Cymbopogon Schoenanthus  
Eu = Euphorbia balsamifera  
Mc = Maerua crassifolia  
Pt = Panicum turgidum

Fig.30 Coupe à travers la ravinelle (site 61/57).

### Observations pédologiques

Profil 61/57B observé sur une coupe raffraîchie en bordure de la ravinelle.

#### Description

- 0-0,5 cm Sable roux grossier, particulaire, mélangé à des débris schisteux de taille moyenne (0,5 à 5 cm).
- 0-6 Fragments de schistes plus ou moins altérés gris verdâtres, parfois friables, noyés dans une matrice sablo-limoneuse gris jaunâtre.
- 6-11 Débris schisteux horizontaux blanchis, friables, s'écrasant à la main en donnant un produit talqueux gris verdâtre.
- 11 à plus de 25 - Sable un peu argileux gris brunâtre, tassé, mélangé à de fins débris de schistes (< 1 cm), altérés, abondants.  
Humide à l'observation. Porosité assez faible mais existante.  
Quelques taches diffuses (ségrégation d'hydroxydes).  
Notablement plus humide en-dessous de 25.  
Prélèvements 57B1 - 0-10 cm  
57B2 - 15-25

#### Conclusion

Sol minéral brut de reg.

Les actions d'hydromorphie observées sont à relier à la présence d'une nappe hydrostatique temporaire liée à l'écoulement et au sous-écoulement de la ravine.

#### Résultats analytiques

- La partie superficielle 0-10, à texture plus fine, surtout plus limoneuse, correspond à un apport alluvial.
- Les taux de matière organique élevés sont difficilement interprétables vu l'absence de végétation (mauvais échantillonnage probable).
- Les pH élevés s'accordent avec la présence de calcaire et les complexes saturés. On note une légère salure sous forme de chlorures et de sulfates.

Autres observations et prélèvements effectués sur les différentes buttes de végétation décrites précédemment (voir fig. 30).

57A - Rehba à Panicum turgidum.

Sable brun jaunâtre, assez homogène.  
Structure fondu - cohésion très faible.  
À 60 cm, sable graveleux de la batha.

57A1 : 0-10

57D - accumulation de bordure interne de la ravinelle à Cymbopogon.

Sable graveleux, roux, tassé mais très peu cohérent.

57D1 : 0-20

57C - Affleurements de schistes en place.

Non prélevé.

#### Résultats analytiques

La principale différence entre 57A et D réside dans la texture : 57D correspond à un remaniement de berge (un peu d'argile et une forte proportion d'éléments grossiers) en mélange avec les sables et autres éléments grossiers

de la batha.

57A est un remaniement éolien à sables fins dominants, des matériaux environnants.

Surtout pour 57A, on note un taux de matière organique assez élevé.

Site n° 61/57

Profil 57 A, B et D

Echantillon n°	57	B	57A	57D
	57B.1	57B.2	57A.1	57D.1
Profondeur en cm	0-10	15-25	0-10	0-20
Refus 2mm% Terre totale	4,5	16	0	32
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR7/2	2,5YR6/2	10YR6/4	7,5YR6/4
humide .....	2,5YR5/2	2,5YR5/2	10YR5/4	7,5YR5/4
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,75	0,18	0,25	0,12
Argile .....	11,8	1,4	1,6	4,3
Limon .....	29,6	3,4	1,4	1,5
Sables fins .....	49,4	73,4	86,9	40,7
Sables grossiers .....	29,9	14,2	8,5	51,9
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	38,2	7,1	4,9	3,6
p F 4,2 .....	11,2	3,0	2,8	1,9
Matière organique o/oo				
C total .....	4,37	1,05	1,44	0,70
N total .....	0,64	0,22	0,14	0,21
C/N .....		5	10	3
Matières humifiées totales .....	0,39	0,21	0,42	0,16
solubles .....	0,28	0,12	0,29	0,08
précipit. ....	0,11	0,09	0,13	0,08
Complexe absorbant mEq.%				
Ca .....	22,64	6,66	9,50	4,12
Mg .....	3,18	1,24	0,80	0,60
K .....	0,35	0,22	0,29	0,10
Na .....	0,66	0,16	0,37	0,06
S .....	26,83	8,28	10,96	4,88
T .....	11,46	4,33	5,92	5,60
V% .....	5	2	2	87
pH - pâte .....	8,0	7,8	8,1	7,8
- suspension 1/2,5 .....	8,2	8,2	8,5	8,1
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	178	96	155	105
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	2	0	1	1
SO4 .....	2	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	29,2	Traces	0,44	0,11
P2O5 total o/oo .....	0,57	0,46	0,45	0,29

Sol enterré : S. 61/56D (26 août 1961)

Observation dans une zone à recouvrement sableux discontinu.

Surface "argileuse" affleurante

- 0-1 cm Croûte brune finement sableuse un peu consistante, à structure lamellaire recouverte de sable jaune lavé.
- 1-14 Horizon brun, limono-finement sableux.  
On observe des remplissages sableux dans les fentes de retrait.  
Structure polyédrique assez fine à petits agrégats engrenés;  
bonne structuration. Cohésion moyenne à assez forte.  
Microporosité de type tubulaire fine, assez faible.  
Un peu calcaire en petits amas diffus.
- 14-45 Horizon brun (plus foncé et à tendance olive), même texture.  
Structure polyédrique fine; bonne structuration; cohésion assez forte.  
Porosité tubulaire fine moyenne. Calcaire assez abondant toujours uniquement sous forme d'amas.  
Cet horizon se transforme en une matrice argileuse enveloppant des débris de schistes en petites plaquettes plus ou moins altérées présentant des individualisations d'hydroxydes sur leurs faces.  
La densité de ces débris augmente rapidement vers 50 cm.

Coupe dans le remblai sableux à 2 m du point précédent

Ensemble sableux brun-jaune clair de 35 cm d'épaisseur, présentant des raies horizontales. Une raie est particulièrement nette à 20-25, de 2-3 cm d'épaisseur à texture moins bien classée : sable précédent jaunâtre en mélange avec des petits débris de schistes blanchis friables et talqueux et d'autres bleu verdâtre, atteignant 2 mm; en place, la raie tranche par une couleur un peu plus sombre. Certaines racines s'étendent horizontalement au-dessus de cette raie sans la pénétrer. Une racine d'Aerva a été observée traversant tout ce remblai sableux et pénétrant en-dessous dans une fente de retrait remplie de sable. Sinon les racines ne pénètrent guère les horizons compacts sous-jacents (voir photo n° 13).

Interprétation générale

- Le recouvrement sableux ne présente aucun signe d'évolution pédologique. Il s'agit d'un sol minéral brut régosolique, désertique. La présence de niveaux plus grossiers se présentant sous forme de raies tient au régime irrégulier des apports éoliens à courte distance; le fait a déjà été signalé dans d'autres cas semblables.

Ces niveaux semblent avoir une influence écologique importante (cf. répartition des racines).

- Les analyses (p. 131) montrent pour ce recouvrement la forte proportion de sables fins et une très faible teneur en matière organique. En l'absence d'analyse granulométrique de la raie, on peut conclure à une fraction fine un peu plus importante devant les chiffres d'humidité équivalente et de capacité d'échange, en même temps qu'à une fraction grossière détritique d'après les observations morphologiques.

- Le substrat massif - par la couleur de ses horizons et leur succession, par la présence de calcaire dans la masse, les fentes de retrait et surtout la structure - rappelle les horizons intermédiaires et profonds d'un sol brun subaride tirsiforme sur alluvions, qu'on trouve aujourd'hui sous 500-600 mm de pluie. Cette marque d'une pédogenèse ancienne plus humide s'accorde précisément avec la modification du régime d'alluvionnement au cours du quaternaire.

Site n° 61/56D

Profil 56D

Echantillon n°	Recouvrement		Sol enterré	
	56D.1	56D.2	56D.3	56D.4
Profondeur en cm	0-30	raie	0-15	40-50
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	1
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR7/4	10YR6/4	10YR5/3	10YR6/3
humide .....	10YR6/4	10YR5/4	10YR4/3	10YR3/3
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,03	-	0,23	0,08
Argile .....	3,0	-	9,8	11,6
Limon .....	0,9	-	31,4	24,3
Sables fins .....	88,4	-	47,8	46,1
Sables grossiers .....	7,6	-	11,0	17,8
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	2,7	5,5	25,1	26,3
p F 4,2 .....	1,2	2,9	11,0	12,9
Matière organique o/oo				
C total .....	0,20	épuisé	1,35	0,48
N total .....	0,09	"	0,31	0,39
C/N .....	2	"	4	1
Matières humifiées totales .....	0,20	"	1,35	0,48
solubles .....	0,18	"	0,56	0,24
précipit. ....	0,04	"	0,79	0,24
Complexe absorbant méq.%				
Ca .....	2,82	6,22	23,12	22,9
Mg .....	0,64	1,12	2,06	2,0
K .....	0,18	0,36	0,48	0,43
Na .....	0,11	0,17	4,28	4,40
S .....	3,94	4,87	29,89	29,23
T .....	3,69	8,51	25,38	25,16
V% .....	-	92	-	-
pH - pâte .....	7,1	7,7	7,7	8,2
- suspension 1/2,5 .....	7,4	8,1	8,9	9,0
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	43	83	199	276
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	1	1
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	Traces	0,33	0,43
P2O5 total o/oo .....	0,06	épuisé	0,73	1,50

Cuvettes salées : 61/50, 61/201 et 61/58

61/50

- Coordonnées  $17^{\circ}46'N$   
 $7^{\circ}52'E$

Description générale et disposition de la végétation (fig. 31)

La cuvette est de forme triangulaire et limitée par des dykes doléritiques. En l'abordant par la face NE, à partir du bord, on observe :

- le dyke
- des affleurements de schistes subhorizontaux en pente assez forte
- une pente faible encombrée de buttes sableuses à Panicum turgidum (A), puis de buttes plus grandes et dissymétriques à Salvadora persica (B).
- des bandes discontinues de Suaeda fructicosa en peuplement pur disposées sur le pourtour de la cuvette (voir photo n° 14).

Deux relevés planimétriques (fig. 13) effectués au théodolite dans des directions perpendiculaires ont montré que ces peuplements de Suaeda sont localisés dans des dépressions entourant la cuvette sur sa bordure et que la cuvette est elle-même bombée en son centre (D).

Noter dans la partie W de la cuvette une série de barkhanes.

Observations pédologiques

Butte à Panicum : S. 61/50A

Dimension réduite (20-40 cm); forme à peu près symétrique. Sable assez fin mais irrégulier jaune rougeâtre en mélange avec de petits fragments en plaquettes de schistes (< 2 mm).

Résultat d'apport éolien à courte ou très courte distance (débris de schistes), capté par la végétation.

Prélèvement 50A1 0-10.

Butte à Salvadora : S. 61/50B

Dimension plus grande (hauteur > 1,50m).

- un versant au vent en pente douce constitué de sable brut
- un versant sous le vent, abrupt, sous la touffe de Salvadora, constitué de sable brun assez clair, très fin, enrichi de feuilles de Salvadora complètement blanchies et faisant effervescence avec HCl !

Prélèvement 50B 0-10 (résultats p. 135).

Profil S. 61/50C dans la bande de Suaeda

- Surface du sol glacée, fissurée en petits polygones (10-15 cm de côté) donnant une desquamation en écailles de 1 cm d'épaisseur. Par plages, sels en efflorescences blanches.

Description ( 28 août 1961)

Observation 10 jours après une tornade estimée à 25 mm à Oualata.

0-6 cm Horizon brun (un peu chocolat), sec, argileux.  
Structure de type polyédrique très fine (fragmentation jusqu'à 2 à 5 mm), très bien développée. Cohésion moyenne. Porosité tubulaire moyenne.

6-30 Horizon brun jaunâtre clair à passées de couleur tendant vers brun olive.  
Argileux dans l'ensemble; pénétration sableuse dans les fentes de retrait.

Cheminement (1) → ESE

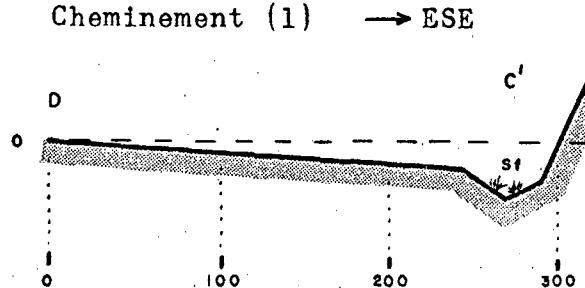
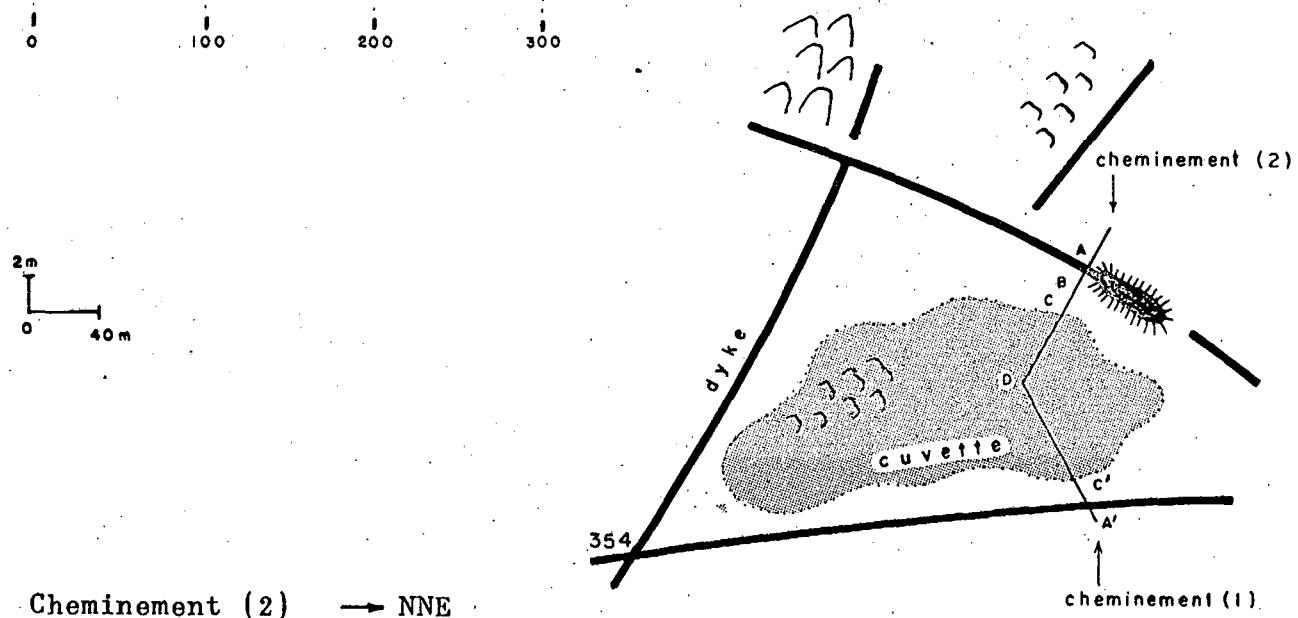
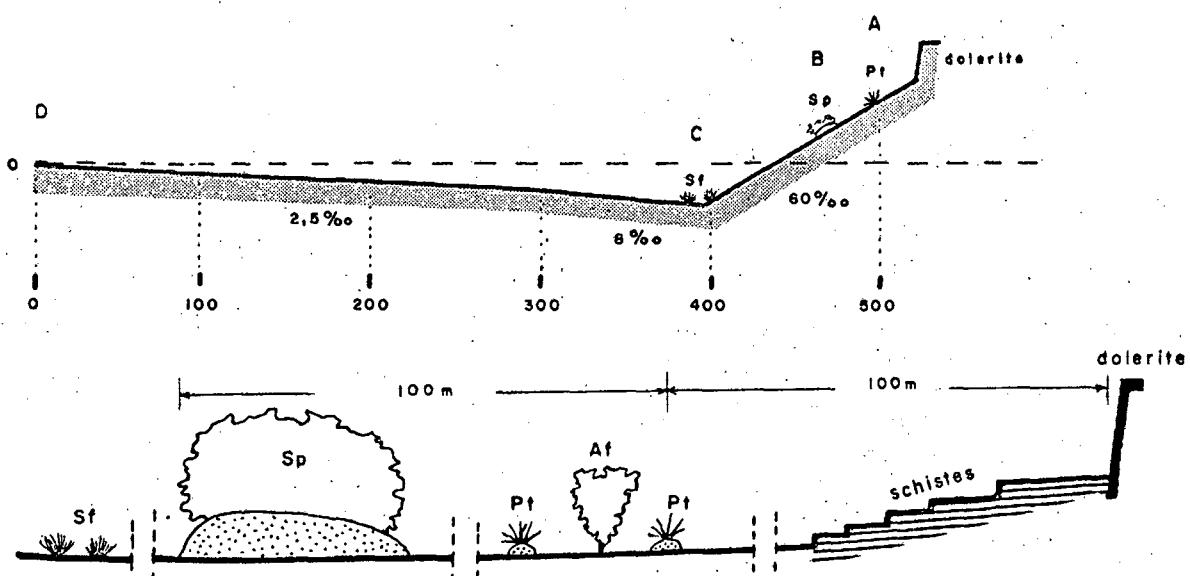


Schéma général.

D'après photo aérienne NE 29 XI n°354.  
échelle 1 : 25 000



Cheminement (2) → NNE



Coupe détaillée de la bordure.

$Af = Acacia flava$   
 $Pt = Panicum turgidum$   
 $Sf = Suaeda fruticosa$   
 $Sp = Salvadora persica$

Fig.31 Coupes à travers une cuvette salée (61/50) et schéma de la disposition de la végétation dans sa bordure.

Structure en colonnettes mal individualisée, peu développée, de 2 à 3 cm de large. Sous structure polyédrique assez fine très bien développée et se débitant jusqu'à très fine; présence de slickenside net à surface souvent gauche.

Nombreux cristaux de sels se présentant sous deux formes :

- les plus gros agrégats polyédriques sont constitués d'un ensemble lâche d'agrégats plus petits et, entre les surfaces de séparation de ces agrégats, on trouve des agglomérats de cristaux de sels de 1 à 2 mm. Ces cristaux participent très nettement à la structuration.
- en plus, petits cristaux brillants dans la masse.

Les fentes de retrait s'arrêtent à 30 cm.

30-60 cm Horizon brun pâle, finement sablo-argileux mais très plastique. Plus massif et compact. Structure toujours de type polyédrique à surfaces de séparation subhorizontales de couleur plus foncée. Tendance à structure en plaquettes.  
Sels en petits cristaux dans la masse; assez diffus.  
Cohésion moyenne; les agrégats s'écrasent facilement en poudre (sans doute microstructure due aux sels).

60 observé jusqu'à 150 - Horizon gris-brun à tendance olive; argileux; compact, observé humide, collant. Plus de sels apparents.

### Conclusion

Sol salé à alcalis sur argile de décantation.

Les caractères morphologiques sont nets :

- de sol salé : cristaux abondants jusqu'à 30 et présents jusqu'à 60 cm
- de sol à alcalis : tendance à la structure en colonnettes - horizon profond compact et colmaté en l'absence de sels.

Noter que cette argile de décantation est au moins partiellement ancienne, mais ces cuvettes restent actuellement les lieux privilégiés d'approvisionnement en eau et d'apport possible alluvial. De par cette situation, l'évolution pédologique actuelle très nette halomorphe masque les possibles évolutions antérieures. La légère tendance vertisolique (structure en plaquettes) est possible en milieu halomorphe et peut être aussi bien actuelle qu'héritée, puis conservée par l'évolution actuelle.

### Autres observations et prélèvements

Afin de comparer les zones hautes et basses de la cuvette ou, ce qui revient au même, les zones à Suaeda et celles sans végétation, deux observations rapides ont été effectuées en D et E (fig. 31) : il s'agit des mêmes types de sols que C, mais avec efflorescences blanches (chlorures) et parfois cristaux en surface, beaucoup plus abondants.

### Résultats analytiques - Discussion générale

50A - Est un sol minéral brut régosolique, riche en calcaire, non salé. La forte proportion de sables grossiers confirme la genèse par apports et remaniements éoliens à courte distance.

50B - Est un sol brut régosolique d'apport, présentant la caractéristique d'être très salé. Le rapport Na/T = 19 %\* le situe également dans les sols à alcalis.

Tous ces caractères halomorphes sont en fait dûs à la nature de l'apport, plus qu'à une évolution en place. La présence d'une forte

\* cf. annexes

Site n° 61/50

Profil 50A, B et E

Echantillon n°	50 A.1	50 B.1	50 E.1
Profondeur en cm	0-10	0-10	0-10
Refus 2mm% Terre totale	0	0,8	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR7/6	7,5YR6/4	-
humide .....	7,5YR6/6	7,5YR5/4	-
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,03	0,98	0,46
Argile .....	1,6	10,2	45,2
Limon .....	0,6	8,3	7,5
Sables fins .....	42,7	10,5	24,6
Sables grossiers .....	34,1	8,1	14,3
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	2,2	13,3	26,2
p F 4,2 .....	0,79	5,4	14,4
Matière organique o/oo			
C total .....	0,16	5,69	2,69
N total .....	0,13	1,51	0,26
C/N .....	1,2	3	10
Matières humifiées totales .....	0,16	1,37	0,45
solubles .....	0,12	1,16	0,40
précipit. ....	0,04	0,21	0,05
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	7,32	15,00	5,92
Mg .....	0,44	1,14	0,58
K .....	0,25	1,40	0,53
Na .....	0,36	1,60	22,40
S .....	8,97	19,14	22,41
T .....	6,72	8,40	-
V%			-
pH - pâte .....	7,7	7,6	8,2
- suspension 1/2,5 .....	8,5	8,2	8,2
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	248	6412	18407
(extrait aqueux 1/5) .....			
Cations solubles mEq%			
Ca .....	-	0,29	3,26
Mg .....	-	0,92	3,26
K .....	-	1,41	3,29
Na .....	-	17,51	117,65
S .....	-	22,39	127,46
Calcaire total % .....	19,17	0,95	0,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,29	1,20	1,04
Calcaire total % .....	19,17	0,95	0,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,29	1,20	1,04
Solution du sol (extrait saturé)			
Mat.org.mg/l .....		740	400
CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....		88,000	200,000
Extrait sec mg/l .....		50,000	17,
o/oo terre fine .....		17	-
pH .....		6,8	8,0
Anions mEq/l			
CO <sub>3</sub> .....		0	0
CO <sub>3</sub> H .....		23	245
Cl .....		620	1650
SO <sub>4</sub> .....		118	970
NO <sub>3</sub> .....		60	16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....			20
Somme .....		821	2881
Cations mEq/l			
Ca .....		10	90
Mg .....		32	90
K .....		49	91
Na .....		610	3250
Somme .....		801	3521

Site n° 61/50

Profil 50 C et D

Echantillon n°	50 C				50 D
	50 C.1	50 C.2	50 C.3	50 C.4	
Profondeur en cm	0-6	5-15	50-60	130-150	0-10
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5TR6/4	10YR6/4	10YR7/3	2,5TR6/2	..
humide .....	7,5TR5/4	1,5TR5/4	10TR4/3	2,5TR5/2	..
Analyse mécanique % Terre fine					
Matière organique .....	0,16	0,16	0,19	0,48	0,16
Argile .....	18,3	33,3	17,3	43,8	54,0
Limon .....	7,5	19,0	14,3	10,8	13,8
Sables fines .....	32,0	12,4	58,0	15,2	13,6
Sables grossiers .....	19,2	2,5	0,2	0,4	5,4
Caractéristiques hydriques					
Humidité % p F 3 .....	21,6	40,8	37,5	54,0	31,5
p F 4,2 .....	12,1	23,7	24,4	35,8	21,3
Matière organique o/oo					
C total .....	0,94	0,54	1,09	2,77	0,94
N total .....	0,25	0,26	0,36	0,45	0,44
C/N .....	4	4	3	6	2
Matières humifiées totales					
solubles .....	0,55	0,34	0,41	0,76	0,39
précipit. ....	0,40	0,28	0,32	0,59	0,36
Complexe absorbant mEq%					
Ca .....	11,64	9,50	9,60	20,80	12,20
Mg .....	0,58	0,26	0,64	2,14	2,82
K .....	0,40	0,12	2,70	2,00	4,50
Na .....	5,20	19,20	6,20	11,00	29,50
S .....	2,82	23,08	28,10	20,94	49,00
T .....	14,80	24,20	30,00	31,60	21,36
V% .....	-	-	9,1	-	-
pH - pâte .....	8,0	8,1	8,1	8,0	8,2
- suspension 1/2,5 .....	8,7	8,9	8,9	8,7	8,6
Test de salinité					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	3.311	3.313	2.615	2.761	10.754
(extrait aqueux 1/5) .....					
Cations solubles mEq%					
Ca .....	-	-	-	-	2,01
Mg .....	-	-	-	-	0
K .....	-	-	-	-	1,81
Na .....	-	-	-	-	54,86
s .....	-	-	-	-	50,74
Calcaire total% .....	0,95	2,09	6,46	14,63	1,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	1,25	1,73	5,0	0,71	1,62
Solution du sol (extrait saturé)					
Mati.org.mg/l .....	110	60	80	60	70
CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	32,100	35,000	25,000	18,750	93,500
Extrait sec mg/l .....	17,000	27,000	21,000	16,000	66,000
o/oo terre fine .....	-	-	-	-	44
pH .....	7,6	7,6	6,7	6,5	7,5
Anions mEq/l					
CO <sub>3</sub> .....	9	9	9	9	9
CO <sub>3</sub> H .....	12	13	12	14	13
Cl .....	12,8	114	80	56	500
SO <sub>4</sub> .....	160	136	151	128	138
NO <sub>3</sub> .....	4	4	4	4	47
F <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	3	4	7,788	4	0
Somme .....	304	267	247	202	758
Cations mEq/l					
Ca .....	30	30	22	22	39
Mg .....	Traces	Traces	Traces	Traces	0
K .....	8	9	6	7	28
Na .....	213	269	175	145	329
Somme .....	254	299	203	174	878

quantité de matière organique s'explique par la position du prélèvement effectué sous la souche de Salvadora à l'endroit le plus enrichi en débris; la carbonisation des feuilles tombées sur le sol reste inexplicable et semble indiquer une dynamique microbienne et chimique très originale.

50C - Est un sol à alcalis (Na/T bien que variable avec les horizons est partout  $> 20\%$ ), excessivement salé. Les sels sont principalement des sulfates et chlorures; le cation dominant est très nettement le Na.

On note en outre une assez forte variation de texture sur le profil à corrélérer avec la complexité de l'alluvionnement.

- Les prélèvements D et E sont très analogues quant à la texture. Il s'agit également de sols à alcalis excessivement salés. Dans l'échelle de qualification adoptée\*, il ne se différencient pas de 50C. Pourtant les analyses montrent que l'un et l'autre et surtout 50E sont considérablement plus salés que 50C avec une prédominance beaucoup plus nette du Cl Na.

#### Résultats écologiques

Le peuplement de Suaeda fruticosa se localise dans la zone de la cuvette la mieux approvisionnée en même temps que moins salée, cette moindre salure s'accordant avec le lessivage lié à la concentration de l'eau. Noter que cette concentration de l'eau dans la bande de Suaeda n'est pas une simple interprétation de la coupe topographique, mais a été observée le 26 août 1961. Quelques heures après une tornade pluvieuse, toute la cuvette se présentait comme une pâle saturée d'eau mais exondée, sauf cette bordure à Suaeda inondée sous plusieurs cm d'eau.

#### Observation complémentaire dans une autre cuvette salée

##### S. 61/201

##### Situation : Aérodrome d'Oujaf

La cuvette est délimitée à l'est, au nord et à l'ouest par des dykes doléritiques (cf. fig. 12).

Le profil est situé sur le côté est à une centaine de mètres de la bordure de la cuvette proprement dite.

Végétation nulle.

##### Description (résultats analytiques p.138)

Surface du sol glacée et fendillée en éléments anastomosés (10 cm).

0-0,5 cm Croûte finement sableuse, brun (assez clair), litée, glacée en surface. Porosité développée de type alvéolaire (aspect spongieux); cohésion moyenne.

0,5-10 Horizon brun (foncé à marron), argileux. Structure polyédrique fine (2 cm se débitant jusqu'à 5 mm) très bien développée. Microporosité des agrégats nulle, mais bonne porosité d'ensemble par suite de l'agrégation. Cohésion forte. Pas de fentes de retrait nettes, mais on observe des descentes sableuses, sortes de poches à allongement vertical. Présence dans la masse de petits amas blancs salins sans cohésion notable au contact desquels la terre se résoud en très fins agrégats; ceci surtout au contact de l'horizon suivant.

\* cf. annexes

Site n° 61/201

Profil 201

Echantillon n°	201.1	201.2	201.3
Profondeur en cm	0-10	40-50	100-110
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec ..... humide .....	7,5YR5/2 7,5YR4/4	10YR5/3 7,5YR5/4	10YR6/3 10YR5/3
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,28	0,30	0,12
Argile .....	40,3	51,5	56,0
Limon .....	28,3	22,5	20,8
Sables fins .....	21,6	12,2	16,4
Sables grossiers .....	4,1	2,9	2,3
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	25	32,3	32,8
p F 4,2 .....	15	18	18,4
Matière organique o/oo			
C total .....	1,64	1,72	0,70
N total .....	0,55	0,50	0,33
C/N .....	3	4	2
Matières humifiées totales solubles .....	0,34	0,41	0,34
précipit. ....	0,24	0,32	0,20
Complexes absorbants mEq.%			
Ca .....	8,76	16,32	10,72
Mg .....	5,68	1,40	7,30
K .....	1,99	3,69	5,99
Na .....	49,00	8,40	6,20
S .....	34,44	33,72	29,22
T .....	29,80	-	23,70
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	S	-	S
pH - pâte .....	7,9	7,1	7,4
- suspension 1/2,5 .....	7,3	7,2	7,1
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos 10 <sup>-6</sup> /cm .....	9,940	6,412	2,485
(extrait aqueux 1/5)			
Cations solubles mEq%			
Ca .....	-	1,09	1,18
Mg .....	-	1,58	0,52
K .....	-	0,63	0,29
Na .....	-	0,67	5,69
S .....	-	6,99	7,67
Calcaire total% .....	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	1,02	1,45	1,64
Solution du sol (extrait saturé)			
Mat. org. mg/l .....	120	70	40
CE 25° mhos 10 <sup>-6</sup> /cm .....	10,000	57,500	15,750
Extrait sec mg/l .....	78,000	44,000	12,000
o/oo terre fine .....	-	21	18
pH .....	6,6	5,9	6,7
Anions mEq/l			
CO <sub>3</sub> .....	0	0	0
CO <sub>3</sub> H .....	16	15	13
Cl .....	374	244	46
SO <sub>4</sub> .....	194	188	110
NO <sub>3</sub> .....	4	3	3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	12	0	0
Somme .....	588	450	172
Cations mEq/l			
Ca .....	30	26	18
Mg .....	102	60	8
K .....	9	11	4
Na .....	313	122	97
Somme .....	1053	522	147

10 observé jusqu'à 100 - Horizon brun plus clair, très argileux, compact.

Structure polyédrique assez fine bien développée; les petits agrégats sont souvent séparés par des dépôts salins jaunâtres granuleux. Quelques slickenside présentant souvent des traînées plus noires. Cohésion très forte.

Présence de nombreux cristaux aciculaires (5 à 6 mm de long) groupés en faisceaux constituant des amas importants.

#### Conclusion

Sol salé à alcalis (compacité), moins bien caractérisé morphologiquement que le profil 50C. Le rôle des agrégats et cristaux salins dans la structuration est net.

Après la pluie survenue le 28 août, on a constaté que cette cuvette a un approvisionnement en eau beaucoup moins abondant que celle précédemment étudiée.

Des mesures d'humidité effectuées en place dans l'une et l'autre cuvettes (cf. déjà cité pour la cuvette 61/50 p. 35) les 27 et 28 août avant cette tornade du 28 et une semaine environ après la précédente tornade précisent cette donnée comme le montre le tableau de résultats suivant :

Profondeur cm	Mesure 28 août matin				27 août matin			
	61/50C		61/50D		61/201			
	10	20	10	80	10	45	105	
% Humidité mesurée	26,5	35,5	20,6	24,6	5,3	9,9	14,1	
% Humidité équival.	40,8	37,6	54,0	31,6	-	25	32,3	32,8
Profondeur cm	5-15	50-60	130-150	0-10	-	0-10	40-50	100-110

#### Résultats analytiques

Les analyses confirment la conclusion : sol à alcalis, excessivement salé.

Le degré de salure est très comparable en surface à celui de 50D, au centre de la cuvette précédente.

Les chlorures dominent en surface sur les sulfates et la proportion s'inverse en profondeur en même temps que la teneur globale en sel diminue. Le Na est partout le cation dominant.

Les pH sont nettement moins alcalins que pour les sols de la cuvette précédente et ceci surtout en surface; les pH de la solution du sol accusent la même différence; pourtant les sels sont comparables et les proportions de calcium dans la solution et surtout dans le complexe sont analogues; 50D1 ne présente pas non plus une plus grande richesse en carbonates.

Zone d'épandage d'un oued en bordure de cuvette salée 61/58

Description générale et situation

- Coordonnées : 17°50N  
7°54E

- Après franchissement du barrage doléritique limitant la cuvette, (cf. fig. générale n° 28) l'oued s'étend en une petite zone d'épandage de dimension restreinte.

Deux observations ont été faites :

58 A : zone basse de la plaine d'épandage

58 B : bordure de l'épandage dans une station plus élevée, à 10 m du point précédent.

- On passe ensuite à une cuvette salée encombrée de grosses buttes sableuses à Salvadora persica. Deux observations rapides (58D) ont été effectuées dans cette cuvette.

Observations pédologiques

Profil 61/58A

Description

Croûte noire en surface.

0-7 cm Horizon sableux brun clair (à jaune) litière mal incorporée à la masse. Structure particulière; absence de cohésion. Nombreuses racines.

7-70 Horizon brun rougeâtre clair, irrégulier tant dans sa couleur que dans sa texture; texture d'ensemble argilo-sableuse, mais ségrégation argile/sable : l'argile plus sombre se présente fréquemment en noyaux plastiques (observé humide) et le sable est en filon ou en poches de couleur claire.

Structure polyédrique nette; présence de quelques slickenside; pénétration de sable entre les agrégats. Racines très nombreuses sur les 30 premiers centimètres.

70 Sable roux humide, grossier avec graviers et galets.

Prélèvements

58A1 : 0-7 cm

58A2 : 7-25

Résultats p. 141

Conclusion

Sol sur matériau complexe dû à l'alluvionnement irrégulier de l'oued (régime de crue).

L'évolution pédologique est faible; malgré une végétation dense, l'horizon humifère est peu épais et sa couleur peu soutenue. Toutefois le type d'évolution est le même que pour 61/69 dans la plaine d'épandage de l'Oued Initi mais moins poussée.

Une chose remarquable à noter en plus : la structuration de l'horizon contenant de l'argile correspondant à des actions mécaniques de gonflement - retrait avec brassage et glissements (slickenside; sable entre les agrégats), en liaison avec les alternances d'humectation et de dessication et la nature sans doute montmorillonitique de l'argile.

Site n° 61/58

Profil 58 A et B

Echantillon n°	58A.1	58A.2	58B.1
Profondeur en cm	0-7	7-25	0-15
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine			
sec .....	7,5YR6/4	5YR6/3	10YR7/4
humide .....	7,5YR5/6	5YR4/4	7,5YR6/6
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,41	0,31	0,09
Argile .....	5,6	25,8	1,8
Limon .....	1,0	6,3	0,8
Sables fins .....	63,7	45,1	65,2
Sables grossiers .....	27,7	20,1	31,3
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	6,7	18,2	2,7
p F 4,2 .....	2,8	10,3	1,3
Matière organique o/oo			
C total .....	2,38	1,79	0,51
N total .....	0,28	0,39	0,21
C/N .....	8	6	2
Matières humifiées totales .....	0,29	0,19	0,10
solubles .....	0,20	0,16	0,08
précipit. ....	0,09	0,03	0,02
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	3,25	7,90	3,30
Mg .....	0,74	3,07	0,69
K .....	0,25	0,53	0,21
Na .....	0,28	0,97	0,24
S .....	4,52	12,46	4,47
T .....	5,28	14,56	3,36
V% .....	87	82	5
pH - pâte .....	7,4	8,3	7,2
- suspension 1/2,5 .....	7,8	8,5	7,7
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	163	110	115
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	1	1	1
SO <sub>4</sub> .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	Traces	0	Traces
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,15	0,60	0,18

### Profil 61/58 B

- à 10 mètres du profil précédent dans une zone plus haute, à buttes de Panicum turgidum.

### Description

0-25 cm Horizon jaune brun clair, sableux : sable fin et petits débris de

schistes non altérés.

Structure particulière.

25 cm Horizon brun rougeâtre clair, analogue à celui du profil 58A,  
avec mélange hétérogène sable/argile.  
Prélèvement 58B1 : 0-15 (résultats p. 140).

#### Conclusion

Génétiquement, c'est le même sol que le 58A mais avec un recouvrement sableux plus épais et un stade d'évolution encore beaucoup moins poussé : horizon humifère plus diffus et moins coloré, correspondant à un pédoclimat plus sec et à la végétation moins abondante.

#### Résultats analytiques et discussion

Les analyses montrent principalement la différence d'évolution entre les deux sols par des taux de matière organique superficiels allant du simple à plus du quadruple.

#### Observations rapides annexes dans la cuvette

Noter que cette cuvette possède une alimentation en eau par un oued plus important venant du N-W.

Dans la zone plane de la cuvette et entre les buttes à Salvadora, on observe des différences superficielles assez nettes.

La surface du sol présente deux faciès :

- l'un plat, craquelé par dessication en réseau polygonal 58Da.  
0-7 : Brun marron sablo-argileux, sec. Vague structure polyédrique fine.  
7 : sableux, particulière, sec.  
Prélèvement 0-7 : 58Da (résultats p. 142).
- l'autre, 58Db représente des plages de quelques mètres de diamètre au maximum en légère surélévation par rapport à l'environnement (4-5 cm) et correspondant à une croûte soufflée, mammelonnée, séparée du sol sous-jacent, cassant sous le doigt et s'effondrant facilement. Ce faciès est connu comme le premier stade de dessication des sols salés, précédant l'apparition de la structure poudreuse par fractionnement complet de cette croûte.

0-3 : Efflorescence blanche en surface.  
Croûte de couleur brune, sablo-argileuse, se réduisant en poudre sous la pression des doigts.

3 : Brun marron, humide, argilo-sableux.  
Nombreux cristaux de sels.

Prélèvement : 0-15 : 58Db (résultats p. 142).

Le phénomène n'a pas été étudié en détail malgré son intérêt et aucune interprétation ne peut être avancée sur ces simples observations, mais ces microdifférences semblent mériter d'être signalées.

Les analyses soulignent des différences importantes dans la texture, les taux de matière organique, les degrés de salure (très différents) et la proportion relative des sels. Ni l'un ni l'autre de ces sols n'entrent dans la catégorie des sols à alcalis, mais ils sont tous les deux excessivement salés, surtout le plus argileux qui présente les boursouflures de dessication.

Site n° 61/58

Profil 58D

Echantillon n°	58Da	58Db
Profondeur en cm	0-7	0-15
Refus 2mm% Terre totale	0,2	0
Couleur Munsell Terre fine		
sec .....	—	—
humide .....	—	—
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	0,01	0,78
Argile .....	16,3	37,5
Limon .....	6,0	16,0
Sables fins .....	51,8	37,5
Sables grossiers .....	24,0	7,6
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	1,3	19,9
p F 4,2 .....	7,4	11,0
Matière organique o/oo		
C total .....	0,08	4,52
N total .....	0,33	2,40
C/N .....	0	0
Matières humifiées totales .....	0,34	0,78
solubles .....	0,32	0,72
précipit. ....	0,02	0,06
Complexe absorbant méq.%		
Ca .....	5,56	5,20
Mg .....	1,56	1,50
K .....	0,10	0,34
Na .....	0,00	0,76
S .....	8,22	7,80
T .....	0,40	15,68
V% .....	97	59
pH - pâte .....	7,5	7,2
- suspension 1/2,5 .....	7,8	7,3
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	2,161	22,590
(extrait aqueux 1/5) .....		
Cations solubles méq%		
Ca .....	2,72	3,49
Mg .....	0,78	14,82
K .....	0,18	1,66
Na .....	9,32	228,30
S .....	13,45	248,9
Calcaire total% .....	Traces	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,40	0,54
Solution du sol (extrait saturé)		
Mat.org. mg/l	100	600
CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	42,500	
Extrait sec mg/l .....	29,000	388,000
o/oo terre fine .....	11	169
pH .....	6,3	5,8
Anions méq/l		
CO <sub>3</sub> .....	0	0
CO <sub>3</sub> H .....	14	255
Cl .....	296	3500
SO <sub>4</sub> .....	70	1070
NO <sub>3</sub> .....	3	1075
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0	0
Somme .....	383	5900
Cations méq/l		
Ca .....	70	80
Mg .....	20	140
K .....	4	38
Na .....	26	5250
Somme .....	117	5700

### Observations sur la végétation

Les relevés dans les stations A et B caractérisent deux faciès d'une seule physionomie de strates herbacées panachées plus ou moins interpénétrées où l'absence locale d'éléments ligneux est surprenante.

Les strates herbacées de A sont denses à éléments jointifs; en B, où le Panicum turgidum s'est substitué au Sporobolus, les strates sont plus ouvertes et laissent des plages de sable nu.

En A, se trouvent comme dans le site 61/69 (plaine d'épandage intermédiaire de l'Oued Initi) des éléments floristiques déplacés de leur aire de distribution normale. Dans les conditions climatiques locales, Dactyloctenium aegyptium et Echinochloa colonum peuvent être considérés comme de véritables hygrophiles. Nous ne connaissons pas suffisamment la distribution du Sporobolus helvolus pour pouvoir commenter sa place ici. La différence de teneur en matière organique entre les deux faciès A et B semble un fait intéressant à retenir.

Sur la bordure de la cuvette salée, certains éléments (Aerva, Sporobolus, Tribulus) arrivent à se maintenir en se réfugiant sur des buttes sableuses. Sur le fond même de la cuvette, on ne trouve en bordure que le Trianthema polysperma et des formes naines de Salsola baryosma, espèces qui disparaissent complètement vers l'intérieur où la surface est partiellement recouverte d'inflorescences salines. Là, sur buttes, ne subsiste plus que le Salvadora persica.

Numéro du relevé : 61/58A

type : prairie panachée (saisonnière et permanente)

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Heliotropium</i> sp. <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Brachiaria Hagerupii</i> <i>Echinochloa colonum</i> <i>Eragrostis pilosa</i> <i>Pennisetum (asperifolium?)</i>	v. <i>Sporobolus helvolus</i>	

Numéro du relevé : 61/58 B

type : physionomie de strates herbacées panachées

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Boerhaavia coccinea</i> <i>Euphorbia granulata</i> <i>scordifolia?</i> <i>Heliotropium</i> sp <i>Trianthema polysperma</i> <i>Tribulus terrestris</i>	v. <i>Aerva javanica</i> <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	v. <i>Panicum turgidum</i>	

### STRATES LIGNEUSES

Protrée	Buissonnante	Arborescente	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Chrozophora (Brocciana?)</i> <i>Acacia Raddiana</i>		

c. Bordure du massif dunaire

a) Observations pédologiques

La séquence mentionnée des trois formes d'ensablement représentées sur la fig. 28, semble être caractéristique du baten entre Oualata et Oujaf (conclusion d'observations sur itinéraires et d'examen photo).

- Il a déjà été mentionné que l'aklé peut envahir localement le baten jusqu'au pied du Dahr, mais au moins sur la portion du Dahr considéré, ce phénomène est toujours très local.

- Le petit aklé vif peut faire défaut. Lorsqu'il existe c'est une formation d'aklé typique à éléments de faible dimension; la colonisation végétale est souvent quasi nulle et le sable totalement mouvant.

- La formation "plaine sableuse" est constante; c'est une formation à nebkas qui s'organise suivant un axe parallèle à la direction générale des vents; dans certains cas de bordure ou de zone de sable peu épais, on peut passer à des nebkas plus ou moins isolées.

Dans tous les cas, les nebkas sont de tailles variables allant de 0,30 à 1,50 mètre de diamètre et hauteur.

- La formation grand aklé correspond à la bordure du grand aklé de l'Aouker, immense massif sableux. Cet aklé, assez densément colonisé (principalement buttes d'Aristida pungens) est une organisation de grandes dimensions et à fortes dénivélées (jusqu'à 30 et 40 mètres) mais relativement stable. Le vent n'y exerce guère qu'une action d'érosion sur les formes existantes et les remaniements notables ne se produisent que sur les parties les plus vives et les plus exposées (crêtes...).

Plaine sableuse S. 61/62 (30 août 1961)

Profil dans une dépression marquée S. 61/62A

- Situation : (voir fig. 28)

A proximité du profil, en bordure de la dépression, présence de schistes altérés affleurants, plus ou moins ensablés; interprétés comme le squelette de l'ensablement.

Description

0-20 cm Horizon brun gris clair finement sableux.  
Structure à tendance feuilletée sur les deux premiers centimètres puis fondue à débits assez grossiers tendant vers nuciformes, bien qu'un peu anguleux.  
Cohésion faible. Porosité très faible.  
Nombreuses fines racines.

20-70 Brun pâle, même texture. Petites taches très diffuses jaunâtres.  
Structure à tendance plus nettement nuciforme.  
Cohésion variable par place, faible dans l'ensemble; porosité de type tubulaire faible mais existante.  
Calcaire diffus abondant.

Plus de 70 - Matériau originel de même texture, gris clair.

Vers 100 - quelques petits débris de schistes altérés peu nombreux.

Conclusion

Ce sol présente un horizon humifère bien défini et assez profond; la variation de couleur fait penser à un sol brun subaride passant aux sols

Site n° 61/62

Profil 62A

Echantillon n°	62A.1	62A.2	62A.3
Profondeur en cm	0-15	50-60	100-120
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR6/2.5	10YR6/3	10YR7/2
humide .....	10YR4.5/3	10YR5/3	10YR6/3
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	6,14	6,19	6,11
Argile .....	3,0	4,0	3,6
Limon .....	4,0	4,8	4,1
Sables fins .....	54,4	53,8	52,6
Sables grossiers .....	36,2	34,7	37,5
Caractéristiques hydriques .....			
Humidité % p F 3 .....	5,3	8,2	7,9
p F 4,2 .....	2,5	4,1	3,8
Matière organique o/oo .....			
C total .....	0,82	1,13	0,66
N total .....	0,08	0,11	0,16
C/N .....	10	10	4
Matières humifiées totales .....	0,54	0,52	0,60
solubles .....	0,40	0,48	0,56
précipit. ....	0,14	0,04	0,04
Complexe absorbant mEq.% .....			
Ca .....	5,80	7,30	6,76
Mg .....	0,63	2,52	1,07
K .....	0,25	0,22	0,12
Na .....	0,16	0,50	0,84
S .....	6,28	10,54	8,80
T .....	7,20	5,24	4,50
V% .....	96	-	-
pH - pâte .....	8,0	7,6	8,4
- suspension 1/2,5 .....	9,0	9,2	8,5
Test de salinité .....			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	81	152	389
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	1	1
SO <sub>4</sub> .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0,19	19,48	18,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,25	0,27	0,18

hydromorphes (couleur brun gris et non brune - petites taches jaunâtres) comme on en observe actuellement en position de bas de pente sous 450 à 500 mm de pluie.

Ce sol situé dans une dépression correspond à un pédoclimat relativement humide. Pourtant des sols comme 58A en condition nettement plus humide, présentent des caractères d'évolution tout différents et moins poussés. De par sa situation dans le fond de l'ensablement, on peut faire l'hypothèse d'un ancien sol brun subaride, équivalent du 56D sur un alluvionnement différent.

- Résultats analytiques

On note :

- une texture constante sur tout le profil
- des pH très alcalins en liaison avec la saturation du complexe et la présence de calcaire abondant surtout en profondeur.
- une légère salure en profondeur.

Les taux de matière organique sont peu indicatifs, mais varient peu sur l'ensemble du profil. Les C/N sont relativement élevés, atteignant la valeur de 10 en surface.

Site n° 61/62

Profil 62 C et B

Echantillon n°	62 C		62 B
Profondeur en cm	0-5		0-5
Refus 2mm% Terre totale	0		0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR7/3,5		10YR6/3
humide .....	10YR6/3		10YR6/4
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	0,04		0,21
Argile .....	0,8		1,0
Limon .....	4		0,3
Sables fins .....	69,1		88,5
Sables grossiers .....	31,5		11,8
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	1,96		4,7
p F 4,2 .....	0,92		2,7
Matière organique o/oo			
C total .....	0,23		1,20
N total .....	0,06		0,14
C/N .....	4		9
Matières humifiées totales .....	0,46		0,15
solubles .....	0,36		0,12
précipit. ....	0,10		0,03
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	4,62		9,13
Mg .....	0,21		0,59
K .....	0,26		0,48
Na .....	0,26		0,42
S .....	0,41		10,73
T .....	3,52		6,82
V% .....	7		7
pH - pâte .....	7		6,9
- suspension 1/2,5 .....	9,3		9,1
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	72		94
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0		0
SO4 .....	0		0
Gypse .....	0		0
Calcaire total % .....	Traces		0,24
P2O5 total o/oo .....	0,27		0,53

Plaine à nebkas proprement dite - S. 61/62B et C

- Situation : 1 km au NW de 62A

Zone de nebkas à Aristida pungens de 1 m de hauteur. Ces nebkas présentent souvent sur leurs faces NE des formes d'érosion par le vent en même temps que la graminée est souvent couchée et parfois ensevelie sur l'autre face.

- Observations - Prélèvements

62C : prélèvement 0-5 : sable brun jaune très pâle, sans aucun signe d'évolution pédologique, correspondant à un espace entre les buttes.

62B : échantillonnage moyen effectué en une quinzaine de points sur une butte à sbot. Le sable est de couleur brun pâle, mélangé à des débris organiques bruts.

- Conclusion

L'un et l'autre de ces sols correspondent à des sols minéraux bruts climatiques de type "dune sensu lato" ou régosoliques.

- Les résultats analytiques montrent une différence de granulométrie des sables : les buttes ont une proportion plus importante de sable fin, ce qui semble indiquer déjà un triage éolien. Ce fait n'existe pas dans les rehboub du glaciis ou les placages peu épais du Dahr.

Les taux de matière organique accusent nettement la présence ou l'absence de végétation et de débris végétaux. Pour 62B, le taux est particulièrement élevé; mais la présence de débris bruts a été notée; pourtant le C/N n'est que de 9; le taux d'humidification est de 7 %. Ce prélèvement très superficiel semble correspondre à la "couche de fermentation" de KILLIAN (1944) observée dans des nebkas.

Les pH restent toujours difficiles à interpréter.

Grand Akle : S. 61/61

- Situation générale - Présentation

Plusieurs observations ont été faites le long d'un profil dunaire conforme au schéma ci-joint :

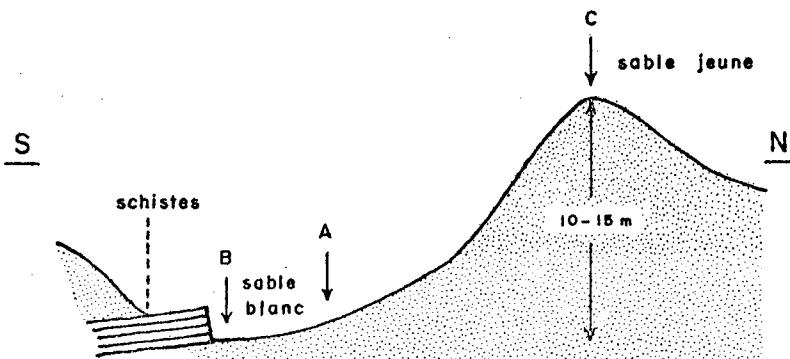


Fig. 32 Coupe schématique à travers un flanc dunaire dans l'Akle (site 61/61).

Le creux interdunaire est encombré d'un gros bloc de schistes partiellement ensablé; en bordure et en surface, sur le sable, épandage de petits fragments rocheux (grès, schistes, dolérites) et de petits coquillages de gastéropodes. Cet ensemble de caractères fait conclure à une zone d'écoulement ou d'apport correspondant à une morphologie fossile.

L'aklé est assez densément colonisé et modelé dans le détail en buttes d'Aristida pungens.

#### Profil 61/61A

Bas de pente à 20 mètres des schistes.

Pente encore sensible : 5 % environ.

Microrelief en buttes portant Aristida pungens.

Profil entre les buttes.

#### - Description

0-2 cm Sable jaune brun très clair retenu par un lacis dense de très fines radicelles donnant une espèce d'assemblage lâche sans aucune cohésion.  
Structure particulaire.

2 observé jusqu'à 130 - Sable jaune un peu plus vif vers le fond, particulaire, humide.

Prélèvements : 0-5 : 61A1  
40-50 : 61A2  
100-120 : 61A3

#### - Conclusion : Sol minéral brut désertique régosolique.

#### Autres observations

- En B - point le plus bas; même sol observé.

- En C - sommet de la dune; sable jaune rouge, homogène, particulaire, indifférencié.

#### Interprétation générale

- Les trois sols observés sont tous de type minéral brut, climatique, de dunes. On n'observe aucune différenciation avec la topographie.
- Les résultats d'analyse (p. 150) montrent une fraction sableuse grossière variable le long du profil topographique mais relativement forte, et des teneurs en matière organique identiquement faibles partout.
- Les pH semblent anormalement élevés pour des sables silicieux purs qui possèdent cependant une certaine capacité d'échange mais non saturée en général. Les conductivités sont elles aussi très faibles.
- Ce site montre que le sol climatique d'un tel massif dunaire même relativement fixé est bien de type minéral brut. Au maximum observerait-on des sols bruts à débris végétaux comme 62B dans les buttes de sbot. Même si le vent n'a pas d'effet spectaculaire comme dans un massif de sable strictement vif, on conçoit que de simples remaniements superficiels suffisent à empêcher la formation d'un horizon humifère défini même dans les meilleurs cas d'apports végétaux détritiques. Toutefois, dans de tels cas il est évidemment difficile de préciser le rôle respectif des facteurs vent et sécheresse dans la pédogenèse de ces sols.

Site n° 61/61

Profil 61 A, B, C

Echantillon n°		61 A		61 B	61 C
	61 A.1	61 A.2	61 A.3		
Profondeur en cm	0-5	40-50	100-120	0-5	0-5
Refus 2mm% Terre totale	0,5	0	0	0,8	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR7/4	10YR7/4	10YR7/6	10YR7/5	7,5YR7/6
humide .....	10YR6,5/4	10YR6/4	10YR6/4	10YR6,5/4	7,5YR6/6
Analyse mécanique % Terre fine					
Matière organique .....	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04
Argile .....	Traces	Traces	0,1	0,1	0,5
Limon .....	Traces	Traces	0,1	Traces	0,4
Sables fins .....	48,9	48,0	37,6	29,2	24,9
Sables grossiers .....	50,0	51,3	61,7	69,6	63,3
Caractéristiques hydriques					
Humidité % p F 3 .....	1,9	1,7	1,7	0,9	1,2
p F 4,2 .....	0,5	0,8	0,8	0,3	0,4
Matière organique o/oo					
C total .....	0,23	0,16	0,27	0,23	0,23
N total .....	0,09	0,15	0,06	0,08	0,03
C/N .....	2	1	5	3	8
Matières humifiées totales .....	0,18	0,10	0,17	0,48	0,43
solubles .....	0,16	0,08	0,16	0,44	0,36
précipit. ....	0,02	0,02	0,01	0,02	0,07
Complexe absorbant méq.%					
Ca .....	1,11	0,88	0,70	1,25	0,92
Mg .....	0,16	0,14	0,21	0,22	0,20
K .....	0,07	0,03	0,07	0,06	0,08
Na .....	0,10	0,04	0,03	0,05	0,02
S .....	1,44	1,09	1,01	1,58	1,22
T .....	2,80	1,56	1,74	1,56	1,94
V% .....	50	69	65	-	63
pH - pâte .....	7,5	8,2	7,3	8,0	8,1
- suspension 1/2,5 .....	7,8	8,2	7,8	9,1	8,7
Test de salinité					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	111	58	38	59	32
(extrait aqueux 1/5)					
Cl .....	1	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0	0
Gypse .....	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,07	0,02	0,03	0,02	0,04

Observations sur la végétation

61/62A (voir le relevé) : dépression sableuse

Dans cette dépression tranchant sur la plaine sableuse et le massif dunaire par la présence d'une strate arbustive très lâche, nous nous trouvons devant une végétation de strates herbacées mixtes que nous reconnaissions ici en raison de leur distribution dans la station, comme deux unités physionomiques distinctes. La strate steppique (*Aristida pungens*, *Calligonum*,

Panicum) occupe des buttes d'origine éoliennes (les nebkas), tandis que les strates annuelle et ligneuse se dispersent dans les parties basses qui correspondent au profil de sol décrit. La strate d'annuelles est très lâche à éléments non jointifs. La densité des arbres ne dépasse pas 4-5 individus par ha.

Numéro du relevé : 61/62A

type : panaché  
prairie saisonnière lâchement arbustive et steppe buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Boerhaavia coccinea</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Euphorbia granulata</i> <i>Indigofera argentea</i> <i>Tribulus terrestris</i>	v. <i>Aristida acutiflora</i>	v. <i>Aerva javanica</i> <i>Aristida pungens</i> <i>Panicum turgidum</i>	—

STRATES LIGNEUSES			
Protrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Acacia Raddiana</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Calligonum comosum</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	—

61/61 (voir relevé) : massif dunaire

Cette steppe buissonnante se distingue au premier abord de celle qui fut échantillonnée dans le massif dunaire de Oualata (61/35) par la quasi absence d'une strate arbustive (2 individus seulement ont été vus). On notera en outre l'absence d'annuelles telles que Commelina Forskalaei et Sesamum alatum, probablement en raison de la pluviométrie plus faible qu'à Oualata.

Numéro du relevé : 61/61

type : steppe buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Euphorbia granulata</i> ( <i>Neurada procumbens</i> ) <i>Mollugo cerviana</i> <i>Moltkia ciliata</i> <i>Requienia obcordata</i>	a. <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Aristida (mutabilis)?</i> <i>Cenchrus biflorus</i> v. <i>Cyperus conglomeratus</i>	v. <i>Aristida pungens</i>	—

STRATES LIGNEUSES			
Protrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Indigofera argentea</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Calligonum comosum</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	—

On peut affirmer que l'aklé est ici totalement colonisé. Même si les crêtes sont dépourvues de certains éléments (du Panicum et du Calligonum en particulier, qui se concentrent sur les flancs et dans les creux), elles ne sont que dégarnies et non vives.

L'Indigofera argentea formait dans les deux sites sinon un tapis d'individus jointifs, du moins des peuplements parfois assez denses.

#### Remarques générales sur les observations faites dans la région d'Oujaf

##### a) Pédologie

- Dans toute la région d'Oujaf, on note l'importance de l'empreinte d'une morphologie ancienne correspondant à un climat aride plus humide, qui se traduit dans le modelé et la distribution des alluvions.
- Dans la partie dessablée du baten, on trouve des sols minéraux bruts sur les glacis (reg) et des sols halomorphes dans les cuvettes. En de rares points d'approvisionnement en eau très privilégiés, des sols intrazonaux eux-mêmes peu évolués d'un type "ranker à humus doux".
- En passant dans la zone ensablée, on n'a plus que des sols minéraux bruts dunaires, dont les différenciations - telles que la présence de débris végétaux dans les sols de nebkas - ne sont que de détail et toujours très locales.

Par contre, l'organisation du modelé de cette bordure d'ensablement est intéressante à considérer : le grand aklé est la bordure du massif stable de l'Aouker. Par rapport à son sable jaune ou rouge, la couleur moins vive du sable de la plaine à nebkas tranche. On est tenté de penser qu'il s'agit d'une formation d'apport plus jeune sinon actuelle d'où sa couleur claire et son modelé moins structuré.

Le petit aklé vif pourrait correspondre dans cet ensemble à la zone d'attaque du vent au sortir du franchissement du Dahr, limite du début de son action et d'une action violente du fait des tourbillons liés à la falaise, d'où un modelé en une forme très vive. A l'appui de cette hypothèse on observe une sorte d'emboîtement des formes de la limite externe du petit aklé vif avec la bordure du Dahr (cf. fig. 28) avec une correspondance suivant une translation approximativement NE-SW, parallèle à la direction principale des vents, mais la chose resterait à préciser le long du Dahr et, en particulier, dans la contre épreuve d'orientations différentes de la falaise.

##### b) Végétation et distribution de populations de sauterelles solitaires

La végétation n'est capable dans l'ensemble de coloniser dans le baten que les stations favorisées par le drainage et celles comportant des ensembles. Sa distribution est donc intimement liée aux caractéristiques du réseau de drainage et à celles des dépôts éoliens, actuels ou anciens.

Le drainage peut en outre se combiner à l'ensablement, soit en bordure de bathas, soit en se déversant à proximité, ou même, dans un dépôt sableux. On concevra aisément le nombre de micro-paysages végétaux qui peuvent ainsi se diversifier, si l'on veut tenir compte des combinaisons possibles et concrètement réalisées.

Une implantation humaine passagère se manifeste par des ébranchages autour du puits et un éclaircissement de la strate herbacée qui est peut-être sélectif, mais difficilement perceptible, faute d'éléments de comparaison.

Mais à notre avis, l'influence humaine sur le façonnement des paysages végétaux est négligeable ici par rapport à l'importance des facteurs écologiques intrinsèques des stations qui sont eux, en premier lieu, responsables de la variété des groupements floristiques présents et de la diversification de leurs structures horizontale et verticale.

Si l'on écarte la présence de groupements halophiles\*, cette diversité joue pourtant sur un fond floristique très réduit : nos relevés, assez rapides, dénotent en tout une trentaine d'espèces dont moins de dix ont une importance phisonomique réelle. Plus au nord, à moins de 2 degrés de distance, on estime, grâce aux notes de MONOD, que la flore des vivaces se réduit à 3 espèces (Aristida pungens, Aristida acutiflora et Cornulaca monocantha) pour une réduction de la pluviosité annuelle d'environ 50 mm par rapport à la zone étudiée ici.

Il est évident que la plupart des espèces rencontrées dans le baten, se trouvant à la limite de leur aire de distribution, cherchent les moindres niches leur offrant des conditions favorables. Les moindres apports d'eau édaphique en sus de l'eau météorique provenant soit du drainage, soit de la constitution dans le sable de réserves disponibles aux racines marquent évidemment, et de façon très significative, l'écologie de chaque station. D'où, et les quelques observations précédentes n'en sont qu'un très incomplet inventaire, la variété des phisonomies, le nombre de communautés juxtaposées.

Notre collègue entomologiste a relevé dans le baten quelques stations à Schistocerca solitaires (époque : mois d'août). Nous lui laissons le soin de faire une interprétation de leur distribution, si les observations disponibles le lui permettent toutefois.

---

\* et la présence insolite de Salvadora persica qui, tout comme l'Euphorbia balsamifera, ne semble pas avoir une place écologiquement bien définie dans la végétation ouest africaine.

## HODH OCCIDENTAL

### Présentation des observations effectuées dans le Hodh

Dans cette région où s'affaiblit l'influence des phénomènes de transport éolien, où le relief est faible et l'écoulement superficiel très réduit, le gradient pluviométrique s'extériorise sans contrainte.

Nous avons cherché, d'une part à dégager les caractères des paysages végétaux tels qu'ils se manifestent le long du gradient sur des sols de texture comparable, d'autre part à montrer comment, sous une même pluviométrie, se différenciaient les paysages végétaux sur sols de textures diverses. Dans ce but, nous avons étudié des stations isolées particulièrement frappantes par le contraste édaphique qu'elles offraient, le long d'itinéraires dont l'orientation était déterminée par celle du gradient pluviométrique.

Dans ce qui suit, nous nous bornerons à présenter une observation à l'ouest de Néma (site de Mahmoude) et tous les relevés sur l'itinéraire Nioro-Aïoun. Nous complèterons ces observations par des relevés complémentaires effectués isolément par l'un de nous en 1959.

#### Mare asséchée de Mahmoude (site 61/73 - piste Néma-Timbédra)

- Coordonnées 16°31'N

7°35'W

Pluviométrie estimée : 280mm

#### a) Généralités

Au cours de nos prospections nous avons été assez fréquemment frappés par des stations où se cotoyaient des étendues colonisées par des végétations plus ou moins denses, pluristrates et des extensions soit complètement dénudées, soit peuplées par une seule strate d'annuelles très clairsemées. Nous citerons comme exemple la plaine du Tilemsi à l'ouest de l'Adrar des Iforas au Mali.

Ce contraste est toujours dû à des contacts de sols de textures différentes. L'exemple dont il sera question ici représente un contraste de végétation extrême qui nous avait incité dès 1959 (site 59/112) à faire quelques observations sur les textures des deux sols en présence. Nous avions trouvé en surface (0-40 cm) les valeurs suivantes :

texture :	talus colonisé :	plaine dénudée :
argile	7,3 %	35,0 %
limon	0 %	7,8 %
sable fin	50 %	35,1 %
sable grossier	39,2 %	19,6 %

Ces observations ont été dûment complétées en 1961.\* Dans la fig. 33, on trouvera une coupe à travers le site montrant :

- en A, le talus sableux
- en B, la bordure
- en C, la plaine dénudée

\* En septembre, nous avons trouvé un Schistocerca solitaire sur le talus sableux.

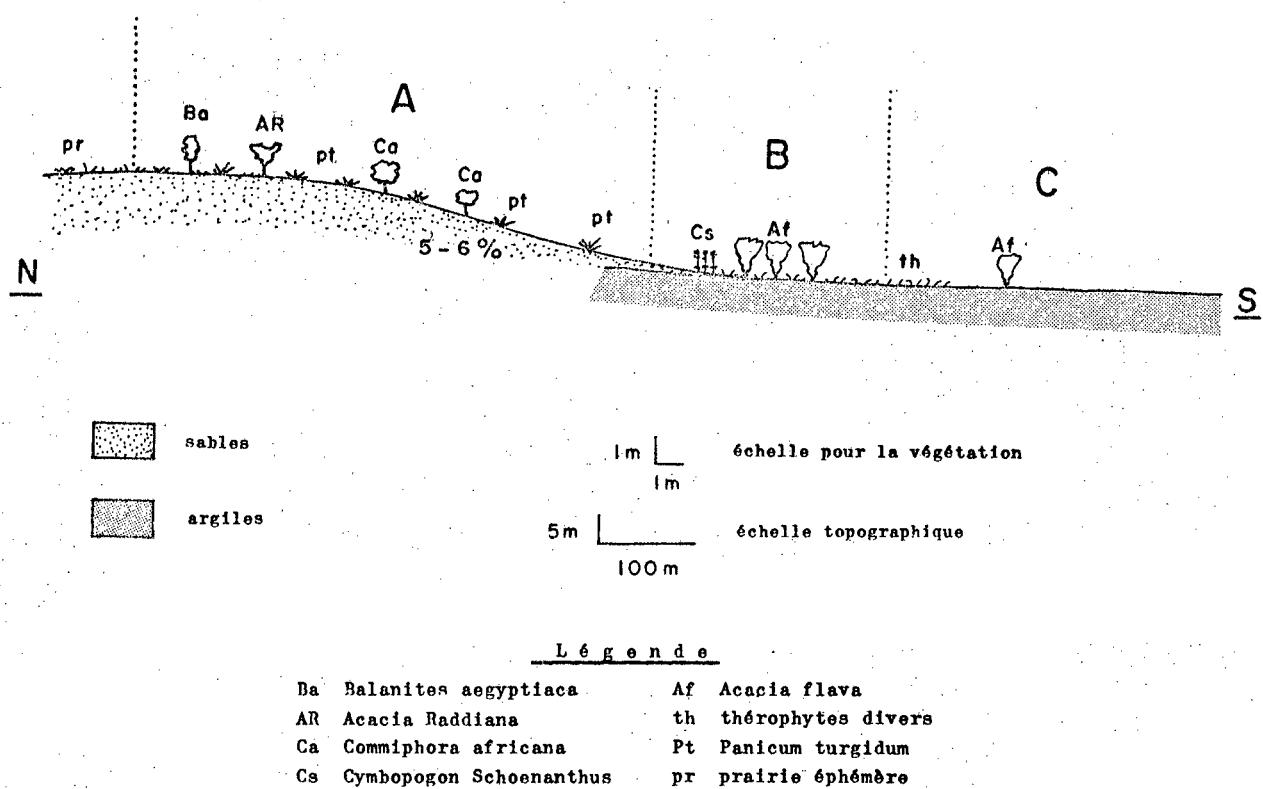


Fig.33 Coupe à travers la bordure de la mare de Mahmoud (site 61/73).

#### Observations pédologiques

#### Description générale, présentation

La mare de Mahmoud est à rattacher à un réseau hydrographique fossile complexe. Le Fodéré dont est dépendante cette mare de Mahmoud résulteraît de la réunion de plusieurs cours d'eau fossiles - dont la Koya, Baoulé fossile - issus du massif gréseux de la région de Mourdiah et alimentant la cuvette du Hodh (fig. 34).

Mahmoud se présente comme une vaste plaine basse argileuse. L'ensablement vient se terminer en biseau sur cette plaine. Deux profils ont été décrits de part et d'autre de ce contact (B) (voir photo n° 15).

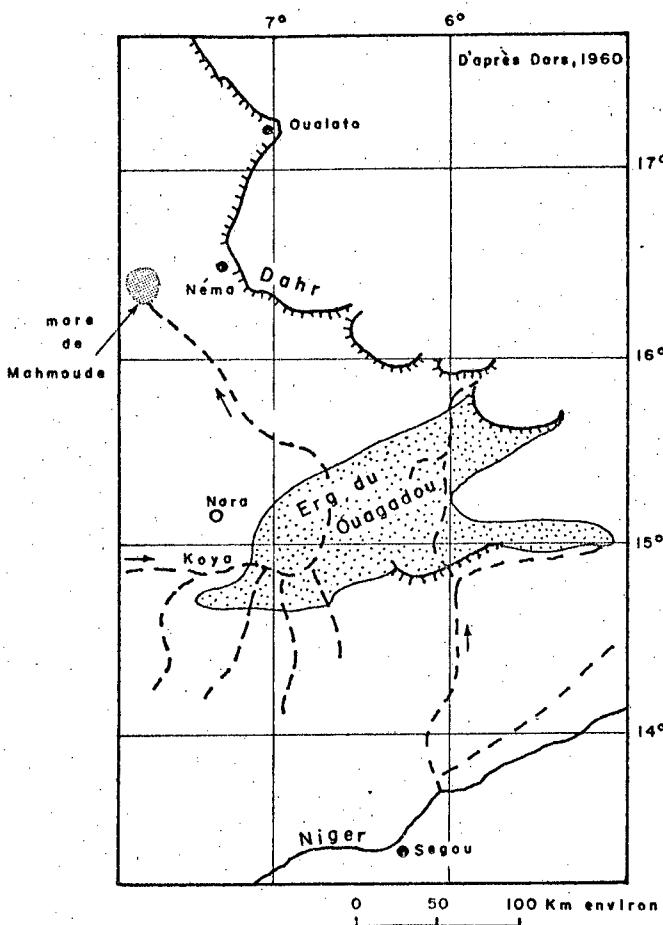
#### Profil et observations 73A

- Pente sableuse 5 à 6 % - à 100-200 mètres du bas de pente.

La présence de Panicum détermine un microrelief en buttes sableuses; le profil Aa a été creusé entre ces buttes. Une observation superficielle a été faite sur une butte située à côté : Ab.

#### Profil 73 Aa

Petite croûte un peu consistante mal individualisée en surface.



- dépression argileuse
- dunes alignées
- cours d'eau fossile

Fig. 34 Situation de la mare de Mahmoudé dans le réseau hydrographique fossile du Hodh Sud-oriental.

#### Description

- 0-20 cm Horizon brun à brun jaune; finement sableux.  
Structure fondu donnant des débits anguleux fragiles;  
cohésion faible; porosité originelle du sable un peu tassé.  
Nombreuses racines explorant bien la masse.
- 20-45 Horizon brun un peu vif; texture identique.  
Structure fondu à débits moins anguleux, plus fragiles; cohésion très faible.  
Racines nombreuses, explorant la masse.
- 45-150 Brun vif, s'éclaircissant progressivement vers le bas; sableux;  
structure particulière.

Site n° 61/73

Profil 73 A

Echantillon n°	Aa					Ab
	Aa 1	Aa 2	Aa 3	Aa 4	Ab 1	
Profondeur en cm	0-20	30-40	70-90	140-160	0-10	
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0	0	
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR65/4	7,5YR5/5	7,5YR5/4	10YR7/3	10YR65/3	
humide .....	10YR6/4	7,5YR5/4	7,5YR6/6	10YR6/3,5	10YR5/3	
Analyse mécanique % Terre fine						
Matière organique .....	0,11	0,09	0,06	0,02	0,34	
Argile .....	4,6	2,0	3,1	1,1	1,7	
Limon .....	1,5	1,0	1,0	0,5	1,0	
Sables fins .....	67,2	65,1	62,2	63,0	70,4	
Sables grossiers .....	26,2	28,3	33,0	30,7	26,5	
Caractéristiques hydriques						
Humidité % p F 3 .....	3,2	3,0	2,1	1,6	2,5	
p F 4,2 .....	1,4	1,2	0,8	0,6	1,8	
Matière organique o/oo						
C total .....	0,66	0,55	0,35	0,12	1,95	
N total .....	0,11	0,08	0,07	0,04	0,18	
C/N .....	6,6	6,9	3,0	3,0	10,8	
Matières humifiées totales .....	0,23	0,41	0,38	0,39	0,39	
solubles .....	0,12	0,32	0,28	0,32	0,32	
précipit. ....	0,11	0,09	0,10	0,07	0,07	
Complexe absorbant mEq.%						
Ca .....	1,82	1,92	1,78	0,90	1,22	
Mg .....	0,80	0,74	0,64	0,34	0,58	
K .....	0,27	0,25	0,11	0,05	0,18	
Na .....	0,63	0,01	0,02	0,01	0,01	
S .....	2,93	2,92	2,55	1,30	1,99	
T .....	3,58	-	2,90	1,92	8,90	
V% .....	81	-	99	68	86	
pH - pâte .....	7,3	7,4	7,8	7,7	7,1	
- suspension 1/2,5 .....	7,5	7,6	8,1	8,1	7,3	
Test de salinité						
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	37	31	38	45	38	
(extrait aqueux 1/5)						
Cl .....	0	0	0	0	0	
SO4 .....	0	0	0	0	0	
Gypse .....	0	0	0	0	0	
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0	
P2O5 total o/oo .....	0,06	0,03	0,02	0,01	0,33	

Quelques petites taches rouilles très diffuses à partir de 120.  
Racines moins nombreuses.

150 cm Sable brun très clair, particulaire, présentant quelques trainées rouilles : matériau originel subissant des actions d'hydromorphie temporaire.

Observation 73 Ab sur butte à *Panicum*

Sable brun très pâle, un peu humifère, enrichi en débris végétaux. Particulaire. Ensemble poreux.

Conclusion

- 73Aa est un sol brun subaride; sa couleur est relativement claire et la présence d'humus est assez diffuse pour laisser apparaître des couleurs propres au matériau (brun jaune - brun vif), mais le caractère fondamental de pénétration humique profonde est réalisé (pénétration jusqu'à 150). Noter le léger engorgement temporaire en profondeur.

- 73Ab correspond à un sol jeune peu évolué.

Résultats analytiques (cf. p. 157)

On note pour le sol brun une plus forte proportion d'éléments fins dans le profil pédologique que dans le matériau originel. Le même fait a été constaté dans le site 61/52 du Dahr de Néma sur matériau analogue, en sol gris désertique et en position analogue ou même plus haute sur la pente. On peut sans doute relier ce phénomène à une pédogenèse ancienne qui apparaissait mieux en s'exprimant par une ferruginisation nette sur sol moins humifère (Néma).

Le taux de matière organique superficiel est faible (0,11 %); on trouve parfois plus en sol gris subdésertique, mais la pénétration est profonde et les C/N superficiels un peu plus élevés (entre 6 et 7).

Le sol de butte sous *Panicum* montre une texture superficielle analogue à celle du matériau originel; on peut estimer que les éléments fins ont été entraînés par le vent au cours du remaniement. Son taux de matière organique est considérablement plus élevé que pour le sol brun (rapport 1/3); mais le C/N est élevé ( $\approx$  11) et le taux d'humification faible; cette matière organique correspond principalement à des débris peu évolués comme l'observation directe l'a montré.

Ces considérations sur la matière organique montrent :

- l'insuffisance du simple chiffre de matière organique pour caractériser un sol

- l'importance plus grande de la répartition de la matière organique et de sa qualité (C/N, humus et observation directe) que son taux en valeur absolue.

Ces considérations montrent aussi combien on doit être prudent pour interpréter les C/N de ces sols arides, tous très nettement décalés vers des valeurs plus faibles en comparaison des sols des régions tropicales plus humides.

A l'imprécision près des résultats d'analyse sur des chiffres faibles relatifs au complexe, celui-ci est à peu près mûr sur tout le profil et le pH montre une tendance à l'alcalinité apparemment anormale mais fréquente pour tous ces sols arides - surtout vers la profondeur.

Profil 73C

Situation : 100 mètres à l'intérieur de la "mare".

Description

Surface du sol fendillée superficiellement en polygones petits (5-10 cm) correspondant à une croûte fine se desquamant par place en écailles.

En plus de ce fin réseau, un second nettement plus grand (50 cm) correspondant à des fentes de retrait profondes assez peu larges (2 cm) et donnant un microrelief peu accusé (simple "amorce" de gilgai).

Site n° 61/73

Profil 73 C

Echantillon n°	73 C.1	73 C.2
Profondeur en cm	0-20	40-50
Refus 2mm% Terre totale	0,5	0,4
Couleur Munsell Terre fine sec .....	2,5YR4,5/2	2,5YR4,5/2
humide .....	2,5YR3,2	2,5YR3,2
Analyse mécanique % Terre fine .....		
Matière organique .....	0,54	0,55
Argile .....	47,0	47,0
Limon .....	14,3	14,5
Sables fins .....	25,8	26,7
Sables grossiers .....	4,1	4,8
Caractéristiques hydriques .....		
Humidité % p F 3 .....	26,0	27,9
p F 4,2 .....	16,4	17,1
Matière organique o/oo .....		
C total .....	3,13	3,20
N total .....	0,28	0,25
C/N .....	11,2	12,0
Matières humifiées totales .....	1,20	1,30
solubles .....	0,64	0,76
précipit. ....	0,56	0,54
Complexe absorbant meq.% .....		
Ca .....	29,44	30,98
Mg .....	2,62	1,98
K .....	0,54	0,51
Na .....	0,86	1,28
S .....	33,46	34,75
T .....	33,82	35,0
V% .....	99	99
pH - pâte .....	7,4	8,0
- suspension 1/2,5 .....	7,8	8,1
Test de salinité .....		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	82	136
(extrait aqueux 1/5) .....		
Cl .....	0	0
SO4 .....	0	0
Gypse .....	0	0
Calcaire total % .....	0,4	0,4
P2O5 total o/oo .....	0,33	0,43

0-2 cm Brun gris; argileux; sec; petit horizon à structure feuilletée et sous-structure grumeleuse fine (structure mie de pain à tendance lamellaire) très bonne structuration; cohésion faible; porosité en liaison avec la structuration. Présence de petits nodules calcaires (1 cm) de forme irrégulière, présentant un cortex net.

2-20 à 25 Horizon brun gris assez foncé; argileux.

Structure prismatique moyenne (largeur des prismes < 10 cm).

Les prismes présentent une striation horizontale correspondant à une structure en plaquettes bien individualisée, quelques faces de décollement à revêtement argileux; cohésion très forte;

microporosité très faible. Un peu de sable de remplissage dans les fentes de retrait. Racines assez peu nombreuses; empruntant les fissures et tapissant les faces des agrégats sans pénétrer leur masse.

Individualisation et accumulation calcaire en tout petits amas friables assez nombreux. Traces d'activité biologique.

20-25 observé jusqu'à 50 - Horizon brun gris un peu plus foncé; argileux; un peu humide. Colmaté, compact et massif. Débits grossièrement polyédriques se fragmentant en plus petits polyèdres; slickenside nombreux; cohésion jugée forte; porosité très faible. Racines fines moins nombreuses toujours plaquées à la surface des agrégats. Accumulation calcaire plus dense : petites concrétions atteignant 5 mm.

#### Conclusion

Ce sol est surtout caractéristique par son drainage interne déficient et sa structure massive prismatique dans 2-20 avec plaquettes et "slicken-side" : ce sont des caractères de vertisol. Il est développé sur des alluvions anciennes et il est difficile de faire la part de l'évolution ancienne et actuelle.

#### Résultats analytiques (p. 159)

On note une texture argileuse, une faible teneur en matière organique (compte tenu de cette texture) et ne se différenciant pas en horizon superficiel humifère, un complexe saturé, des pH alcalins et même fortement alcalins en profondeur.

Enfin, le taux de Mg échangeable est anormalement faible pour classer ce sol en vertisol typique, malgré une argile à plus de 60 meq.% de capacité d'échange (sans doute argile illétique).

Des mesures d'humidité des sols en place ont été faites à la date d'observation et ont donné les résultats suivants :

	Prof. cm	Humidité 10-9-61	Humidité équivalente	Humidité pF 4,2
Aa sable	10	Traces	3,2 %	1,4 %
	50	0,2 %	3,0 %	1,2 %
C argile	10	8,8 %	26,0 %	16,4 %
	50	12,8 %	27,9 %	17,1 %

La quantité d'eau présente dans l'argile est beaucoup plus grande, mais dans chacun des profils, aux profondeurs considérées, il n'y a plus d'eau utilisable par la végétation. Il est évident qu'une seule série de mesures faites sans repère par rapport à la tornade précédente ne suffit pas à serrer un problème aussi complexe. Des mesures sur des échantillons plus profonds pourraient éventuellement donner des différences interprétables.

Les observations directes ont pourtant montré un fait intéressant à

souligner :

- les racines, nombreuses dans le sable, pénètrent bien la masse.
- dans l'argile, elles sont moins nombreuses évidemment en liaison avec la moindre densité de végétation, mais surtout, elles se plaquent à la surface des agrégats sans les pénétrer. On conçoit dans ce cas une moins bonne utilisation des réserves d'eau du sol par les plantes.

Observations sur la végétation (voir disposition de la végétation sur la fig. 33 et la photo n°15)

Sur le talus sableux (A), on trouve la présence simultanée de deux strates caractéristiques distribuées comme suit : une strate steppique à Panicum turgidum localisée surtout sur la pente du talus et une strate prairiale d'annuelles interpéénétant sur le talus la strate steppique (61/73A) et occupant sinon presque exclusivement le replat du talus (non relevé). Cette dernière strate est suffisamment dense pour brûler (feu observé en 1959). Quelques buissons sont présents (Leptadenia pyrotechnica) et une strate arbustive apparemment diffuse. La bordure (B) est occupée par un type panaché où les diverses strates s'interpéénètrent sans ordre apparent. La strate arbustive n'est plus représentée que par quelques rares Balanites et Maerua; la strate buissonnante perd son élément psammophile (Leptadenia) et se constitue à partir d'Acacia flava et de Cordia Rothii. Vers l'intérieur, la plaine argileuse (C) se dépouille presque totalement de ses éléments ligneux et l'on ne trouve plus guère que du Sida alba et de l'Abutilon pannosum (partiellement lignifié).

Cette colonisation dissemblable de l'argile et du sable pose un problème intéressant l'exploitation de l'eau disponible dans les sols. Comme l'ont montré les observations pédologiques, la prospection par les racines est beaucoup plus étendue et profonde dans le sable et plus superficielle dans l'argile. Ceci est surtout marqué chez les graminées. On trouve toutefois des espèces d'autres familles (le Sida alba) qui peuvent disposer de systèmes radiculaires assez profonds.\*

Cet enracinement traduit les différences de profondeur de pénétration de l'eau dans le sable et dans l'argile : superficielle dans l'argile, profonde dans le sable.

En raison de l'évaporation intensive à laquelle est soumise l'eau fixée dans ces sols, l'argile perdra plus rapidement ses réserves d'eau que le sable puisqu'elles sont fixées en surface. D'où, sur l'argile, le développement d'espèces à croissance rapide : tapis très fugaces à court cycle végétatif. En raison de leur point de flétrissement élevé, les argiles peuvent rester toutefois encore humides pendant une longue période et contenir une proportion d'eau plus élevée que le sable, mais inutilisable par la plante.

• En outre, pour des raisons de différences de compacité la quantité d'eau pénétrant dans l'argile est moindre que dans le sable.

Avec WALTER, on peut donc affirmer en première approximation que dans les zones sèches les sols les plus "secs" sont les sols argileux. Ajoutons que ce sont les sols sur lesquels la production de matière sèche n'est peut-être pas moindre mais qu'elle se fait surtout à partir d'espèces fugaces à croissance très rapide. Dans les sables, au contraire, prospectés en profondeur par des réseaux radiculaires beaucoup plus étendus, l'utilisation de l'eau est plus complète et permet une période de végétation plus étendue.

\* Certains pieds de Sida alba expédient une racine pivotante jusqu'à 20 ou 30 cm.

Numéro du relevé : 61/73A

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aptosimum pumilum</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Coccyntia vulgaris</i> <i>Commelinia forskaeaei</i> <i>Euphorbia granulata</i> <i>Polygala eriopetra</i> <i>Tribulus terrestris</i>	a. <i>Aristida hordeacea</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Latipes senegalensis</i> (?) <i>Schoenfeldia gracilis</i> <i>Tragus racemosus</i>  v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aerva javanica</i> <i>Chascanum marrubifolium</i> <i>Cyperus conglomeratus</i>		

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Melhania denhamii</i>	<i>Commiphora africana</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Chascanum marrubifolium</i> <i>Chrozophora (brocchiana?)</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Commiphora africana</i> <i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	

Numéro du relevé : 61/73B

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Schoenfeldia gracilis</i> <i>Abutilon pannosum</i> <i>Aptosimum pumilum</i> <i>Blepharis sp</i> <i>Boerhavia sp</i> <i>Indigofera sp</i> <i>Nomorodia balsamina</i> <i>Sida alba</i>	a. <i>Schoenfeldia gracilis</i> <i>Abutilon pannosum</i> <i>Aristida hordeacea</i> <i>Aristida mutabilis</i>  v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i> <i>Rynchosia Memnonia</i>		

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia flava</i> <i>Cordia Rothii</i>	<i>Acacia flava</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Maerua crassifolia</i>	

Numéro du relevé : 61/730

Type : prairie éphémère, par plages buissonnantes

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Sida alba Leucas martinicensis Monardica balsamina	a. Sida alba Hibiscus panduriformis Hibiscus Trionum Ocimum tereticaula		
v? Abutilon pannosum	v? Abutilon pannosum		
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	Acacia flava Cordia Rothii		

### Itinéraire Nioro - Aïoun el Atrouss

En 1961 (septembre), les observations communes sur les sols et la végétation ont été effectuées à partir d'Aïoun sur la piste Aïoun-Nioro, dans le sens nord-sud jusque vers la latitude de 15°40'. Nous incluerons dans la description de cet itinéraire des observations recueillies au cours d'une mission précédente en octobre-novembre 1959 et les présenterons du sud vers le nord, des régions plus humides vers les plus sèches.

Sur cet axe méridien (9°30' long.W) se manifestent plusieurs types de substrats qui s'échelonnent du sud (point le plus méridional considéré : Nioro 15°15'N) vers le nord (Aïoun lat. 16°40'N) comme suit :

- jusque vers 15°25' une plaine où des schistes plus ou moins affleurents alternent avec des couvertures d'épandage constituées de sables argileux qui sont exemptes d'éléments pierreux. De cette plaine émergent quelques petits massifs (doléritiques ? : sud de Diandoumé, 15°25'N, est de Yéréré, 15°15'N, 9°25'W).

- de 15°25' jusque vers 15°50' (Gobernié), la plaine formée de ces substrats s'ensable de façon intermittante.

- de Gobernié à Aïoun, l'ensablement est généralisé. Jusque sur la latitude 16°25'N (point de référence long. 9°25'W) l'ensablement est épais et repose sur les schistes. C'est une zone où le modelé présente un contraste entre les plaines très mollement ondulées des tayarets et des modelés nettement ondulés en dehors. Au nord de ce point, sur les grès, l'ensablement devient de nouveau irrégulier et l'on rencontre des affleurements du substrat. Lorsque l'ensablement est épais, il s'organise également dans cette zone en ondulations bien marquées. Lorsqu'il est peu épais ou qu'il disparaît complètement, on peut rencontrer avec les grès des blocs et produits de démantèlement de cuirasses ferrugineuses. Apparemment les fourrés de Grewia bicolor et d'Euphorbia balsamifera localisés dans les portions les plus basses des axes de drainage sont associés à la présence de tels produits.

Le choix des sites d'observation a été fait en fonction de la présence de ces divers substrats et de la diversification en paysages végétaux qui en résulte. Le trajet Nioro-Ballé a été étudié en raison de la signalisation précise d'un lieu de ponte en 1959 près de Koréra.

Trajet Nioro - Ballé

A l'est de Nioro, l'ensablement continu semble s'étendre légèrement plus au sud que sur l'axe méridien considéré. Sur le trajet Nioro-Ballé, nous l'avons atteint vers  $15^{\circ}20'$ , environ à 60 km à l'est de Nioro. Sur les sols plus ou moins argileux, on trouve des communautés boisées ou buissonnantes (fourrés ou bois clairs) ou des prairies éphémères mélangées d'éléments ligneux ou, dans des dépressions, des forêts fermées (Acacia nilotica). Sur sable, les paysages sont peut-être moins différenciés, mais les strates, en particulier les strates herbacées, sont mieux développées. Sur les tronçons ensablés du parcours Nioro-Ballé, on peut distinguer :

- des prairies éphémères buissonnantes-arbustives (avec Combretum glutinosum, Guiera senegalensis en strates ligneuses et de l'Aristida eutabilis, Eragrostis tremula, Aristida stipoides et autres espèces herbacées (relevé 59/116 sur  $15^{\circ}14' / 9^{\circ}30'$ )

- autour des villages sédentaires des types panachés mixtes herbacés-buissonnants-arborés.

- des savanes dont nous avons vu, sur sable, un bel exemple au sud de Timbédra sur  $15^{\circ}40'N$  et  $8^{\circ}59'W$  (pluviosité estimée 580 mm).

La graminée vivace atteignait 2 à 2m50 de hauteur. Nous reproduisons ici la composition botanique de cette savane dans le relevé 59/115.

Numéro du relevé : 59/115

type : savane arbustive lâchement arborée

STRATES HERBACEES		STRATES ARBOREES	
basse jusqu'à 1 m	haute de 1 à 2 m	basse 2-5 m	haute sup. à 5 m
a. Eragrostis tremula	v. <u>Hyparrhenia dissoluta</u> <u>Maytenus senegalensis</u>	<u>Balanites aegyptiaca</u> <u>Combretum glutinosum</u> <u>Commiphora africana</u> <u>Maytenus senegalensis</u> <u>Sclerocarya birrea</u>	<u>Sclerocarya birrea</u>

Grâce à des indications précises fournies par M. KOULOUBALI, agent de l'agriculture à Nioro qui était présent lors des éclosions, nous avons pu visiter et délimiter de façon assez certaine un lieu de ponte n° 7 près du village de petit Koréra,  $15^{\circ}13'40''/8^{\circ}51'30''$  (pluviosité estimée à 600mm). Les pontes avaient eu lieu vers le 2 ou 3 août et les éclosions vers le 17 août, notre inspection du site, le 3 novembre 1959. Ce site retiendra plus particulièrement notre attention ici.

Comme le montre la fig. 35 (photo aérienne 465 prise en saison sèche), les champs des villageois apparaissent comme autant de clairières aménagées dans une végétation dense. Nous avons pu identifier le lieu de ponte comme représentant un abandon de culture remontant à plusieurs années et l'avons localisé assez approximativement dans le coin NW de la photo (où elle est malheureusement assez floue). Le relevé 59/118 de cet abandon de culture indique l'occupation par des éléments herbacés mixtes provenant des trois strates élémentaires et d'éléments buissonnants dont Guiera senegalensis (pyrophile?). Le Sterculia setigera (arbres généralement de plus de 5 m de hauteur) est un vestige de la végétation d'origine que les cultivateurs n'ont pas éliminé (visible sur la photo dans les zones claires sous forme de points).

Il s'agit ici dans cet abandon de culture d'un type panaché à prédominance d'éléments de prairie éphémère avec quelques pieds épars d'Andropogon Gayanus qui semble se réinstaller (voir photo n° 16). En surface, le sol est un sable mal calibré (voir analyse n° 59/118).

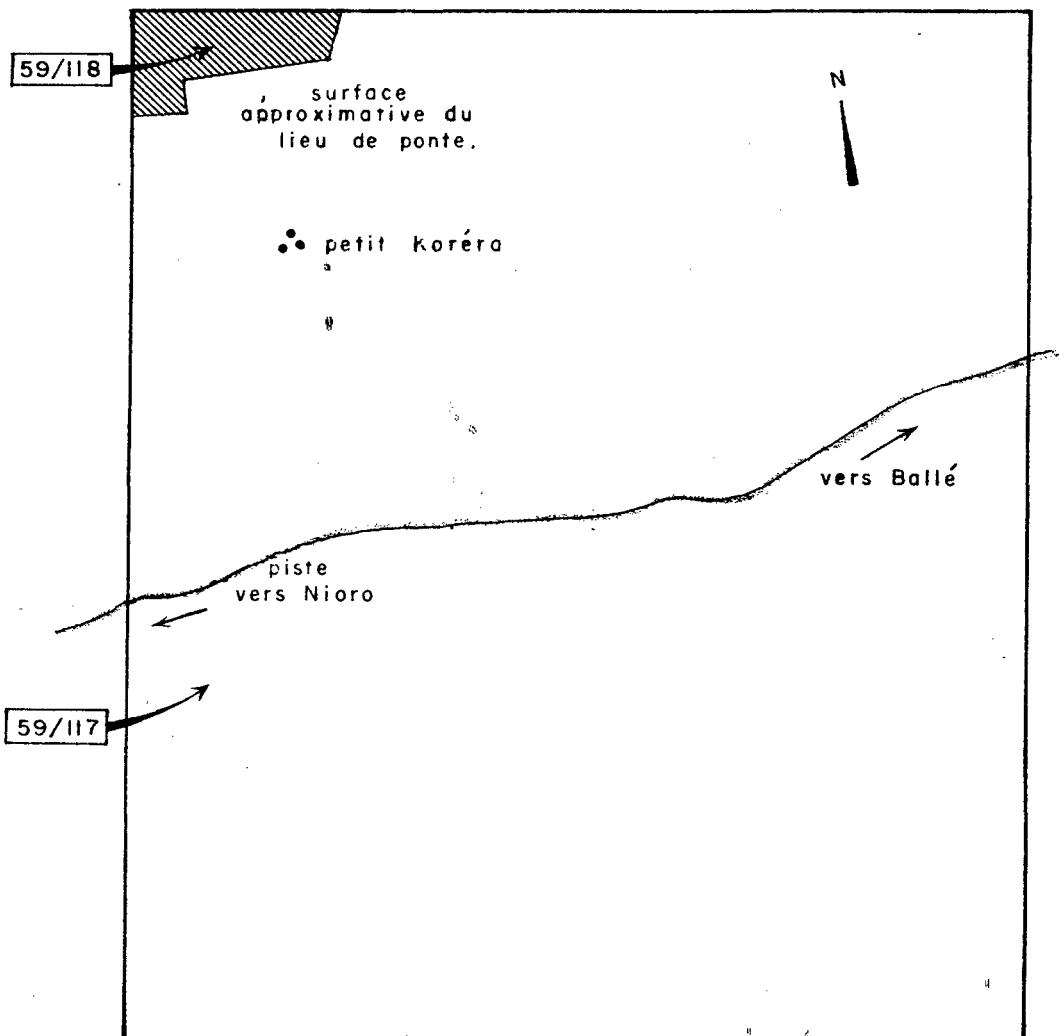


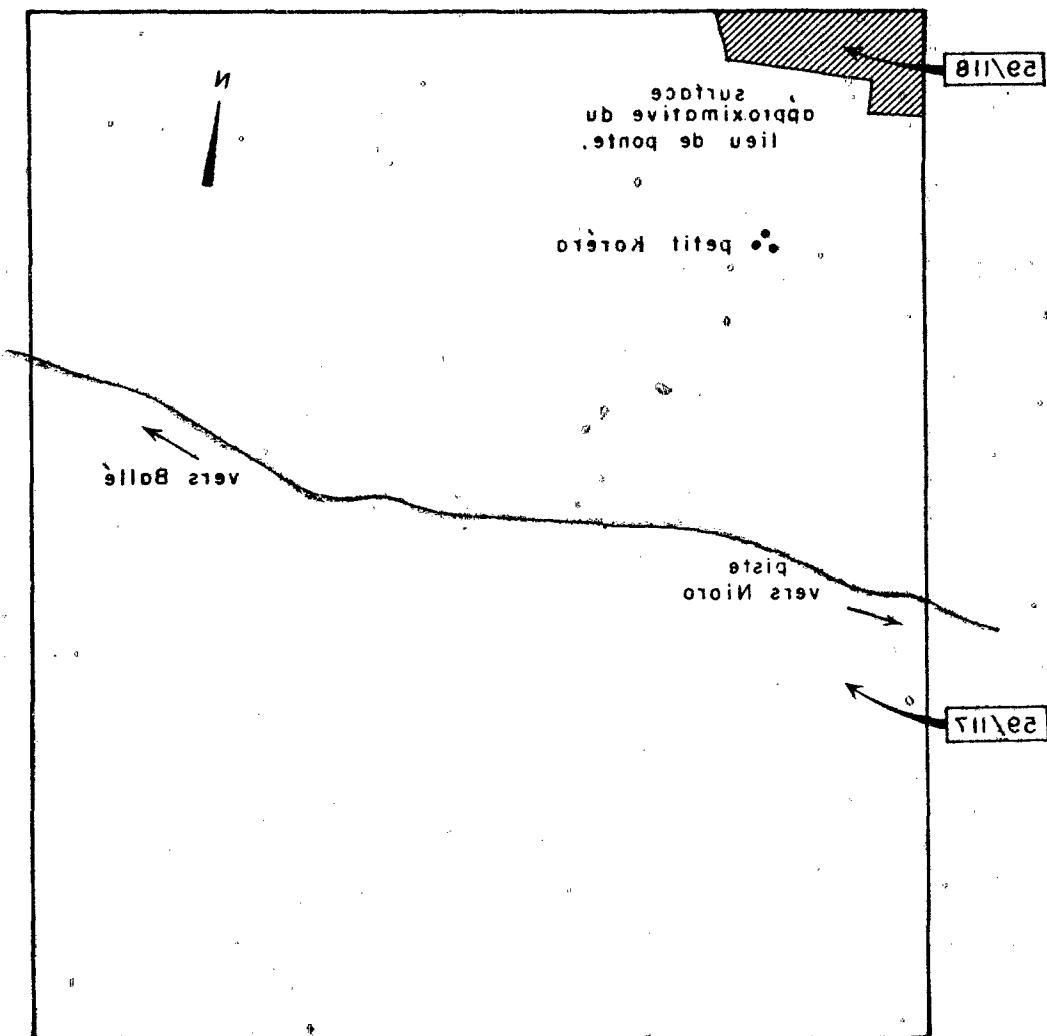
Fig. 35 Lieu de ponte dans une région cultivée.  
(photo aérienne au 1:50 000 ème)

Cliché de l'Institut Géographique National.  
(reproduit avec l'autorisation de l'I.G.N.)  
ND - XXII - 465

Numéro du relevé : 59/117

type : panaché

STRATES HERBACEES (et buissonnante basse)		STRATES ARBOREES (et buissonnante haute)
basse jusqu'à 1 m	haute au-dessus d'1 m	basse 2-5 m
a. Aristida mutabilis Eragrostis tremula	Andropogon Gayanus Cochlospermum tinctorium Guiera senegalensis	Cochlospermum tinctorium Combretum glutinosum Guiera senegalensis



MD - XXXI - 465  
 (Terptorunt avec l'Institut Géologique de l'I.G.N.)  
 Chèque de l'Institut Géologique de l'I.G.N.  
 Photo aérienne au 1:50 000 (suite)  
 Plan de coupe dans une région militaire.

२६.गिरि

प्राचीन भाषा

РИ\ЕТ : ènəfēt n̄b orèmuN

STRATEGES ARBOREES (et personnes nute pente)	STRATEGES HERBACEES (et personnes nute pente)	
<p style="text-align: center;">pente passee S-2 m</p>	<p style="text-align: center;">pente passee q,f,m</p>	<p style="text-align: center;">pente passee mardi 5 f,m</p>



Numéro du relevé : 59/118

STRATES HERBACEES (et buissonnante basse)		STRATES ARBOREES (et buissonnante haute)	
basse jusqu'à 1 m	haute de 1 à 2 m	basse 2-5 m	haute sup. à 5 m
a. <i>Aristida pallida</i> <i>Aristida stipoides</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Ctenium elegans</i> <i>Eragrostis tremula</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i>	<i>Andropogon Gayanus</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Combretum(micran-</i> <i>thum?)</i> <i>Guiera senegalensis</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Sterculia setigera</i>	

Les abords du village non cultivés ou bien où la culture n'a pas été pratiquée depuis fort longtemps sont, eux, occupés par une végétation où la strate de savane (59/117) est beaucoup plus dense sans qu'elle ne forme toutefois un tapis continu à parties aériennes jointives.

La distribution locale des pontes était apparemment liée à la présence de cet abandon de culture. Il faut évidemment se représenter la strate herbacée basse à peine développée en hauteur au moment de la ponte ce qui permettait aux sauterelles de prendre contact avec le sable. Etant donné les caractéristiques de la dynamique saisonnière de ces strates d'annuelles se développant très rapidement après les pluies, le tapis dense qu'elles arrivent à former pourrait ensuite jouer le rôle d'un écran. Ceci permet de penser qu'un site de ce genre n'est favorable pour la ponte que pendant une brève période après le début des pluies.

Ce site est le seul exemple que nous possédions d'une distribution locale des pontes dans une végétation indubitablement induite par l'homme. Il serait intéressant de savoir si les plages à végétation plus claire formées par les clairières se détachant ici si nettement du fond de savane dans laquelle elles ont été aménagées ont pu exercer une attraction visuelle sur l'essaim et l'ont déterminé à se poser dans cet endroit précis.

Résultats d'analyse d'un sol

Site N° 59/118

Observations N°	Echantillon N°	Profondeur en cm	Ouvrage	Cailloux	Couleur Munsell		Matière organique	Analyse mécanique en % terre fine					Humidité < pF3	Humidité < pF4,2	pH - suspension 1/2:5	Test de salinité : Conduct. CG 250 above $10^{-6}$ /cm (extrait aquatique 1/5)	Cacloré total %
					Décoloration	Coloration		Argile 0 à 0,002mm	Liaison 0,002 à 0,200mm	Sables fins 0,020 à 0,200mm	Sables grossiers 0,020 à 2,0mm						
-	207	0-30	0	0	brun	7,5TR5/4	0,26	6,8	0,8	46,3	46,7	4,0	-	6,7	17	0	

De Nioro à Gobéni

A la sortie immédiate de Nioro, on trouve des prairies éphémères arbus-  
tives de composition floristique diverse avec parfois formation de fourrés  
(Acacia Seyal, Pterocarpus lucens). La mare de Korkodio 15°20'N/9°30'W est  
entourée d'Acacia nilotica qui forment une belle forêt d'arbres de 10 à 15m  
de haut dans la dépression avoisinante.

Vers 15°27'N/9°22'W (site 59/120, voir le relevé), nous trouvons comme  
paysage sur une nappe d'épandage sablo-argileuse une prairie éphémère  
lâchement arbustive, unité physionomique caractéristique de ces sols à cette  
latitude. En surface, le sol comporte un horizon plus sableux (0-7 cm) qu'en  
profondeur où l'on passe à un horizon argilo-sableux (voir feuille d'analyse).  
La prairie avait brûlé et le relevé est incomplet.

Numéro du relevé : 59/120

type : prairie éphémère

STRATES HERBACEES		STRATES ARBOREES	
basse jusqu'à 1 m	haute de 1 à 2 m	basse jusqu'à 5 m	
a. <i>Schoenefeldia gracilis</i> v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	—	<i>Acacia Seyal</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Combretum glutinosum</i>	

Résultats d'analyse d'un sol

Site n° 59/120

Observation n°	Echantillon n°	Profondeur en cm	Géologie	Cailloux	Couleur Munsell		Matière organique	Analyse mécanique en % terre fine					Humidité % pF2	Humidité % pF4,2	pH + suspension 1/2,5	Test de salinité + Conduct. Cf 25° dans 10-6/cm (arresté eau 1/5)	Calcaire total %
					Décoloration	Codification		Argile 0 à 0,002mm	Limon 0,002 à 0,020mm	Sables fins 0,020 à 0,200mm	Sables grossiers 0,200 à 2,0mm						
-	208	0-6	3,1	1,0	Brun	10YR5/3	0,66	7,3	1,8	52,0	38,1	5,9	-	6,3	25	0	
-	209	7-25	3,3	1,5	Brun jaunâtre	10YR5/4	0,47	29,8	4,5	43,4	29,7	14,4	-	6,2	25	-	

Site 61/83 : plages de reg intermittantes avec affleurements de schistes  
Coordonnées : 15°34'N/9°22'W; P = 500mm.

Présentation

Le paysage est constitué de plages de reg plus ou moins dénudées,  
inarborees légèrement surélevées et de dépressions peu marquées comportant  
des fourrés (composition botanique : voir relevé 61/83).

Numéro du relevé : 61/83

type : mixte constitué de prairies éphémères plus ou moins buissonnantes et de fourrés plus ou moins arbustifs

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i> v. <i>Tripogon minimus</i>	a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Schoenoplectus gracilis</i> <i>Sesamum alatum</i>	—	v. <i>Cymbopogon sp (aff. giganteus)</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia Seyal</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Oroxylum indicum</i> <i>Ziziphus mauritiana</i>	<i>Acacia Seyal</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	—

#### Observations pédologiques

##### Profil 61/83

Le reg est fait de débris de schistes (0,5 à 5 cm) épandus en surface et noyés en-dessous dans une matrice argilo-sableuse brun-jaune sur une épaisseur variant autour de 5 cm; en-dessous on passe à des schistes sains en fragments plus grossiers.

En mélange avec les schistes épandus superficiellement, on trouve quelques fragments de dolérites patinées.

Les variations sont de trois sortes :

- schistes en affleurements sur les points hauts
- ensablements locaux correspondant à des zones de végétation
- zones plus basses argileuses peu ou pas caillouteuses : profil 61/83.

#### Description

0-1 cm Horizon gris, croûteux, finement sablo-argileux à limono-argileux, texture lamellaire; cohésion faible.  
Petit piquetage rouille. Porosité faible.

1-4 Horizon brun gris foncé, argilo finement sableux.  
Structure à tendance cubique assez fine (1 à 2 cm), cohésion jugée forte bien qu'observée humide. Porosité nulle des agrégats.

4-19 Horizon brun foncé un peu jaune; argilo-sableux.  
Structure polyédrique moyenne, un peu plus fine vers le bas; cohésion forte.  
Porosité de type tubulaire fine, assez faible, augmentée par une certaine activité biologique. Quelques petits débris de schistes (0,5 cm), rougis, ferruginisés, mais très durs.

19-30 Horizon brun jaune à jaune, argileux, à structure polyédrique fine. On observe de petites taches noires, jaunes et rouges; des schistes rubéfiés plus nombreux que dans l'horizon sus-jacent, plus altérés

et plus friables; certains très petits, très arrondis et très altérés à cortex rouge et intérieur noirâtre s'écrasent facilement en donnant un produit talqueux. Enfin, on a également des concrétions manganésifères, noires, peu durcies contenant une fraction sable importante. Porosité tubulaire fine assez faible.

30 cm Schistes en bancs horizontaux, gris avec couches d'altération jaune sur les surfaces de séparation, se débitant en plaquettes de taille moyenne.

#### Conclusion

Sol jeune évoluant vers un sol brun, sur produits d'altération des schistes remaniés.

On note en particulier, l'altération intense dans les horizons profonds en relation avec l'engorgement d'hivernage dû à la position basse.

Génétiquement ce sol représente un stade de jeunesse peu épais du sol brun sur schistes observés plus au nord, à Gobernié.

#### Site 61/81

##### Situation et présentation

Point d'observation : bordure est de la piste Nioro-Aïoun (par Gobernié). Coordonnées : 15°40'N/9°25'W. Pluviométrie estimée : 500mm.

Tandis que de Nioro jusqu'à ce point, le paysage était dans son ensemble arboré, nous nous trouvons ici en présence d'une vaste clairière presque totalement dépourvue d'éléments ligneux, sauf vers l'est où, dans une légère dépression, se trouvent des fourrés et boqueteaux d'arbustes. La zone est plane, sans traces de drainage superficiel. On note seulement une petite mare (50 m de diamètre) résultant de l'accumulation des eaux de pluie.

Sur cette plaine se développe une prairie éphémère pluristratifiée où l'on distingue plusieurs faciès :

- dans la zone plane un faciès de prairie à Aristida funiculata (A) et un faciès à Andropogon amplectens (B)
- aux abords de la mare (zone non inondée) une prairie du type A comportant des plages de Cymbopogon aff. giganteus et de Loudetia togoensis (C)
- dans la zone inondable à proximité même de la mare, une flore herbacée, de plus en plus spécialisée de l'extérieur vers l'intérieur de la mare (E)
- dans la dépression (colature) un paysage mixte herbacé ligneux (D).

Les profils de sol ayant été étudiés en fonction de cette distribution de la végétation, nous allons tout d'abord passer à la description de ces faciès.

En A (voir le relevé), la prairie est composée presque exclusivement d'une strate herbacée inférieure d'Aristida funiculata à individus jointifs. Les autres espèces sont très disséminées, le Cymbopogon est représenté par des individus isolés (un pied tous les 50 ou 100 m). Le peuplement de Tripogon minimus se manifeste, par plages dense (à individus non jointifs) d'extension réduite, cette strate prostrée ne prenant toutefois nulle part une importance phisonomique prépondérante.

Dans le faciès 4, formant le fond le plus étendu du paysage, se trouvent disséminés des îlots du faciès B et des arbustes ou des buissons de Combretum glutinosum et d'Acacia sp. (Raddiana?) isolés.

Le faciès B, tranchant sur A par la présence d'une strate moyenne d'Andropogon amplectens dense, est floristiquement plus riche; toutefois, tous les éléments floristiques du faciès A en sont totalement absents et l'interpénétration entre les éléments de A et de B est un phénomène limité à la zone de contact des deux faciès.

En bordure de la mare, on trouve de l'extérieur vers l'intérieur, dispo-

Numéro du relevé : 61/81A

type : prairie éphémère inarborée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Cleome droserifolia</i>	a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Hibiscus asper</i>	v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	—
v. <i>Tripogon minimus</i>	v. <i>Tripogon minimus</i>		

Numéro du relevé : 61/81B

type : prairie éphémère inarborée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
—	a. <i>Cassia nigricans</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Dieotomis fastigiata</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i>	a. <i>Andropogon amplexans</i> <i>Ipomoea coccinea</i> <i>Loudetia togoensis</i>	a. <i>Andropogon amplexans</i> v. <i>Cymbopogon sp (aff. giganteus)</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Combretum glutinosum</i>	—	—

Numéro du relevé : 61/81B

type : prairie éphémère buissonnante arbustive  
avec fourrés

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Borreria radiata</i>	a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Zornia gladiata</i>	a. <i>Dieotomis fastigiata</i> <i>Ipomoea coccinea</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Tephrosia bracteolata</i>	v. <i>Cymbopogon sp (aff. giganteus)</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia senegal</i> <i>Acacia Seyal</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Diorostachys glomerata</i> <i>Grewia bicolor</i>	<i>Acacia senegal</i> <i>Acacia Seyal</i> <i>Combretum glutinosum</i>	—

sées autour de celle-ci en anneaux plus ou moins concentriques, les espèces suivantes :

- en E à l'extérieur  
de la mare :

Cymbopogon aff. giganteus  
Fimbrystilis exilis  
Loudetia togoensis  
Schoenfeldia gracilis

- vers l'intérieur :

Oryza breviligulata  
Monochoria africana

- et, dans l'eau :

Limnanthemum senegalense

De l'extérieur de la mare vers l'intérieur, le nombre d'espèces se réduit graduellement en raison de leur spécialisation écologique de plus en plus étroite. Le Limnanthemum senegalense a l'aspect d'un gréophyte aquatique.

Dans la colature (en D), la strate herbacée comporte un mélange des espèces principales se trouvant en A et en B, et partiellement en E, moins l'Andropogon amplexens et le Limnanthemum senegalense.

Pour montrer les différences de production de ces faciès, nous avons effectué un certain nombre de coupes sur 4m<sup>2</sup> dont voici les résultats exprimés en Kg/ha.

	Poids vert Kg/ha	Poids sec Kg/ha	Matière sèche en % matière verte
A	2.600	1.600	64
B <u>Andropogon amplexens</u> et autres <u>Cymbopogon aff. giganteus</u>	12.400 500	5.200 200	42 41
C <u>Loudetia togoensis</u> <u>Cymbopogon aff. giganteus</u>	6.000 600	2.900 250	48 41

Dans A, particulièrement, nous avons noté une forte pullulation d'Oedaleus senegalensis.

#### Observations pédologiques

##### Profil 61/81A

- Zone plane.

##### Description

0-13 cm Horizon gris brun clair; sabieux un peu argileux.

Partie superficielle noirâtre sur le 1er centimètre, puis pénétrant vers le bas jusque vers 5-8 cm sous forme de festonnements irréguliers et indentations. Points brun ocre et trainées plus grises (mauvais mélange textural). Quelques petits fragments de schistes peu altérés, émoussés.

Structure fondu à tendance polyédrique moyenne, pouvant aller jusqu'à fine; cohésion moyenne; porosité très faible de type tubulaire très fine.

- 13-20 cm Horizon brun, taché en marbrures rouilles et grises sablo-argileux à argilo-sableux. Structure polyédrique; cohésion forte; porosité finement tubulaire faible. Présence de petits fragments de schistes, un peu altérés, jaunes sur la cassure avec cortex plus rouge.
- 20 Mélange de plaquettes de schistes plus ou moins altérées - moins altérées à partir de 30 - dans une matrice argileuse brune à brun gris.

Site n° 61/81

Profil 81 A

Echantillon n°	81 A.1	81 A.2
Profondeur en cm	0-13	13-23
Refus 2mm% Terre totale	2,0	6,3
Couleur Munsell Terre fine		
sec .....	10YR6/4	10YR5/3
humide .....	10YR4/2	10YR4/3
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	0,63	0,39
Argile .....	6,7	25,5
Limon .....	13,5	12,0
Sables fins .....	76,2	51,2
Sables grossiers .....	8,5	9,3
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	8,4	13,1
p F 4,2 .....	2,0	3,4
Matière organique o/oo		
C total .....	3,63	2,26
N total .....	0,25	0,30
C/N .....	14	7
Matières humifiées totales .....	1,14	0,73
solubles .....	0,68	0,56
précipit. ....	0,46	0,17
Complexe absorbant mEq.%		
Ca .....	2,68	5,90
Mg .....	0,78	3,14
K .....	0,23	0,23
Na .....	0,04	0,12
S .....	3,73	9,39
T .....	3,90	19,49
V% .....	95	90
pH - pâte .....	6,0	6,2
- suspension 1/2,5 .....		6,4
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	31	25
(extrait aqueux 1/5)		
Cl .....	-	-
SO4 .....	-	-
Gypse .....		
Calcaire total % .....	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,07	0,10

### Conclusion

Sol jeune à action d'hydromorphie - peu épais - sur produits d'apports complexes.

Les fragments de schistes - il s'agit de schistes péliteux, grisâtres, durs - présents dans tout le profil et aux formes émoussées, témoignent de remaniements et de mise en place par épandage. La discontinuité de texture observée à 13 cm montre qu'il s'agit d'une mise en place complexe.

Les caractères d'hydromorphie sont nets : horizon organique de couleur grise peu épais et mal délimité (sans doute des produits organiques résiduels, acides et facilement mobiles), taches ferrugineuses s'exprimant mieux par le fait de l'hétérogénéité du mélange textural. En profondeur l'engorgement détermine un niveau d'altération.

Cette hydromorphie est à relier à la position basse de la zone et la nature pétrographique du substrat imperméable.

### Résultats analytiques

On note principalement la discontinuité texturale et la teneur forte en matière organique surtout si on considère en même temps la texture de l'horizon superficiel. La qualité grossière de ces produits organiques est confirmée par un C/N superficiel de 14; pourtant le taux d'humification atteint 18 %.

L'hydromorphie se traduit également par une acidité assez marquée. Malgré un pH de 6, le complexe est pratiquement saturé; ce phénomène n'est pas tout à fait exceptionnel dans les régions subarides où le lessivage est très faible et où l'altération de courte durée, mais intense, libère des quantités de bases relativement importantes; ceci d'autant plus sur un sol peu épais.

On peut conclure que l'acidité est surtout organique.

On note enfin des points de flétrissement très bas, surtout en profondeur, en comparaison de la texture et de l'humidité équivalente.

### Profil 61/81B

- Situé à une centaine de mètres du profil précédent - pas de pente décelable entre les deux - et à la même distance de la mare temporaire.

#### Description

0-8 cm Horizon gris brun piqueté de petites taches plus sombres; sableux. Structure fondu; observé mouillé, cohésion inappreciable; porosité tubulaire faible mais existante. Fines racines très nombreuses.

8-20 Horizon gris brun clair, sableux, tassé. Structure fondu à tendance polyédrique; cohésion très faible; porosité tubulaire assez faible à moyenne. Nombreuses racines. Quelques débris de schistes peu ou pas altérés.

20-40 Horizon gris clair un peu brunâtre taché de rouille et jaune brun, sablo-argileux. Présence de quelques débris de schistes pas très altérés, sauf les plus petits; présence de petits amas noirs friables manganésifères, souvent au contact de ces schistes (redistribution et tendance au concrétionnement des hydroxydes les plus mobiles). Structure polyédrique assez grossière pouvant se fragmenter jusqu'à fine; cohésion moyenne à assez forte; porosité assez faible.

40-45 Horizon gris, de transition, avec plaquettes de schistes; ma- argilo-sableuse grise, tachée, plus poreuse, à structure polyé- drique fine.

Site n° 61/81

Profil 81 B

Echantillon n°	81 B.1	81 B.2	81 B.3
Profondeur en cm	0-9	10-20	25-35
Refus 2mm% Terre totale	1,4	0,8	
Couleur Munsell Terre fine			
sec .....	10YR5/4	10YR6/2	10YR6/1,5
humide .....	10YR3/3	10YR4/3	10YR4/2
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	1,01	0,39	0,28
Argile .....	3,6	5,0	26,5
Limon .....	10,0	9,0	9,0
Sables fins .....	79,4	77,8	53,4
Sables grossiers .....	1,6	8,2	9,2
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	6,6	5,3	13,6
p F 4,2 .....	1,04	0,6	3,7
Matière organique o/oo			
C total .....	5,85	2,26	1,64
N total .....	0,64	0,23	0,32
C/N .....	9,2	9,8	5,1
Matières humifiées totales .....	1,68	1,24	0,53
solubles .....	0,88	0,68	0,44
précipit. ....	0,80	0,56	0,09
Complexe absorbant mEq.%			
Ca .....	1,82	1,26	3,80
Mg .....	0,82	0,64	2,40
K .....	0,12	0,07	0,09
Na .....	0,02	0,01	0,27
S .....	2,18	1,18	6,56
T .....	5,38	2,52	11,98
V% .....	52	80	55
pH - pâte .....	5,6	5,3	5,2
- suspension 1/2,5 .....	7,0	5,5	5,5
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	24	12	27
(extrait aqueux 1/5) .....			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....			
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,09	0,06	0,06

à 45 cm les plaquettes de schistes deviennent très abondantes.

#### Conclusion

Génétiquement c'est le même type de sol que le précédent, il en diffère seulement par une plus grande profondeur de l'ensemble et de chacun des horizons; également par un horizon humifère plus épais, à relier peut-être à la végétation plus dense. Les signes d'hydromorphie sont moins nets et surtout limités à la partie profonde plus argileuse.

### Résultats analytiques

Les variations texturales sont les mêmes que dans le profil 81A; le taux de matière organique est plus élevé (végétation plus dense), mais décroît rapidement avec la profondeur à texture comparable (cf. 81B1 et 81B2). Enfin, les C/N ne dépassent pas 10 et confirment une hydromorphie moins marquée en surface.

L'acidité est plus forte malgré ce caractère, mais en surface, la désaturation est nette et après une remontée dans 8-20, s'accuse à nouveau en profondeur. Ceci semble correspondre à une amorce de lessivage superficiel lié au recouvrement sableux filtrant plus épais et amorti au contact de l'horizon 20-40 plus argileux.

On note les mêmes valeurs apparemment anormales de l'humidité au pF 4,2 sur l'ensemble du profil. Ce caractère est important pour l'économie de l'eau et peut compenser vis-à-vis des plantes la faible profondeur du sol offerte.

### Profil 61/81C

- Zone plane ou à pente très faible à proximité de la mare temporaire; hors d'atteinte de l'inondation.

#### Description

- 0-2 cm     Horizon gris brunâtre, humifère, sableux un peu argileux. Structure mal définie, de type polyédrique, avec tendance un peu fibreuse; nombreuses racines et débris organiques peu évolués. Cohésion moyenne; porosité faible à très faible. Présence de petits fragments de schistes émoussés.
- 2-10       Horizon brun pâle avec taches et trainées jaunes et brunes; sablo-argileux. Quelques petits graviers de schistes non ou peu altérés (non friables, mais présentant souvent des individualisations d'hydroxydes sur la cassure). Fraction sable mal mélangée, passées plus claires. Structure polyédrique assez grossière; cohésion faible; porosité de type tubulaire fine, moyenne.
- 10-18      (variant de 15 à 20) - Horizon brun, taché de brun rouille et ocre en petites taches assez diffuses; argilo-sableux. Structure polyédrique nette de taille moyenne, horizon plus compact et colmaté que le précédent; cohésion assez forte; porosité un peu plus faible, toujours de type tubulaire.
- 18-35      Horizon brun taché de jaune et rouille vif, très riche en débris de schistes se présentant sous forme de petites plaquettes, disposées à plat (0,5 cm d'épaisseur et au maximum 4 à 5 cm dans la plus grande dimension), assez fortement altérées, présentant une intense ségrégation d'hydroxydes sur les faces et sur les cassures (jaune à rouge), souvent friables sous les doigts.
- 35          Horizon analogue contenant de nombreux fragments de schistes, disposés de même manière mais beaucoup moins altérés, de couleur gris à gris olive, parfois encore friables. Matrice argileuse brun grisâtre présentant des patines argileuses.

#### Conclusion

Toujours le même sol jeune à action d'hydromorphie. La profondeur est intermédiaire entre celle des deux précédents, mais c'est celui des trois qui a le recouvrement sableux superficiel le moins épais (0-2, suivi d'un horizon de

Site n° 61/81

Profil 81 C

Echantillon n°	81 C.1	81 C.2	81 C.3	81 C.4	81 C.5
Profondeur en cm	0-2	2-10	10-18	18-35	40-50
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	17,5	30
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR5/2	10YR6/3	10YR5,5/3	10YR5/2,5	2,5Y 5/2
humide .....	10YR3/2	10YR4/2	10YR4/3	10YR4/3	2,5Y 4/2
Analyse mécanique % Terre fine .....					
Matière organique .....	2,66	0,66	0,93	0,46	0,29
Argile .....	8,0	16,5	26,5	30,5	34,5
Limon .....	23,0	19,5	19,0	17,5	15,0
Sables fins .....	64,2	57,9	48,1	20,8	13,1
Sables grossiers .....	4,5	4,6	5,4	28,0	32,7
Caractéristiques hydriques .....					
Humidité % p F 3 .....	16,7	12,1	13,1	20,8	22,0
p F 4,2 .....	5,9	2,6	4,5	11,1	11,6
Matière organique o/oo .....					
C total .....	15,41	3,82	5,38	2,69	1,68
N total .....	1,03	0,32	0,25	0,28	0,38
C/N .....	15	12	21	10	4
Matières humifiées totales .....	2,88	1,16	1,08	0,61	0,60
solubles .....	0,92	0,80	0,80	0,52	0,48
précipit. ....	1,96	0,36	0,28	0,09	0,12
Complexe absorbant mEq.% .....					
Ca .....	5,68	3,48	6,52	7,04	12,60
Mg .....	2,52	1,68	2,86	2,52	3,74
K .....	0,18	0,22	0,22	0,10	0,17
Na .....	0,32	0,08	0,25	0,30	0,56
S .....	8,71	5,47	9,85	9,97	17,07
T .....	10,72	7,04	10,0	17,6	17,5
V% .....	81	78	99	56	97
pH - pâte .....	5,4	5,6	6,7	6,5	6,7
- suspension 1/2,5 .....	8,0	5,9	6,8	6,9	7,5
Test de salinité .....					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	49	30	41	43	45
(extrait aqueux 1/5)					
Cl .....	-	-	-	-	-
SO4 .....	-	-	-	-	-
Gypse .....	-	-	-	-	-
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,17	0,08	0,10	0,53	0,30

transition 2-10 sablo-argileux) et qui présente les actions d'hydromorphie les plus marquées.

#### Résultats analytiques

Parallèlement à ces variations texturales que confirment les chiffres d'analyses, les caractères de ce sol sont analogues à ceux de 81A mais plus marqués :

C/N élevé en surface

acidité organique plus marquée en surface sans aucune désaturation du complexe.

Le pH remonte ensuite en profondeur et parallèlement les taux de calcium échangeable (sauf en 81C4).

La forte teneur en matière organique en surface dans 0-2 correspond au coussin d'herbe observé; et la remontée du taux dans 10-18 correspond à l'augmentation du taux d'argile.

Pour ces trois sols et surtout pour ce dernier, on note des taux élevés en limon qui contribuent sans doute fortement à créer la compacité.

#### Profil 61/81D

- Profil situé à environ 500 mètres à l'est de la piste, dans le fond de la collature signalée.

#### Description

0-3 cm Horizon brun gris, sableux un peu argileux, humide; structure inobservables; porosité faible.

3-12 Brun pâle, finement sablo-argileux; trainées et taches plus sombres et plus jaunes.

Humide, vague tendance polyédrique.

Présence de fragments de schistes altérés, petits et peu nombreux.

12-25 Brun pâle un peu jaune à taches ocre jaune bien individualisées, assez petites, correspondant souvent à de tout petits débris de schistes altérés; les fragments plus grossiers, plus nombreux que dans l'horizon supérieur, sont fortement altérés, friables, complètement rougis sur la cassure sauf un cortex de 1 mm jaune vif; sablo-argileux.

Humide, mais structure polyédrique fine visible.

25 Schistes en grandes plaques, horizontales, assez peu altérés, apparemment en place.

#### Conclusion

Ce sol est très analogue au précédent 81C observé en bordure de mare; il s'en différencie par la profondeur, puisque les schistes apparaissent en dalles affleurantes à 25.

#### Résultats analytiques

La texture est fine dès la surface et très comparable à 81C.

Les taux de matière organique sont également comparables le long du profil, mais la variation est plus rapide sur celui-ci moins épais. Par contre, les C/N sont bas.

Le pH de 5,5 est également incompatible avec ce C/N qu'avec le complexe saturé.

Par contre, l'augmentation du pH en profondeur plus nette ici que dans aucun autre profil, s'affirme être en relation avec la présence de schistes en cours d'altération. On peut penser que la présence de ces schistes abondants dès l'horizon 3-12 détermine la richesse calcique de l'horizon même tout à fait superficiel et oriente la fermentation humique vers des produits de synthèse; mais ceci n'est toujours pas en accord avec le pH de 5,5.

Site n° 61/81

Profil 81 D

Echantillon n°	81 D.1	81 D.2	81 D.3
Profondeur en cm	0-3	5-12	15-25
Refus 2mm% Terre totale	1,1	2,4	4,6
Couleur Munsell Terre fine sec .....	2,5Y 5/2	2,5Y 6/3	7,5 YR 6/3
humide .....	7,5 YR 3/2	7,5 YR 4/2	2,5 YR 4/4
Analyse mécanique % Terre fine .....			
Matière organique .....	1,29	0,63	0,42
Argile .....	8,0	13,0	21,0
Limon .....	18,5	18,0	18,0
Sables fins .....	65,7	57,3	47,4
Sables grossiers .....	8,0	10,3	10,9
Caractéristiques hydriques .....			
Humidité % p F 3 .....	11,6	10,7	13,2
p F 4,2 .....	3,6	4,4	7,4
Matière organique o/oo .....			
C total .....	7,49	3,67	2,42
N total .....	0,84	0,48	0,48
C/N .....	8,9	7,6	5,0
Matières humifiées totales .....	2,32	1,04	0,88
solubles .....	0,72	0,60	0,60
précipit. ....	1,60	0,44	0,28
Complexe absorbant mEq.% .....			
Ca .....	4,62	4,44	5,00
Mg .....	2,08	2,10	2,28
K .....	0,49	0,22	0,10
Na .....	0,19	0,32	0,30
S .....	1,39	1,09	1,68
T .....	6,90	7,78	11,04
V% .....	3	91	79
pH - pâte .....	5,5	7,2	7,5
- suspension 1/2,5 .....	5,8	7,4	8,2
Test de salinité .....			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	58	45	66
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....			
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,16	0,09	0,08

#### Discussion générale - Pédologie

- Du point de vue pédologique, on a quatre sols génétiquement très proches - jeunes à action hydromorphie - qui diffèrent :

- par leur profondeur
- par leur degré d'hydromorphie
- par la présence d'un recouvrement sableux plus ou moins épais, pouvant aller jusqu'à s'annuler.

Ces différents caractères sont liés entre eux de manière logique et les sols sont logiquement distribués dans le paysage - dans l'ensemble bas, mais présentant des points d'accumulation d'eau.

- Du point de vue écologique, cette liaison existant entre tous ces caractères fait que le problème est très compliqué, les facteurs ne variant pas de manière indépendante :

- la différence entre A (Aristida funiculata) et B (Andropogon amplexens), sous les mieux drainés, porte également :

sur la profondeur totale du sol (B plus profond)

sur la profondeur de l'horizon superficiel sableux (B > A)

sur le drainage et l'hydromorphie (A plus hydromorphe)

- dans le sens de l'hydromorphie croissante, on a B-A-C-D et E.

- C et D se caractérisent l'un et l'autre par l'absence d'horizon sableux superficiel. C est assez profond et compact; D représente un milieu plus humide - d'une part et surtout, par sa position topographique dans une ligne de drainage, d'autre part par la présence des schistes peu profonds contribuant à prolonger la présence des nappes d'hivernage.

- Des prélèvements pour mesures d'humidité ont été effectués pour comparer à un même instant les approvisionnements en eau des différents sols. Les résultats sont les suivants :

Profil	Humidité in situ		Caractéristiques hydriques		
	Profond. cm	Humidité 14/9/61	Profond. cm	Humidité pF 3 équiv.	Humidité pF 4,2
A	5	8,3 %	0-13	8,4 %	2,0 %
	15	10,1 %	13-23	13,1 %	3,4 %
B	5	3,7 %	0-9	6,6 %	1,04 %
	15	3,8 %	10-20	5,3 %	0,6 %
	35	9,4 %	25-35	13,6 %	3,7 %
C	5	8,3 %	2-10	12,1 %	2,6 %
	15	9,0 %	10-18	13,1 %	4,5 %
D	5	9,5 %	0-3	11,6 %	3,6 %
			5-12	10,7 %	4,4 %
	15	10,9 %	15-25	13,2 %	7,4 %

On constate que B est à un état de déssèchement plus poussé que A, même pour la partie superficielle sableuse du profil.

- D est légèrement plus humide que C
- mais C est plutôt plus désséché que A

Ce qui ressort principalement est qu'au moment du prélèvement tous les sols sont très bien approvisionnés en eau et tous les échantillons sont à une humidité très supérieure au point de flétrissement, parfois égale à l'humidité équivalente. L'observation semble correspondre à un stade de désecchement pas assez avancé pour que ressortent des contrastes.

#### Discussion générale - Botanique

La distribution de ces divers faciès est délicate à interpréter. La séquence en bordure de mare permet de penser qu'on pourrait classer comme tolérante d'une hydromorphie croissante les groupes suivants d'espèces :

Andropogon amplectens  
Aristida funiculata  
Tripogon minimus

Fimbrystilis exilis

Oryza breviligulata  
Monochoria africana

Limnanthemum senegalense

et comme relativement indifférents :

Cymbopogon sp (aff. Schoenanthus?) et Schoenfeldia gracilis

Mais l'hydromorphie n'étant pas la seule caractéristique des sols intervenant ici sur la distribution des espèces, leur groupement sur le terrain est plus complexe. Les variations de texture ne permettent pas de dégager des différenciations nettes. Nous noterons que le Cymbopogon vivace (aff. giganteus) est présent dans tous les faciès sauf dans A (où on trouve du Cymbopogon Schoenanthus). Peut-on en déduire que ce Cymbopogon devrait occuper une place plus importante si l'on considère ces prairies éphémères comme un stade de végétation induit par des facteurs biotiques ?

#### Site 61/84 : ensablement dans sa partie intermittante

##### Situation

- Coordonnées 15°41N  
9°25W

P estimé : 480 mm

- A cette latitude, des ensablements très discontinus commencent à se manifester. Ce site représente un ensablement d'extension inférieure à 1 km, constitué en ondulations dunaires très molles (pentes de 3 à 4 %).
- Le profil est situé en haut de pente (3%).

##### Description pédologique

0-5 cm Horizon gris brun foncé; finement sableux.  
Structure fondu à tendance anguleuse assez grossière.  
Nombreuses racines. Cohésion assez faible.

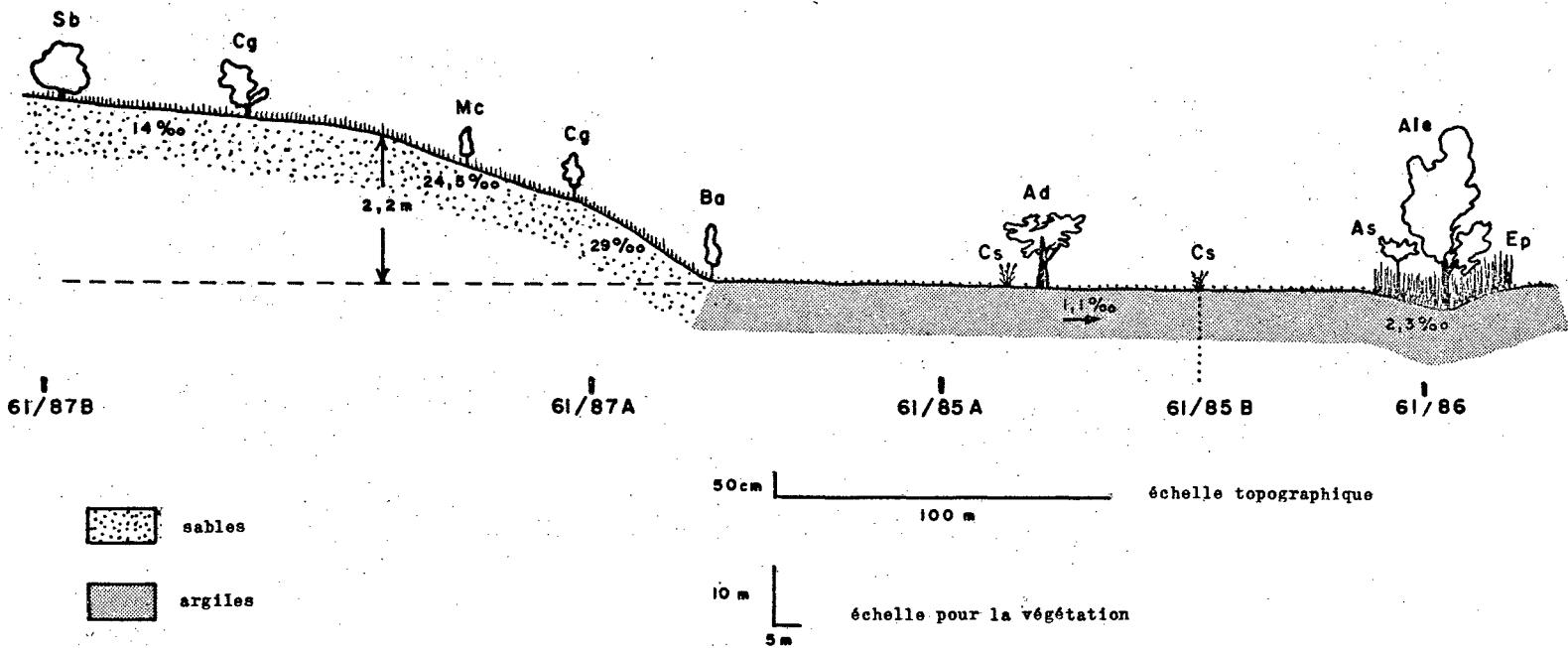
5-35 Horizon gris-brun, finement sableux.  
Structure fondu; vague tendance nuciforme; cohésion faible.  
Porosité tubulaire très faible.  
Racines surtout denses sur les 10-15 premiers centimètres.

- 35-60 cm Brun; même texture et structure; cohésion faible. Racines encore denses.
- 60-105 Horizon brun vif, même texture. Observé humide. Racines beaucoup moins nombreuses.
- 105-160 Horizon brun jaune clair, sableux.  
Structure fondu à tendance particulaire.
- 160 Sable très clair particulaire : matériau originel.

Site n° 61/84

Profil 84

Echantillon n°	84.1	84.2	84.3	84.4
Profondeur en cm	0-20	40-55	80-100	120-150
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR5/2	7,5YR5/4	7,5YR5/5	10YR6/4
humide .....	10YR4/3	7,5YR4/4	7,5YR5/4	10YR5/4
Analyse mécanique % Terre fine .....				
Matière organique .....	0,42	0,18	0,12	0,07
Argile .....	2,6	3,9	8,4	3,5
Limon .....	3,0	6,5	1,9	2,0
Sables fins .....	80,2	72,0	72,7	72,0
Sables grossiers .....	13,9	16,7	16,0	22,1
Caractéristiques hydriques .....				
Humidité % p F 3 .....	3,3	4,9	5,7	3,3
p F 4,2 .....	2,11	2,5	2,6	1,1
Matière organique o/oo .....				
C total .....	2,42	1,05	0,70	0,43
N total .....	0,51	0,33	0,30	0,26
C/N .....	4,7	3,2	2,3	1,7
Matières humifiées totales .....	0,96	0,46	0,40	0,42
solubles .....	0,52	0,36	0,28	0,32
précipit. ....	0,44	0,10	0,12	0,10
Complexe absorbant meq.% .....				
Ca .....	1,68	2,24	2,20	1,00
Mg .....	1,62	1,26	1,28	0,74
K .....	0,21	0,20	0,17	0,05
Na .....	0,02	0,07	0,06	0,03
S .....	3,53	2,77	3,71	1,83
T .....	3,32	4,58	4,18	2,86
V% .....	.....	82	88	62
pH - pâte .....	6,9	6,9	6,8	7,1
- suspension 1/2,5 .....	7,3	7,0	6,9	7,2
Test de salinité .....				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	43	27	25	69
(extrait aqueux 1/5) .....	.....	.....	.....	.....
Cl .....	.....	.....	.....	.....
SO <sub>4</sub> .....	.....	.....	.....	.....
Gypse .....	.....	.....	.....	.....
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,09	0,07	0,06	0,03



L e g e n d e					
Ad	<i>Adansonia digitata</i>	Ba	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Ec	<i>Echinocloa pyramidalis</i>
Al	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Cg	<i>Combretum glutinosum</i>	Mc	<i>Maerua crassifolia</i>
As	<i>Acacia Seyal</i>	Cs	<i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	Sb	<i>Sclerocarya birrea</i>
_____ prairie éphémère prostrée ( <i>Aristida funiculata</i> ) _____ prairie éphémère basse et moyenne ( <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Cenchrus biflorus</i> , <i>Aristida stipoides</i> ).					

Fig.37 Coupe à travers la zone de contact sable - argile de Gobenié.

30-75 Horizon brun vif, sableux (un peu argileux), toujours un peu tassé.  
Structure fondu à débits isodiamétraux à angles émuossés; cohésion faible; porosité tubulaire faible.  
Racines pénétrant encore bien l'horizon, beaucoup moins nombreuses.

75 observé jusqu'à 110 - Sable un peu argileux jaune rouge - Structure fondu à tendance particulaire.

Pour l'ensemble du profil les transitions entre horizons sont très progressives.

#### Conclusion

Sol brun rouge typique. Ce sol est caractérisé par un horizon humifère épais et une profonde pénétration humifère; en effet, il est fréquent que les sols brun rouge sur sable présentent dès la surface une couleur brune un peu rouge, tandis qu'ici la couleur brun rouge n'apparaît qu'à 30 cm.

#### Résultats analytiques (page 186)

Les analyses granulométriques confirment une proportion d'argile non négligeable dans les horizons moyens et profonds. Ceci peut jouer pour déterminer la grande profondeur de l'horizon humifère, car dans une même région, les sols bruns ont une texture moins légère que les brun rouge et on pourrait considérer ce sol comme un terme de passage vers les sols bruns. A la limite, on peut même avancer qu'il s'agirait d'un sol brun sur matériau anciennement rubéfié (cf. la rubéfaction ancienne des sols gris décrits plus au nord).

Les teneurs en matière organique sont assez fortes, mais la pénétration est surtout caractéristique. Les pH neutres à alcalins sauf en profondeur s'accordent avec un sol de passage aux sols bruns. Le pH acide en profondeur, et ceci en hivernage, correspond à un léger défaut de drainage.

Au point de vue écologique et d'après les données précédemment acquises on peut conclure que ce sol est un milieu très favorable à la végétation : à l'horizon superficiel sableux correspondent de bonnes conditions de pénétration de la pluie et d'installation des jeunes plantes; l'augmentation du taux d'argile en profondeur est assez faible pour ne pas altérer les bonnes conditions physiques mais est suffisant pour faire varier du simple au double la capacité en eau utile du sol.

La même remarque devra être faite pour 61/89B (cf. p. 203) qui bénéficie en plus d'un approvisionnement en eau accru du fait de sa position topographique en bas de pente.

Site n° 61/87

Profil 87 B

Echantillon n°	87 B.1	87 B.2	87 B.3
Profondeur en cm	0-20	40-60	90-110
Refus 2mm% Terre totale	0	0,5	0
Couleur Munsell Terre fine sec ..... humide .....	10YR5/35 10YR3/4	7,5YR5/6 7,5YR4/4	7,5YR6/6 7,5YR5/6
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,30	0,16	0,11
Argile .....	2,5	8,5	8,5
Limon .....	3,0	2,0	2,0
Sables fins .....	76,8	67,8	71,2
Sables grossiers .....	17,3	20,6	17,6
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	2,9	4,9	5,4
p F 4,2 .....	1,1	2,4	2,6
Matière organique o/oo			
C total .....	1,76	0,94	0,62
N total .....	0,25	0,21	0,15
C/N .....	7	4	4
Matières humifiées totales .....	0,41	0,49	0,50
solubles .....	0,37	0,37	0,33
précipit. ....	0,04	0,12	0,17
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	1,54	3,24	1,98
Mg .....	0,66	1,80	1,76
K .....	0,17	0,07	0,11
Na .....	0,04	0,12	0,06
S .....	2,41	5,23	3,85
T .....	2,98	6,56	4,76
V% .....	80	80	81
pH - pâte .....	7,4	7,0	6,3
- suspension 1/2,5 .....	7,8	7,5	7,2
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	27	24	24
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....	-	-	-
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,04	0,02	0,03

Profil 61/87A (résultats analytiques p.188)

Situation : bas de la pente sableuse.

Ce bas de pente présente des taches superficielles à végétation moins dense, où la surface du sol est plus foncée et plus tassée.  
C'est sur une de ces taches que le profil 87A a été observé.

Description

- 0-2 cm Croûte noirâtre un peu consistante sur 0,5 cm, avec sable grossier beige rosé, délié, épandu par-dessus. Cette croûte repose sur un petit horizon gris-brun, sableux, particulaire.
- 2-25 Horizon brun, humifère avec passées et marbrures plus jaunes et plages et trainées fines brun plus foncé.  
Sableux un peu argileux. Structure fondue à tendance nuciforme, cohésion faible, porosité originelle du sable.  
Présence de racines pénétrant bien la masse, pas très denses.
- 25-50 Brun jaunâtre, un peu plus jaune en profondeur, sablo-argileux.  
Présence de calcaire en petites taches et amas friables peu abondants à la partie supérieure, puis abondants vers le bas, englobant par place le sable siliceux en une cimentation fragile et toujours friable.  
Structure de même type nuciforme; cohésion faible, porosité très faible. Présence de quelques gravillons ferrugineux, petits et bien arrondis. Racines peu abondantes.
- 50 observé jusqu'à 70 - Horizon brun clair, sablo-argileux, très fortement calcaire. Le calcaire se présente sous forme de concrétions assez peu abondantes englobées dans une masse calcaire friable englobant également des quartz et imprégnant par plage l'horizon du sol.  
Ensemble peu tassé, poreux à structure de tendance nuciforme à cohésion très faible.  
Quelques petites taches rouilles assez diffuses; dans un remplissage de sable en poche (1 cm), on observe également un début de concrétionnement : imprégnation rouge jaune de la masse avec début d'induration.

Conclusion

Sol brun caractérisé par la présence de calcaire abondant et de taches en profondeur.

La présence de ce calcaire pose un problème : le fait qu'il englobe des

Site n° 61/87

Profil 87 A

Echantillon n°	87A.1	87A.2	87A.3
Profondeur en cm	0-20	30-45	60-70
Refus 2mm% Terre totale	0,3	8,2	8,2
Couleur Munsell Terre fine sec ..... humide .....	10YR5/3,5 10YR3/4	10YR5/4 10YE4/3	10YR6/3 2,5Y5/3
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,40	0,26	0,25
Argile .....	6,0	14,3	18,3
Limon .....	2,5	4,5	7,5
Sables fins .....	74,3	60,1	49,7
Sables grossiers .....	16,3	17,5	21,8
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	4,3	8,9	12,1
p F 4,2 .....	2,1	5,7	6,7
Matière organique o/oo			
C total .....	2,34	1,48	1,44
N total .....	0,30	0,44	0,20
C/N .....	8	3	7
Matières humifiées totales .....	0,48	0,73	0,41
solubles .....	0,45	0,49	0,37
précipit. ....	0,03	0,24	0,04
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	3,24	14,44	21,36
Mg .....	1,06	3,46	5,16
K .....	0,21	0,15	0,06
Na .....	0,06	0,24	0,03
S .....	4,57	18,30	26,61
T .....	5,00	12,14	16,64
V% .....	92	-	-
pH - pâte .....	7,6	-	7,6
- suspension 1/2,5 .....	8,2	-	8,5
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	45	76	21
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....			
Calcaire total % .....	0	3,28	17,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,03	0,05	0,07

quartz et imprègne les horizons du sol laisse à penser qu'il s'agit d'un calcaire pédologique et qu'on n'a pas affaire à un sol développé sur un calcaire lacustre siliceux par exemple. La situation en bas de pente permet de l'interpréter du fait de la concentration en cette position de grandes quantités de solutions. Le drainage oblique serait favorisé par la discontinuité sable/schistes qu'on doit supposer en pente; l'altération des schistes en milieu subaride conduit à l'individualisation de complexes carbonatés. Ces produits migrent sous des formes bicarbonatées hydratées mal définies (MAIGNIEN 1959) et précipitent sous forme de carbonates, en arrivant en milieu aéré et plus sec, en bas de pente.

Il s'agirait donc d'un encroûtement calcaire par un mécanisme très analogue à celui de la formation de cuirasse de bas de pente. La présence des nodules en épandage après la rupture de pente peut s'expliquer par un mécanisme analogue : tandis qu'un milieu aéré conduit à une accumulation diffuse, un milieu plus colmaté et plus engorgé (après la rupture de pente) conduit à l'individualisation de nodules (MAIGNIEN 1959). La mise en place de ces nodules serait liée à un décapage superficiel et on doit aussi tenir compte des possibilités de transport.

L'individualisation de fer observée n'est pas rare en milieu calcique. On peut seulement estimer que l'immobilisation après individualisation est très rapide; la possibilité d'apport latéral est à exclure. Les gravillons observés sont des formes d'apport liées à la mise en place; on observe les mêmes dans les profils situés en aval.

Un sondage de vérification effectué à quelques dizaines de mètres et au même niveau que 87A a montré que ces accumulations calcaires étaient absentes. Elles sont donc très localisées. Il doit s'agir de voies de circulation préférentielles des solutions, liées par exemple à des accidents de la surface interne de discontinuité sable /schistes.

#### Résultats analytiques

On note les variations texturales déjà signalées, la profonde pénétration organique, les C/N inférieurs à 8 et - en relation avec l'accumulation calcaire - des pH alcalins et un complexe largement saturé.

#### Observations sur la végétation

##### 61/87A et B

Le talus sableux comporte une prairie éphémère à strates ligneuses diffuses; le développement de la végétation est plus important dans la partie haute du talus que dans sa partie basse. Du haut vers le bas disparaissent d'abord complètement les Sclerocarya arborés, puis graduellement toute strate ligneuse. Dans cette bordure, il y a une certaine inter-pénétration des strates herbacées psammophiles avec celles se trouvant plus bas sur sable argileux. La présence de nodules calcaires ne marque pas dans la composition floristique de la strate herbacée sinon peut-être par des peuplements moins denses.

En 87B nous avons obtenu les quelques résultats de mesures suivants :

Strates herbacées : coupe sur 4 m <sup>2</sup>	Kg/ha
matière verte	3750
matière sèche	1800
teneur en	
matière sèche	48 %

Strates ligneuses : recouvrement et densité sur 1,76 ha.\*

\* interprétation d'une photo aérienne à basse altitude (échelle 1:700ème)

Sclerocarya birrea arbres : recouvrement moyen d'une couronne  $47\text{m}^2$   
densité 4,5 arbres/ha  
recouvrement total 2,1 %

arbustes et buissons : recouvrement moyen 3,6 %  
densité 20 individus/ha

Numéro du relevé : 61/87B

type : prairie éphémère arbustive lâchement arborée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<u>a.</u> <i>Aristida fumiculata</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Commelinia Forskalaei</i> <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Tribulus terrestris</i>	<u>a.</u> <i>Aristida fumiculata</i> <i>Aristida stipoides</i> <i>Sporobolus festivus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Dicotomis fastigiata</i> <i>Digitaria Gayana</i> <i>Pandika heudelotii</i>  <u>v.</u> <i>Cyperus conglomeratus</i>	<u>a.</u> <i>Aristida stipoides</i> <i>Sporobolus festivus</i> <i>Loudetia togoensis</i>	<u>a.</u> <i>Aristida stipoides</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Acacia senegalensis</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Sclerocarya Birrea</i>	<i>Sclerocarya Birrea</i>

#### Observations pédologiques (sable argileux)

##### Profil 61/85A

— Zone plane; très légère pente ( $1^{\circ}/\text{oo}$ ) vers le sud.

##### Description

0-15 cm Horizon brun foncé, humifère; argilo finement sableux. Structure cubique assez fine (1 à 3 cm) pouvant donner une petite prismation en place; très bien structuré; cohésion très forte; porosité des agrégats très faible; porosité d'ensemble due à la bonne structuration. Très rares patines argileuses. Quelques gravillons ferrugineux, petits, arrondis, brillants avec cortex noir et masse intérieure rouille granuleuse. Racines très fines blanchâtre; la plupart descendent en se plaquant contre les agrégats; seules quelques-unes pénètrent la masse.

15-27 Brun jaunâtre foncé avec quelques taches plus claires (sable); la texture d'ensemble reste argilo-sableuse. Structure plus massive, polyédrique assez grossière en place, pouvant se fragmenter ensuite jusqu'à fin. Cohésion très forte; porosité tubulaire assez faible à moyenne. Mêmes gravillons ferrugineux.

Nombreuses racines pénétrant la masse et laissant des conduits tubulaires dans lesquels elles glissent facilement.

Présence de calcaire en petits amas et petites concrétions < 3 mm, plus ou moins mammelonnées.

27 observé jusqu'à 60 - Horizon brun olive avec des passées nettes plus jaunes, sableuses, friables; texture d'ensemble argilo-sableuse. Massif; structure fondu à gros débits polyédrique; cohésion très forte; porosité tubulaire assez faible.

Site n° 61/85

Profil 85 A

Echantillon n°	85 A.1	85 A.2	85 A.3
Profondeur en cm	0-10	15-25	45-60
Refus 2mm% Terre totale	0	0,9	0,4
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR4/3	10YR4/4	2,5Y 4,5/4
humide .....	10YR3/3	10YR3/4	2,5Y 4/4
Analyse mécanique % Terre fine Matière organique .....	0,79	0,52	0,27
Argile .....	31,0	30,5	27,0
Limon .....	11,0	10,0	6,5
Sables fins .....	45,3	44,4	51,8
Sables grossiers .....	9,0	11,9	11,9
Caractéristiques hydriques Humidité % p F 3 .....	17,6	17,5	18,3
p F 4,2 .....	10,5	9,4	8,7
Matière organique o/oo C total .....	4,60	3,00	1,56
N total .....	0,52	0,45	0,25
C/N .....	7,4	6,7	6,2
Matières humifiées totales .....	0,68	0,74	0,50
solubles .....	0,48	0,56	0,40
précipit. ....	0,20	0,18	0,10
Complexe absorbant meq.% Ca .....	6,78	12,08	10,66
Mg .....	4,94	6,04	4,84
K .....	0,36	0,23	0,15
Na .....	0,79	2,24	4,24
S .....	12,88	20,59	19,89
T .....	21,06	18,36	17,06
V% .....	61	-	-
pH - pâte .....	6,7	7,6	7,8
- suspension 1/2,5 .....	7,5	8,6	9,1
Test de salinité Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	66	128	294
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....	-	-	-
Calcaire total % .....	0	1,02	0,82
P2O5 total o/oo .....	-	-	-

Même gravillonnement ferrugineux et en plus quelques petites taches rouille, jaunes et noires ( $< 1-2$  mm).  
Présence de calcaire, en amas, pseudomycélium tapissant d'anciens conduits de racines et quelques petites concrétions. On n'observe pratiquement plus de racines.

#### Conclusion

Sol brun typique sur produits argileux.  
La pénétration humifère est masquée par la couleur propre du matériau.  
La légère tendance tirsiforme avec pénétration de sables dans les fentes de retrait, l'horizon colmaté à concrétions calcaires et de couleur brun olive sont autant de caractères classiques.  
On note la présence des gravillons déjà signalés et les taches d'hydromorphie en profondeur liées au mauvais drainage.

#### Résultats analytiques

Ils montrent les fortes teneurs en matière organique à C/N : 6 à 7. Ces teneurs sont de l'ordre du double de celle observée dans les sols bruns sur sable. En surface, on note une légère désaturation du complexe, mais un pH voisin de la neutralité; en profondeur, présence de calcaire, complexe saturé et pH alcalin. En plus de la présence de calcaire, le complexe contient une forte proportion de Na échangeable en profondeur ( $\text{Na}/\text{T} \approx 25\%$ ) qui permet de classer ce sol en brun subaride tirsifié à alcalis. Ce caractère contribue évidemment à augmenter la compacité en profondeur.

#### Observations sur la végétation

##### 61/85A et B

La zone d'épandage argileuse est tout comme dans le site 61/81A colonisée par une prairie éphémère prostrée ou basse, discontinue à éléments jointifs, par taches, ou totalement absents, ce qui laisse des plages complètement dégarnies.

Au voisinage de la collature, dans la zone la plus basse, on trouve des taches d'Andropogon amplexens accompagné de Cymbopogon sp. (Schoenanthus et

Numéro du relevé : 61/85A

type : prairie éphémère inarborée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<p>a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Hibiscus asper</i> <i>Polygala erioptera</i></p> <p>v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i></p>	<p>a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Hibiscus asper</i> <i>Indigofera astragalina</i> <i>Iposoea coccinosperma</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Schoenfeldia gracilis</i></p>	—	—

aff. giganteus) voir relevé 85 B dont voici la production massale (coupe sur 4 m<sup>2</sup>) de quelques espèces :

	<u>Nombre de touffes/ha</u>	<u>Mat. verte</u>	<u>Mat. sèche</u>	<u>% mat. sèche</u>
<u>Andropogon amplexens</u>	7500	8000 Kg/ha	3400 Kg/ha	43
<u>Cymbopogon aff. giganteus</u>	7500	1600 Kg/ha	720 Kg/ha	45
<u>Cymbopogon Schoenanthus</u>		2000 Kg/ha	900 Kg/ha	45

Ce paysage tranche, par sa pauvreté, sur celui qui occupe la butte sableuse.

Numéro du relevé : 61/85B

type : prairie panachée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Aristida funiculata</i>	a. <i>Aristida funiculata</i> <i>Dicotomis fastigiata</i> <i>Loudetia togoensis</i>	a. <i>Andropogon amplexens</i> v. <i>Cymbopogon Schoenanthus</i>	v. <i>Cymbopogon sp (aff. giganteus)</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
<i>Combretum glutinosum</i>	<i>Acacia Seyal</i> <i>Grewia bicolor</i> <i>Ziziphus mauritiana</i>	—	<i>Adansonia digitata</i>

#### Observations pédologiques

#### Profil 61/86

Situation : point bas de la colature; profil dans la partie la plus basse.

#### Description

0-20 cm Horizon brun foncé à gris, intensément taché de rouille en petites taches disséminées très denses et suivant les canalicules des racines.  
 Texture argilo-sableuse.  
 Feutrage et lacis de racines de toutes tailles très serré; débris organiques mal décomposés abondants. Observé humide; cohésion et structure inobservables; collant; porosité très faible dans la masse minérale; porosité d'ensemble due aux racines abondantes.

20 observé jusqu'à 60 - Horizon brun gris à tendance olive, humide, argilo-sableux, collant; hétérogène dans la texture et la couleur : plages plus sableuses constituant des taches ocre jaune oxydées et dans le reste de la masse argileuse, trainées grises réduites : gley typique.

Structure inobservable, mais présence de quelques revêtements argileux; porosité nulle. Quelques gravillons ferrugineux comme dans 85 et rares débris de schistes petits, enrobés d'argile avec patine fréquente. Racines très rares; on observe les racines - et même de grosses - plaquées horizontalement à la limite supérieure de cet horizon.

Site n° 61/86

Profil 86

Echantillon n°	86.1	86.2
Profondeur en cm	0-20	40-60
Refus 2mm% Terre totale	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR4/3	2,5Y.5/3
humide .....	10YR3/3	2,5Y.4/3
Analyse mécanique % Terre fine		
Matière organique .....	1,39	0,76
Argile .....	29,5	31,5
Limon .....	8,0	1,2
Sables fins .....	49,1	45,8
Sables grossiers .....	10,6	13,7
Caractéristiques hydriques		
Humidité % p F 3 .....	18,0	16,5
p F 4,2 .....	19,3	19,4
Matière organique o/oo		
C total .....	7,53	4,41
N total .....	0,73	0,22
C/N .....	10,3	20
Matières humifiées totales .....	0,58	0,61
solubles .....	0,36	0,45
précipit. ....	0,22	0,15
Complexe absorbant mEq%		
Ca .....	4,36	11,90
Mg .....	2,50	3,56
K .....	0,26	0,26
Na .....	0,12	0,25
S .....	7,25	15,97
T .....	13,66	17,72
V% .....	53	90
pH - pâte .....	5,0	6,8
- suspension 1/2,5 .....	5,2	7,4
Test de salinité		
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	24	45
(extrait aqueux 1/5)		
Cl .....	-	-
SO <sub>4</sub> .....	-	-
Gypse .....	-	-
Calcaire total % .....	0	0,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,14	0,07

Conclusion

Sol à gley typique. Noter les phénomènes d'hydromorphie très poussés; la mauvaise décomposition de la matière organique; l'importance de la limite supérieure du gley, milieu réduit que ne pénètrent pas les racines.

Résultats analytiques

Le C/N superficiel n'est que de 10. Pourtant le faible coefficient d'humification (4 %) permet de conclure à la qualité grossière de la matière organique; ce facteur contribue à l'acidification superficielle du profil, augmentée du fait de la désaturation du complexe.

En profondeur, la présence de calcaire modère la tendance à l'acidité et amène le complexe à saturation. Le calcaire est peu abondant et peu visible sur profil humide

Observations sur la végétation

61/86

Dans la colature finalement nous trouvons une tache de savane représentée par un groupement de composition floristique très réduite. La plupart des espèces appartiennent à une zone climatiquement plus humide que celle dans laquelle se trouve le site décrit.

La strate graminéenne haute est dense, à parties aériennes toutes jointives formant un tapis compact.

Numéro du relevé : 61/86

type : savane lâchement arbustive et arborée

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
—	—	v? <i>Echinochloa pyramidalis</i> <i>Aeschynomene indica</i>	v? <i>Echinochloa pyramidalis</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia Seyal</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Ziziphus mauritiana</i>	<i>Acacia Seyal</i>	<i>Anogeissus leiocarpus</i>

Conclusion générale sur le site de Gobernié

- Du point de vue pédologique il est intéressant de constater la présence côte à côte de sol brun rouge sur sable (61/87B), reconnu avoir une grande extension dans la région, tandis que sur argile, on a un sol brun (61/85A) du fait de la plus grande richesse en bases du matériau, de sa moindre perméabilité (drainage interne déficient) et également de sa position topographique (zone plane basse; mauvais drainage externe). Ces mauvaises conditions de drainage conduisent à un type tirsifié.

L'importance générale de ces facteurs roche et drainage a déjà été signalée au Sénégal (MAIGNIEN 1959), et en Mauritanie (GUIDIMAKA) dans des conditions climatiques et pétrographiques plus proches (AUDRY 1961).

Les deux autres sols représentent des cas particuliers.

- Du point de vue écologique, le site présente un contraste frappant entre la végétation sur sable et argile, contraste déjà signalé plusieurs fois dans ce rapport.

On sait la différence de pénétration de l'eau de pluie dans l'un et l'autre matériau qui peut donner des phénomènes de ruissellement. De même on sait qu'une lame d'eau identique mouille plus profondément un sable qu'une argile. Mais les observations effectuées ici concernent surtout la disposition des racines dans le sol :

- en sol sableux, les racines descendent assez profondément (75 cm et sans doute plus dans 61/87B) en explorant toute la masse de sol
- dans 61/85A, les racines ne pénètrent pas les agrégats, pourtant gros, de l'horizon superficiel à structure cubique : elles se plaquent autour. Dans l'horizon intermédiaire plus massif, elles pénètrent la masse en laissant des conduits tubulaires dans lesquels elles glissent facilement (profil observé sec). Ce fait est d'une grande importance : les racines pénètrent en profondeur lors d'une pluie créant des conditions favorables mais faisant gonfler les argiles; lorsqu'ensuite le sol se déssèche, il se rétracte; les racines perdent le contact avec les particules de sol; les radicelles peuvent être cassées; le végétal perd donc la possibilité d'utiliser tout ou partie de l'eau éventuellement encore disponible et se trouve même diminué pour profiter de l'humectation suivante (radicelles cassées). Outre la compacité de l'horizon profond, ce mécanisme peut expliquer en partie l'absence de racines en dessous de 30 cm dans un horizon témoignant pourtant d'un bon approvisionnement en eau et déjà un peu engorgé.
- mais cet engorgement est précisément aussi un facteur défavorable à la végétation. Les observations des racines dans le profil 61/86 en sont une preuve frappante : le développement abondant de la masse végétale en ce point privilégié est dû à l'alimentation très abondante en eau en surface plus qu'à l'utilisation des réserves profondes.

#### Site 61/88 : ondulations dunaires très aplaniées

##### Présentation

Coordonnées :  $15^{\circ}52'N / 9^{\circ}26'W$

Pluviométrie estimée : 450 mm (voir photo 17)

7 km plus au nord du site de Gobernié, nous trouvons, sur sable, une physionomie de savane caractérisée par la présence d'une strate graminéenne haute, contrastant avec la prairie éphémère précédemment étudiée. Ces taches de savanes sont fort rares dans la région et nous n'en avons trouvé qu'une autre avec une strate herbacée aussi bien développée entre Timbédra et Nioro sur  $15^{\circ}40'N$  et  $8^{\circ}59'W$  (relevé 59/115, voir plus haut).

Sous une pluviométrie semblable (supérieure à 400 mm) des strates de savane très claires se retrouvent assez fréquemment, toutefois disséminées dans les strates de prairies éphémères (Nioro, Kankossa), ce qui laisse supposer qu'elles représentent une physionomie en voie de disparition à ces latitudes. Cette observation nous a déterminé à étudier ce site en détail.

##### Observations pédologiques

Le modèle correspond à des ondulations dunaires.

##### Profil 61/88 (15 septembre 1961)

- Haut de pente (7-8%)

Site n° 61/88

Profil 88

Echantillon n°	88.1	88.2	88.3	88.4	88.5
Profondeur en cm	0-5	10-25	40-50	70-80	150-170
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR5/4	7,5YR4,5/5	7,5YR5/6	7,5YR5,5/5	7,5YR6/6
humide .....	7,5YR4/2	7,5YR4/3	7,5YR4/4	7,5YR4/4	7,5YR7/6
Analyse mécanique % Terre fine					
Matière organique .....	0,38	0,19	0,10	0,09	0,07
Argile .....	2,0	3,5	2,0	2,0	1,0
Limon .....	1,0	1,0	1,5	1,0	0,5
Sables fins .....	72,2	74,5	76,2	76,7	77,2
Sables grossiers .....	23,7	20,7	19,5	19,9	20,2
Caractéristiques hydriques					
Humidité % p F 3 .....	2,6	2,4	2,8	2,1	1,8
p F 4,2 .....	1,3	1,3	1,4	1,2	0,9
Matière organique o/oo					
C total .....	2,22	1,13	0,59	0,55	0,43
N total .....	0,25	0,14	0,09	0,13	0,10
C/N .....	7	8	7	4	4
Matières humifiées totales .....	0,67	0,46	0,35	0,35	0,39
solubles .....	0,40	0,33	0,24	0,24	0,28
précipit. ....	0,27	0,13	0,11	0,11	0,11
Complexe absorbant meq.%					
Ca .....	1,32	1,64	1,20	0,76	0,60
Mg .....	0,62	0,72	0,65	0,50	0,40
K .....	0,13	0,05	0,02	0,02	0,02
Na .....	0,02	0,05	0,02	0,02	0,16
S .....	2,09	2,46	1,91	1,30	1,19
T .....	-	4,50	7,46	1,80	2,48
V% .....	-	55	76	72	48
pH - pâte .....	6,7	6,7	6,5	6,5	6,5
- suspension 1/2,5 .....	7,1	7,3	7,2	7,1	7,1
Test de salinité					
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm (extrait aqueux 1/5) .....	24	36	23	13	24
Cl .....	-	-	-	-	-
SO4 .....	-	-	-	-	-
Gypse .....	-	-	-	-	-
Calcaire total % .....	0	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04

Description

Petite croûte peu épaisse avec sable délié par-dessus.

0-5 cm Horizon brun, sableux.

Structure fondu à tendance nuciforme un peu anguleuse; cohésion faible, porosité tubulaire très faible, plus porosité originelle du sable. Nombreuses racines pénétrant bien la masse.

- 5-30 cm Brun vif foncé; sableux; identique à l'horizon précédent hormis la couleur. Racines également abondantes.
- 30-85 Brun vif, s'éclaircissant progressivement vers le bas; sableux. Structure fondu; tendance nuciforme à particulaire. Encore des racines.
- 85 observé jusqu'à 170 - Sable particulaire jaune rouge devenant plus jaune et plus clair en profondeur.

#### Conclusion

Sol brun rouge typique et profond : horizon humifère de 0-30 et descente de l'horizon brun-rouge jusqu'à 85.

#### Résultats analytiques (p. 197)

Ils montrent l'homogénéité de la texture légèrement plus argileuse sur le profil que dans le matériau original (à 150), la forte teneur en matière organique de C/N 7 à 8 en surface, et sa pénétration humifère profonde.

On note une légère tendance à l'acidité sur l'ensemble du profil : ce phénomène est normal même pour un sol brun rouge typique surtout prélevé en saison humide (MAIGNIEN 1959). La désaturation observable en surface n'est d'ailleurs pas due à un lessivage en bases comme le montrent les analyses, mais plutôt à l'augmentation relative de la capacité d'échange en surface du fait de la matière organique, sinon à l'imprécision de résultats sur des chiffres aussi faibles en valeurs absolues (3,5 % d'argile dans 88/2 n'est pas explicable et correspond pourtant à un chiffre de T également anormal).

#### Autre observation rapide

En bas de pente, un sol brun a été reconnu par sondage :

0-25 brun foncé (7,5 YR 4/4)  
25-80 brun (7,5 YR 5/4)  
80 observé jusqu'à 120 brun vif (7,5 YR 5/5)

#### Conclusion et remarque

- Au point de vue pédologique, on a la chaîne classique citée dans l'introduction générale (fig. 11).
- Du point de vue relations sol-végétation, rien ne distingue ce sol sous savane des sols brun rouge sous prairie éphémère.

#### Observations sur la végétation (voir relevé 61/88)

La strate de savane se trouve, lors de l'observation (septembre) à son plein développement (stade de floraison en cours sur certains pieds) et atteint par endroits près de 2 m de hauteur. Les parties aériennes des deux graminées vivaces sont plus ou moins jointives mais forment un tapis très aéré. La strate arborée est quasi absente (quelques rares individus de Sclerocarya birrea), la strate arbustive (Combretum glutinosum) est par taches plus ou moins dense mais fait parfois totalement défaut (voir photo 17).

La fauchant (sur 25 m<sup>2</sup>), les valeurs suivantes de production saisonnière ont été obtenues :

	Poids vert Kg/ha	Poids sec Kg/ha	Matière sèche %	Densité individus/ha
Strate de savane	<u>Andropogon Gayanus</u>	150	90	55
	<u>Hyparrhenia dissoluta</u>	2600	900	35
Strate moyenne	<u>Aristida stipoides</u>	200	90	46
Strates inférieure et prostrée	<u>Cyperus conglomeratus</u>	280	190	68
	<u>Tephrosia platycarpa</u>	1000	340	34
	<u>Cenchrus biflorus</u> et autres annuelles	2600	680	27
Total :	6830	2290	Moyenne 42,5%	

Numéro du relevé : 61/88

type : savane herbeuse ou très lâchement arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Borreria radiata</i> <i>Commelinis Forskalaei</i>	a. <i>Cassia mimosoides</i> <i>Ceratotheca sesamoides</i> <i>Eragrostis tremula</i> <i>Phyllanthus pentandrus</i> <i>Stringa aspera</i> <i>Vernonia pauciflora</i>  v. <i>Cyperus conglomeratus</i>	a. <i>Aristida stipoides</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Tephrosia platycarpa</i>	a. <i>Aristida stipoides</i>  v. <i>Andropogon Gayanus</i> <i>Hyparrhenia dissoluta</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	—	<i>Solerocarya Birrea</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Commiphora africana</i>	<i>Solerocarya Birrea</i>

Remarques générales

Il est maintenant intéressant de comparer ce chiffre avec les productions mesurées dans d'autres sites.

Latitude, longitude ou lieu	Pluviosité approchée	Type	Matière sèche Kg/ha
17°30'/7°20' Sites 61/69 (sable argileux) 61/67 (sable) (Dahr de Oualata) Oued Initi	100 mm	savane prairie éphémère à strate inférieure	8600 1700
15°48'/9°27' Sites 61/87B (Gobernié) (sable) 61/86 (Gobernié) (argile)	450 mm 450 mm	prairie éphémère à strate inférieure savane	1800 10300
15°40'/9°25' (sable argileux) 61/81A	500 mm	prairie éphémère à strate prostrée	1600

Les productions dans les sites 61/69 (Andropogon Gayanus) et 61/86 (Echinochloa pyramidalis) reflètent évidemment l'alimentation en eau privilégiée dont ils bénéficient. Les productions voisines des prairies éphémères sur sable en position non favorisée par le drainage sont par contre surprenantes si l'on considère les latitudes où les prélevements ont été faits. On sera surpris également de constater que sur argile et dans une position non favorisée par le drainage, un groupement apparemment aussi peu fourni que celui qui caractérise l'Aristida funiculata 61/81A ait une productivité aussi élevée. La comparaison en un même site, celui de Gobernié, de la production de la savane et de la prairie éphémère nous offre quelques autres éléments de réflexion intéressants. La production de la strate vivace atteint dans le site à savane environ 1000 Kg/ha contre 1100 pour les strates annuelles qui, en l'absence de la strate vivace, atteignent seulement une production de 1800 Kg. En d'autres termes, étant donné que sur ces sables à potentiel édaphique pratiquement identique, l'eau disponible est le principal facteur régissant la production, on relève de la part de la prairie éphémère soit un déficit d'exploitation de l'eau, soit son gaspillage, la concurrence pour l'eau exercée par les strates ligneuses pouvant être admise comme approximativement la même.

En raison de la très étroite analogie entre les deux types de sol relevés sous savane et sous prairie éphémère, on peut, jusqu'à preuve du contraire, supposer que la prairie représente un stade de dégradation de cette savane après élimination de la strate vivace. Seule la mise en défens expérimentale permettrait de vérifier cette hypothèse sans équivoque. On peut aussi estimer que cette strate prairiale annuelle est caractérisée par une économie d'eau moins efficace pour la production de matière sèche, mais que les espèces qui la constituent sont plus compétitives pour exploiter l'eau rapidement. La résistance au feu de chacune des strates ne nous est pas connue. Il est vraisemblable qu'existent des différences.

Il semble enfin raisonnable d'avancer que selon toute probabilité l'énorme extension de prairies éphémères dans la tranche de latitude correspondant à des pluviométries supérieures à 400 mm puisse être due, sur sables profonds, à l'élimination préalable d'une strate de savane. En outre, les chances de

voir se rétablir cette strate une fois éliminée semblent faibles et de toute manière si elles se réalisent, le processus de régénération est très lent.

Site 61/89 : ondulations dunaires - Flanc dunaire et cuvette adjacente.

Situation

16°07' / 9°21'                  Pluviométrie = 400 mm.

Présentation générale

Le modelé correspond à des ondulations dunaires, bordant par l'est la tayaret du Msilé.

Une chaîne de sol a été étudiée dans ce paysage conformément à la disposition suivante :

- A: Sommet d'une ondulation dunaire de 6-7m de hauteur
- B: Pied de l'ondulation dunaire
- C: Fond arboré avec mare
- D: mi-pente de l'ondulation

Observations pédologiques

61/89A

Situation

Sommet de pente 10 %.

Description

- 0-15 cm      Horizon brun un peu rougeâtre vers le bas; sableux.  
Structure très diffuse, tendance particulaire, quelques petits agrégats arrondis autour des racines; cohésion très faible; porosité originelle du sable, augmentée par une très dense exploration de fines racines et radicelles dans tout l'horizon.
- 15-50      Brun rouge passant à rouge jaune vers le bas; sableux.  
Structure fondu à tendance particulaire.  
Observé humide.  
Racines beaucoup moins denses.
- 50-110      Rouge jaune franc, sableux.  
Structure particulaire.  
Quelques racines.
- 110. observé jusqu'à 150 - Sable jaune rouge particulaire, sec à 130.

Conclusion

Sol caractérisé par une pénétration humifère assez profonde (60 cm) se superposant en-dessous de l'horizon brun superficiel à une rubéfaction du matériau pour donner une couleur brun rouge typique : sol brun rouge.

Résultats analytiques (p. 202)

Texture sableuse sur l'ensemble.

Les chiffres de matière organique sont surtout intéressants à considérer;

l'horizon superficiel 0-15 est moins riche que pour le sol brun 61/78 décrit plus loin (rapport 3/4) mais la pénétration est également profonde. Pour ces deux sols, le rapport des taux d'humus entre les profondeurs 30 cm et l'horizon superficiel 0-15 est très comparable (brun-rouge : 1/2,3; brun : 1/2,5).

Les pH sont neutres, malgré des taux de saturation n'atteignant pas 80 %.

Site n° 61/89

Profil 89A

Echantillon n°	89 A.1	89 A.2	89 A.3	89 A.4
Profondeur en cm	0-15	25-35	60-70	120-145
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	5YR5/4	5YR5/6	5YR5/8	5YR6/6
humide .....	6YR4/4	5YR4/6	5YR5/6	5YR5/8
Analyse mécanique % Terre fine .....	0,30	0,13	0,09	0,05
Matière organique .....	1,9	2,6	2,0	1,5
Argile .....	0,4	0,4	0,3	0,1
Limon .....	78,4	84,0	81,4	88,6
Sables fins .....	18,3	11,7	17,6	9,2
Sables grossiers .....				
Caractéristiques hydriques				
Humidité % p F 3 .....	2,4	2,2	2,0	1,8
p F 4,2 .....	1,3	1,0	1,1	1,0
Matière organique o/oo				
C total .....	1,72	0,74	0,51	0,27
N total .....	0,14	0,08	0,06	0,04
C/N .....	12,3	9,3	8,5	6,8
Matières humifiées totales .....	0,65	0,44	0,48	0,22
solubles .....	0,40	0,28	0,24	0,20
précipit. ....	0,25	0,16	0,24	0,02
Complexe absorbant mEq.%				
Ca .....	1,28	1,34	0,96	0,60
Mg .....	0,58	0,48	0,40	0,42
K .....	0,15	0,07	0,03	0,03
Na .....	0,04	0,04	0,02	0,02
S .....	2,05	1,93	1,41	1,07
T .....	2,70	2,40	1,94	1,90
V% .....	77	79	73	57
pH - pâte .....	6,9	6,8	6,9	6,8
- suspension 1/2,5 .....	7,2	7,3	7,4	7,4
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	31	38	47	18
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	-	-	-	-
SO <sub>4</sub> .....	-	-	-	-
Gypse .....	-	-	-	-
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/oo .....	0,07	0,04	0,04	0,01

61/89B

Situation : bas de pente

Description

Petite croûte gris brun en surface avec sable délié très clair par-dessus.

0-30 cm Horizon gris brun passant rapidement à brun; sableux, un peu tassé.

Structure de type nuciforme; cohésion assez faible; porosité originelle du sable.

NOMBREUSES racines : très denses, surtout jusqu'à 10 cm.

30-60 Horizon brun un peu rougeâtre; sableux, un peu argileux.

Structure nuciforme bien développée de taille moyenne; cohésion assez faible; porosité tubulaire assez faible.

Racines aussi denses que dans la partie 10-30 de l'horizon précédent, mais les racines décroissent rapidement.

Conclusion

La pénétration humifère est très profonde; malgré une très légère nuance rougeâtre, il s'agit d'un sol brun. La disposition en bas de pente par rapport aux sols brun rouge est conforme à un type de chaîne classique dans les sols subarides.

Résultats analytiques

- L'enrichissement en argile de ce bas de pente est net et très marqué surtout en profondeur; il s'agit d'un véritable colmatage.

- La teneur en matière organique est un peu plus forte en surface que pour le sol brun rouge de haut de pente; le C/N est de 10. Ces caractères sont bien ceux d'un sol brun. La légère hydromorphie se traduit par une tendance à l'acidité sur l'ensemble du profil.

Autres observations rapides

- En D, à mi-pente, un sondage a montré un sol brun rouge, très analogue à celui du sommet mais moins profond; la succession des horizons est 0-9 : brun ; 9-30 : brun rouge ; 30 : rouge jaune. Cette moindre profondeur doit être mise en relation avec un moindre approvisionnement en eau en profondeur (ruissellement hypodermique le long de la pente).

- En C, on a franchement une colature axée NW-SE, à végétation beaucoup plus dense, avec colmatage et passage aux sols hydromorphes.

Conclusion

Cette chaîne de sols montre une parfaite analogie avec celles décrites dans des régions de pluviosité analogue telle que Kankossa et où les sols brun rouge apparaissent comme les sols zonaux sur sables ondulés.

Site n° 61/89

Profil 89B

Echantillon n°	89 B.1	89 B.2	89 B.3
Profondeur en cm	0-15	40-50	90-110
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5 YR5/4	5 YR4/4	6,5 YR4/4
humide .....	6 YR4/3	5 YR3/4	6,5 YR4/25
Analyse mécanique % Terre fine .....	0,38	0,19	0,14
Matière organique .....	3,6	6,8	8,0
Argile .....	2,1	2,0	2,3
Limon .....	80,6	78,5	76,2
Sables fins .....	12,7	11,6	12,6
Sables grossiers .....			
Caractéristiques hydriques			
Humidité % p F 3 .....	3,5	4,4	5,9
p F 4,2 .....	1,9	3,03	3,7
Matière organique o/oo			
C total .....	2,20	1,09	0,82
N total .....	0,22	0,14	0,08
C/N .....	10	7,8	10,3
Matières humifiées totales .....	0,72	0,59	0,46
solubles .....	0,42	0,40	0,37
précipit. ....	0,21	0,19	0,09
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	2,14	3,06	3,34
Mg .....	0,88	1,48	1,62
K .....	0,18	0,07	0,05
Na .....	0,05	0,06	0,09
S .....	3,26	4,61	5,10
T .....	5,38	5,00	6,64
V% .....	61	94	71
pH - pâte .....	6,5	6,5	6,5
- suspension 1/2,5 .....	1,3	6,9	6,8
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	31	21	23
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	-	-	-
SO4 .....	-	-	-
Gypse .....			
Calcaire total % .....	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,08	0,04	0,05

#### Observations sur la végétation

Le sommet (A) est intégralement colonisé par une prairie éphémère lâchement buissonnante arbustive.

Par rapport au sommet, on remarque en bas de pente (B) l'absence d'Aristida stipoides, sinon assez dense, et une strate ligneuse plus claire.

Dans la cuvette se développent en périphérie des fourrés de Boscia senegalensis, Grewia bicolor et Ziziphus mauritiana et des arbres et

arbustes isolés (Anogeissus leiocarpus et Mitragyna inermis) dans la partie la plus basse.

Numéro du relevé : 61/89A

type : prairie éphémère lâchement buissonnante arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Borreria radiata</i>	a. Aristida stipoides Aristida mutabilis Brachiaria Hagerupii Cenchrus biflorus var. Ceratotheca sesamoides Commelin Forskalaei Dactyloctenium aegyptium Indigofera astragalina Pandia heudelotii Schoenfeldia gracilis  v? Digitaria gayana Letipes senegalensis	a. Aristida stipoides	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Balanites aegyptiaca Combretum aculeatum Maytenus senegalensis	Balanites aegyptiaca Acacia senegal	—

Numéro du relevé : 61/89B

type : prairie éphémère lâchement buissonnante arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Borreria radiata</i> <i>Heliotropium bacciferum</i>	a. Aristida mutabilis Cenchrus biflorus Eragrostis (pilosa?) Pandia heudelotii	—	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Balanites aegyptiaca Combretum aculeatum	Balanites aegyptiaca	—

Site 61/79 : plaine sableuse (voir relevé)

Latitude : 16°10'N/90°21'

Sur plaine sableuse on voit parfois apparaître dans la prairie éphémère des taches d'éléments de la strate qui sont remplacés par des strates progressivement plus denses de Cenchrus biflorus mêlé d'Aristida stipoides.

De ce point en se dirigeant vers le nord, le Sclerocarya disparaît et l'on voit s'installer du Commiphora et de l'Acacia Senegal dans les peuplements de Combretum glutinosum, plus denses qu'au sud, mais constitués d'individus plus chétifs qui disparaissent à leur tour un peu plus au nord.

Numéro du relevé : 61/79

type : prairie éphémère buissonnante arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<i>M. Monsonia senegalensis</i>	<i>a. Cenchrus biflorus</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Indigofera diphylla</i>	<i>a. Cenchrus biflorus</i> <i>v. Aristida (pallida?)</i>	<i>v. Cymbopogon aff. giganteus</i> <i>Hyparrhenia dissoluta</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia senegal</i> <i>Chrozophora senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i> <i>Maytenus senegalensis</i>	<i>Acacia senegal</i> <i>Sclerocarya Birrea</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Combretum glutinosum</i> <i>Commiphora africana</i>	<i>Sclerocarya Birrea</i>

Site 61/90 : dune à reprise d'érosion éolienne et son pied.

#### Situation

16°15'N/90°22'W (voisinage du puits de Rhailassia El Beida)  
Pluviosité estimée : 350 mm.

#### Observations pédologiques

#### Profil 61/90A : crête

#### Situation

Coordonnées 16°16N/9°22W

Le profil observé correspond à une reprise d'érosion éolienne sur le versant sableux limitant la tayaret. Le Msilé à l'est. Pente 25°.  
Observation en haut de pente.

#### Description

0-15 cm Horizon brun clair, sableux.  
Structure vaguement nuciforme à cohésion très faible, tendance particulaire; porosité originelle du sable dunaire.

15-80 Horizon rouge jaune, sableux; particulaire.

80 observé jusqu'à 130 - Sable dunaire meuble jaune rouge.

#### Conclusion

Horizon humifère brun clair de 15 cm d'épaisseur. Sol subdésertique.

Résultats analytiques

Ils montrent une texture sableuse. On note surtout la baisse de matière organique en surface et sa chute brutale en-dessous de l'horizon superficiel. Ici encore, le C/N en surface est de l'ordre de 10. Cette différence avec les sols gris climatiques et zonaux du Dahr de Néma (61/51-52) se double d'une analogie intéressante avec le sol brun (61/78) étudié plus loin. Ce sol gris apparaît par là une différenciation par érosion d'un sol subaride.

Site n° 61/90

Profil 90A

Echantillon n°	90 A.1	90 A.2	90 A.3
Profondeur en cm	0-20	40-60	90-110
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	7,5YR55/4	7,5YR55/6	7,5YR6/6
humide .....	7,5YR4/4	7,5YR5/7	7,5YR5/8
Analyse mécanique % Terre fine			
Matière organique .....	0,26	0,07	0,03
Argile .....	1,9	1,8	1,4
Limon .....	1,0	0,5	0,4
Sables fins .....	80,6	85,1	87,6
Sables grossiers .....	15,9	12,0	10,2
Caractéristiques hydrauliques			
Humidité % p F 3 .....	3,3	1,9	2,8
p F 4,2 .....	1,0	0,7	1,3
Matière organique o/o			
C total .....	1,52	0,43	0,18
N total .....	0,14	0,08	0,07
C/N .....	11	5	3
Matières humifiées totales .....	0,49	0,42	0,31
solubles .....	0,37	0,40	0,28
précipit. ....	0,12	0,02	0,03
Complexe absorbant méq.%			
Ca .....	1,22	0,84	0,70
Mg .....	0,58	0,34	0,50
K .....	0,14	0,08	0,05
Na .....	0,04	0,03	0,02
S .....	1,98	1,29	1,28
T .....	2,10	-	2,12
V% .....	95	-	61
pH - pâte .....	6,8	6,9	7,0
- suspension 1/2,5 .....	7,2	7,5	7,4
Test de salinité			
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	29	18	16
(extrait aqueux 1/5)			
Cl .....	0	0	0
SO <sub>4</sub> .....	0	0	0
Gypse .....	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total o/o .....	0,06	0,05	0,03

Observations botaniques

A : en venant du sud, ceci est la première station à Panicum turgidum relevée. On remarquera également d'autres éléments absents plus au sud sur l'itinéraire prospecté : l'Aristida pallida, le Leptadenia pyrotechnica, l'Indigofera (présumée argentea). Ces espèces se cantonnent toutes sur cette crête dégarnie ou bien dans ses abords.

Au pied de la dune on trouvera - moins les éléments steppiques - les mêmes annuelles qu'en A avec en plus Aristida mutabilis et Tribulus terrestris et des pieds très isolés d'Aristida papposa (vivace). La strate buissonnante toutefois est exempte de Leptadenia.

Numéro du relevé : 61/90A

type : panaché

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
" a? Borreria radiata Indigofera (argentea?)	a. Cenchrus biflorus v. Cyperus conglomeratus	a. Aristida stipoides v. Aristida pallida (Panicum turgidum)	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Combretum aculeatum Leptadenia pyrotechnica	Acacia senegal Balanites aegyptiaca	—

Sites 61/77 et 78 : plaine sableuse du Msile

Situation

61/77 : 16°20'N/9°22'W - photo N26/1  
16°17'N/9°22'W " N26/2

Pluviométrie estimée : 370 mm.

Observations pédologiques

Profil 61/78

Haut d'une pente de 4 à 5 %.

Description

0-2 cm Croute gris brun, sablo-organique, feuilletée, un peu consolidée recouverte de sable particulaire clair.

2-25 Horizon brun, sableux. Structure fondu à nuciforme, cohésion faible, porosité originelle du sable.  
Nombreuses racines.

26-70 cm Brun (un peu plus foncé d'abord) passant à brun légèrement jaunâtre encore très soutenu vers le bas; sableux; mêmes structure et caractères.

Bonne pénétration des racines encore nombreuses.

70 observé jusqu'à 120 - Brun clair passant progressivement au matériau originel : sable tendance particulaire brun très pâle.

Site n° 61/78

Profil 78

Echantillon n°	78.1	78.2	78.3	78.4
Profondeur en cm	0-15	30-40	60-70	100-120
Refus 2mm% Terre totale	0	0	0	0
Couleur Munsell Terre fine sec .....	10YR5,5/3	10YR5/3	9YR5/3,5	10YR6/3
humide .....	10YR4,5/3	9YR4/3,5	7,5YR4/3	7,5YR5/4
Analyse mécanique % Terre fine				
Matière organique .....	0,40	0,16	0,09	0,07
Argile .....	2,5	3,3	2,9	2,0
Limon .....	1,4	1,3	0,4	0,6
Sables fins .....	60,5	64,4	64,5	60,5
Sables grossiers .....	34,9	27,3	31,1	36,4
Caractéristiques hydriques	2,8	2,4	2,2	2,1
Humidité % p F 3 .....	1,3	1,3	1,2	0,9
p F 4,2 .....				
Matière organique o/oo				
C total .....	2,34	0,90	0,51	0,39
N total .....	0,23	0,13	0,06	0,07
C/N .....	10	7	9	6
Matières humifiées totales .....	0,79	0,40	0,25	0,22
solubles .....	0,45	0,28	0,20	0,20
précipit. ....	0,34	0,12	0,05	0,02
Complexe absorbant mEq.%				
Ca .....	2,00	1,86	1,72	1,18
Mg .....	0,54	0,64	0,66	0,52
K .....	0,18	0,13	0,08	0,05
Na .....	0,04	0,05	0,08	0,04
S .....	2,76	2,68	2,54	1,80
T .....	3,28	3,00	2,80	1,96
V% .....	84	90	89	90
pH - pâte .....	7,3	-	7,0	7,2
- suspension 1/2,5 .....	7,1	7,4	7,3	7,5
Test de salinité				
Conduct. CE 25° mhos $10^{-6}$ /cm .....	36	38	19	18
(extrait aqueux 1/5)				
Cl .....	0	0	0	0
SO4 .....	0	0	0	0
Gypse .....	0	0	0	0
Calcaire total % .....	0	0	0	0
P2O5 total o/oo .....	0,06	0,05	0,02	0,01

### Conclusion

Pénétration humifère profonde d'un sol brun typique. L'horizon 2-25 très légèrement plus clair correspondrait à une dégradation superficielle. Noter la présence nette de la croûte superficielle.

### Résultats analytiques (p. 209)

- La texture peut être considérée comme constante sur l'ensemble du profil on distingue seulement un taux en éléments fins très légèrement plus élevé dans le profil que dans le matériau originel. Cette remarque a déjà été faite pour de nombreux sites.
- Le taux de matière organique superficiel est élevé; la pénétration est bonne. D'après les analyses, la couleur un peu plus claire de l'horizon superficiel serait due plutôt à une moindre évolution de la matière organique (C/N et taux d'humification) qu'à une dégradation. Dans l'ensemble les C/N témoignent d'un humus doux, mais sont plus élevés qu'en sol gris subdésertiques entre 7 et 10, ici.
- La capacité d'échange diminue en profondeur en liaison avec la diminution des taux d'argile et de matière organique. Le complexe est partout saturé à 90 % environ; le pH est neutre sur l'ensemble du profil.

Tous ces caractères sont bien ceux d'un sol brun.

Ce type de sol brun s'étend largement dans la plaine sableuse de la Tayaret autour du point d'observation et en toute position de ce modèle aplani. Par action éolienne liée à un accident topographique, on passe à un sol plus aride de type gris subdésertique (61/90A). Sur le Dahr de Néma, on avait observé une différenciation analogue jouant dans le même sens et faisant passer du sol gris au sol minéral brut régosolique.

De tous les autres sites étudiés il ressort que les sols bruns sont toujours développés soit en bas de pente, soit dans des plaines sableuses où ils prennent alors une extension plus considérable. Dans les ondulations dunaires proprement dites, les sols brun rouge se développent largement dans le paysage, associés aux sols bruns qui se cantonnent alors dans les bas de pente.

### Observations sur la végétation

Numéro du relevé : 61/77

type : prairie éphémère arbustive et buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Mollugo cerviana</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieuri</i> <i>Eragrostis sp</i> <i>Indigofera astragalina</i> <i>Sesamum alatum</i> v? <i>Latipes senegalensis</i>	a. <i>Aristida stipoides</i> v. <i>Aristida pallida</i> <i>Aristida papposa</i>	a. <i>Aristida stipoides</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Acacia senegal</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Acacia Raddiana</i>

Le type de sol du site 61/77 correspond à celui qui a été étudié au point 78 (correspondance confirmée par sondage).

Dans les deux cas, on trouve dans les strates herbacées des éléments steppiques, mais la strate annuelle est plus fermée en 77. La strate ligneuse arbustive et arborée (individus plus rares) représentée en 77 par de beaux Acacia Raddiana disparaît presque totalement en 78, résultat de coupes par l'homme (voir photo 18 et 19).

L'un et l'autre faciès sont présents sur l'itinéraire entre  $16^{\circ}24'$  et  $16^{\circ}15'$ .

Numéro du relevé : 61/78

type : plages panachées dans prairie éphémère buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Borreria radiata</i>	a. <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i>  v. <i>Cyperus (conglomeratus?)</i>	v. <i>Aristida (longiflora?)</i>	v. <i>Cymbopogon (aff. giganteus)</i>
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia senegal</i> <i>Chrozophora senegalensis</i> <i>Combretum aculeatum</i>	<i>Acacia senegalensis</i> <i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Acacia Raddiana</i>

#### Notes d'itinéraire entre $16^{\circ}25'$ et $16^{\circ}45'$

#### Observations sur la végétation

Au partir du site précédent, la prairie éphémère arbustive qui constitue le fond du paysage est coupée de petits axes de drainage où, dans la partie la plus basse, se localisent des fourrés d'Euphorbia balsamifera, Commiphora africana, Grewia bicolor, Combretum aculeatum, Ziziphus mauritiana, fréquemment bordés de plages d'Andropogon Gayanus et de Cymbopogon Schoenanthus. Nous avons déjà noté plus haut l'association de ces fourrés avec des produits de cuirasse démantelée. Lorsque les grès affleurent par dalles on voit apparaître du Combretum glutinosum qui avait disparu du paysage peu après la latitude  $16^{\circ}10'$ .

L'Acacia Raddiana fait place à l'Acacia Senegal qui peut former de beaux peuplements en strate arbustive et arborée jusque vers  $16^{\circ}45'$  (voir relevé 61/91), accompagné ou non de Commiphora. Dans les parties hautes de ces sables plus ou moins ondulés se concentrent des éléments steppiques déjà aperçus plus au sud (relevé 61/90 :  $16^{\circ}15'$ ).

Les abords d'Aïoun même sont presque totalement inarborés et colonisés par des strates éphémères de Cenchrus biflorus, Boerhaavia coccinea et Tribulus terrestris.

Numéro du relevé : 61/91

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
<i>a.</i> Mollugo Cerviana Tribulus terrestris	<i>a.</i> Aristida mutabilis Cenchrus biflorus Schoenfeldia gracilis Sesamum alatum  v? Latipes senegalensis	<i>a.</i> Aristida stipoides	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Acacia senegal Commiphora africana	Acacia senegal Commiphora africana Acacia Raddiana Balanites aegyptiaca	—

#### Observations pédologiques

Site 61/91 (18 km nord-ouest d'Aïoun)

Situation : 16°45'N/9°43'W

Pluviométrie estimée : 300 mm.

Paysage d'ondulations dunaires à pente moyenne 10 %.

61/91A : sur la pente

#### Description

- 0-10 cm Croûte superficielle litée, cartonneuse, bien individualisée. Puis horizon brun à jaune rouge (7,5YR 5,5/6), sableux, homogène. Structure fondu; vague fragmentation nuciforme, mais cohésion faible et tendance particulaire. Porosité originelle du sable, plus porosité tubulaire fine très faible liée au bon enracinement.
- 10-90 Horizon rouge jaune (5YR 5/6), sableux, homogène à tendance particulaire; très meuble. Encore nombreuses racines pénétrant bien la masse.
- 90 Sable jaune rouge (7,5YR 6/6).

#### Conclusion

Sol gris subdésertique.

Comme sur le Dahr de Néma (S. 61/51-52), on observe :

- une croûte superficielle bien individualisée
- une rubéfaction du matériau sur le premier mètre, suivie d'un éclaircissement profond, hypothétiquement reliée à une pédogenèse ancienne.

61/91B : bas de pente

Description

Croûte nette, individualisée en surface.

- 0-25 cm Horizon brun assez clair (7,5YR 5,5/4) mais un peu plus foncé sur les 10 premiers centimètres. Sableux. Structure fondu; débits polyédriques et sous-débits vaguement nuciformes; cohésion assez faible. Porosité originelle du sable. Racines nombreuses augmentant cette porosité.
- 25-60 Brun clair devenant très clair et passant à jaune rouge vers la profondeur (7,5YR 6/5), sableux; structure fondu à particulaire. Porosité du sable. Encore des racines, mais moins nombreuses.
- 60 observé jusqu'à 100 - Sable blanc légèrement rosé (7,5YR 8/3).

Conclusion

Par rapport au sol de pente, on note :

- un horizon humifère plus profond (0-25) et un peu plus coloré et une légère pénétration humifère jusqu'à 60 cm.
- un éclaircissement prononcé du matériau à partir de 60 qui peut aussi bien être lié à la pédogenèse ancienne correspondant à un pédoclimat plus énergique, qu'à l'actuelle qui joue dans le même sens.

La répartition de la matière organique est celle d'un sol brun mais vu la coloration très faible, mieux vaut en faire un terme de passage des sols gris aux sols bruns. La différenciation topographique reste toutefois la même que dans la toposéquence des sites 61/51-52.

Des observations rapides et des sondages ont montré que les sols sur sable de cet itinéraire sont des sols gris subdésertiques.

VI. L'AOUKER ET LE DAHR DE TICHIT (section méridienne aux abords de 9°30'W)

Présentation

Jusqu'ici nous n'avons abordé l'Aouker que sur sa bordure périphérique nord-orientale (Oualata, Oujaf). Faisant suite à l'itinéraire Nioro-Aïoun où nous avons pu observer la transition climatique entre les latitudes 15° et 16°45'N (correspondant à 600 et 300 mm de pluviométrie annuelle), nous chercherons ici à suivre cette transition à travers l'Aouker sur approximativement la même longitude (9°30'W) jusqu'à la latitude 18°35 dans l'Adafer, à Khanget edh-Deheb au nord de Tichit.

La traversée de l'Aouker à véhicule était une entreprise peu engageante.\* Diverses circonstances la favorisèrent, en particulier une légère chute de pluie, le 24 septembre, qui avait tassé quelque peu le sable en surface. En outre, nous sommes redoublés aux nombreux caravaniers rencontrés en cours de chemin d'avoir facilité notre lente et sinuose progression à travers le massif en nous fournissant, d'étape en étape, de précieux renseignements sur l'itinéraire.

Modèle de l'ensablement

Le modèle du massif accuse de très nettes différences du sud vers le nord.

Au sud de Fouges (16°30'N/9°20'W), on rencontre seulement des cordons dunaires épars dans la plaine sableuse (voir photo 20); leur orientation n'est pas nette (parfois une direction préférentielle NE-SW se dégage). Au nord de Fouges, certains couloirs interdunaires (tayarets) se dégagent qui correspondent aux ramifications d'un réseau hydrographique fossile. Nous emprunterons pour notre prospection la tayaret el Menja qui présente un fond large de 500 m à 2 km s'encaissant parfois très nettement entre deux flancs dunaires assez sinuieux, hauts d'une dizaine de mètres (voir photo 21).

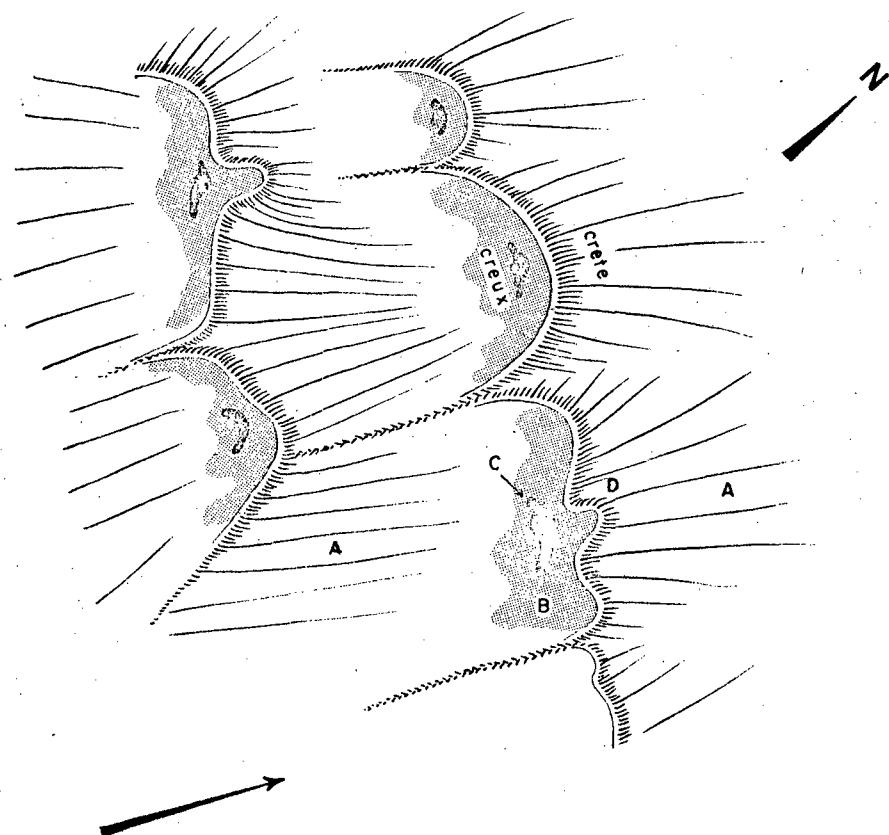
Vers 17°28' (lieu dit Debed Biya) on se heurte à un talus dunaire sous lequel le couloir disparaît définitivement. Les Maures prétendent toutefois le suivre avec leurs caravanes jusqu'à Tichit. Sur le parcours qu'ils empruntent on voit en effet indubitablement réapparaître des tronçons dessablés du couloir comme trois cuvettes à Rgeybat, vers 17°43' (la plus septentrionale et la plus étendue - 750 m sur 500 m - étant celle de Rgeybat même où l'on tenta jadis un forage d'une vingtaine de mètres qui buta sur des schistes très compacts); vers 17°50' affleurent des capuchons de diatomites qui laissent présager une autre portion dessablée. Mais à partir de cette dernière latitude, ces tronçons dessablés se confondent avec le réseau de fonds interdunaires, et le couloir n'est plus détectable, ni à terre ni sur photos aériennes.

Entre Debed Biya et Rgeybat les dénivellées dunaires sont généralement faibles (inférieures à 10 m); l'organisation des dépôts est confuse, les pentes des versants n'accusent pas de dissymétrie nette (photo 23). Vers Rgeybat commencent à se manifester plus fréquemment des alignements de versants abrupts regardant vers l'ouest ou l'ouest-sud-ouest qui se différencient dorénavant nettement des versants opposés en pente douce.

Vers 17°55', l'Aklé s'organise définitivement en cet amas de barkhanes imbriquées qui produit sur photographie aérienne une trame caractéristique ressemblant à des écailles de poisson (voir fig. 38). Il s'étend jusqu'aux abords du baten où la trame caractéristique s'estompe puis se perd : les dénivellées s'affaiblissent, la dissymétrie des versants disparaît à nouveau,

\* pour parcourir les 275 km qui séparent Aïoun el Atrouss de Tichit, il nous a fallu 5 jours. Dans le massif dunaire proprement dit, la moyenne journalière (en 10 heures de conduite effective) ne dépassait guère 30 à 40 km.

Fig.38 Vue schématique sur la disposition des dunes dans le grand aklé à trame "en écailles de poisson"



NNE-NE

orientation générale  
du sens de l'accotement des dunes

L e g e n d e

- A = versant doux (pente 6 à 8%): sable blanc
- B = glacis dunaire à pente faible:(sable brun clair)
- C = tache de sable brun à brun vif
- D = versant abrupt (pente 45 - 55%): sable jaune
- E = bourrelet vif = "bras":sable jaune

le modelé s'arrondit. On passe, comme à Oujaf, au petit aklé, puis à la plaine ensablée à buttes et à nebkhlas.

Dans une esquisse au 1:200'000ème de la coupure NE-29-XV (1 degré carré), nous avons représenté la bordure du Dahr de Tichit d'après un assemblage de photographies aériennes et cherché à exprimer schématiquement le modelé des ensablements et du relief.\* On retrouvera par rapport à la falaise le même schéma de disposition qu'à Oujaf :

- du sud au nord
- grand aklé
  - petit aklé coupé de zones de sable plus ou moins plates ou à rides longitudinales
  - des sebkhas
  - des regs constituant le glacis de la falaise
  - la falaise (haute ici de 150 m environ)
  - un plateau ensablé dès sa bordure

On notera l'intéressante disposition de l'ensablement autour du Mont Tawkest ( $18^{\circ}10'N/9^{\circ}22'W$ ), Inselberg isolé dans l'aklé, haut d'une centaine de mètres qui fait figure d'un éperon placé dans un courant : sur sa bordure NE se plaquent les dunes du grand aklé, tandis que sa bordure SW exempte de dunes laisse comme un sillage d'ensablements mineurs qui constitue un baten de près de 5 km d'extension vers le SW, bordé au nord et au sud par les dunes du grand aklé. Dans sa partie la plus extrême, ce baten s'ensable (formation d'un petit aklé), puis le grand aklé referme ses mailles autour de la perturbation. Cet accident local dans l'aklé est instructif car, isolé, il permet de se représenter la mise en place des dunes sous l'influence certaine d'un courant NE.

Nous n'avons malheureusement pas pu dédier l'attention nécessaire à l'étude de la disposition des dunes dans les abords du baten du Tamkest qui certainement offrirait de nombreux éléments d'observation.

Par Khanget edh Deheb, nous sommes montés sur le plateau dont la bordure est complètement ensablée (parfois affleurent des dalles gréseuses). Sur cette bordure, l'ensablement est faible et forme une plaine de profondeur variable vers le nord (de 5 à 20 km environ). Cette plaine ensablée fait place peu à peu à des rides de faible hauteur (2 à 3 m) orientées NE. Plus au nord encore, sur  $18^{\circ}45'N$ , nous avons trouvé lors d'une prospection faite en avion une série de dunes longitudinales très dissymétriques orientées NNW (voir photo 26 et carte de Tichit). Leur configuration et l'orientation de l'alignement observé nous ont fait songer à la trame dunaire en écailles de poisson de l'aklé dans l'Aouker que l'on pourrait croire dérivé d'un tel alignement par formation ultérieure des conjonctions transversales (les "bras"), ces bourrelets vifs qui relient les versants abrupts.

Il est tentant de supposer ainsi que la mise en place de ces bourrelets se serait faite successivement sous l'action d'un vent d'une direction autre que NE. Notons que la trame dunaire en "écailles de poisson" n'est pas un caractère général de l'Aouker et qu'elle n'atteint pas partout la bordure du baten. À partir du Tarf Iguikaten ( $18^{\circ}20'N/10^{\circ}20'W$ ) vers l'ouest elle s'estompe complètement et fait place à des alignements NNW nettement plus marqués, phénomène que l'on peut déjà voir s'amorcer sur la bordure ouest de la feuille de Tichit ci-jointe. Mais il n'est pas de notre ressort ici de pousser cet examen plus loin.

---

\* L'éventuel utilisateur de cette carte s'étonnera peut-être de la graphie insolite employée pour la toponymie : nous avons suivi approximativement celle qu'a utilisée MONOD dans la Majabât al Kourba.

Observations sur le terrain

Nous reproduirons dans ce qui suit quelques-unes des notes succinctes prises au cours du relevé d'itinéraire.

Peu avant de bifurquer vers le nord (au sud de Fouges), nous avons traversé, en venant d'Aïoun el Atrouss, une plaine colonisée par des prairies éphémères à Aristida mutabilis et Cenchrus biflorus buissonnantes et lâchement arbustives. Ce type de colonisation qui est général à cette latitude s'étend également aux dunes irrégulièrement distribuées dans la plaine, sauf sur des flancs où il y a reprise d'érosion éolienne appelant des groupements steppiques (voir photo 20). Nous ne nous arrêterons pas ici à décrire à nouveau ce paysage dont on trouvera une étude assez détaillée sur le Dahr de Néma (sites 61/51 et 52).

Au nord de Fouges, dans la tayaret el Wasa, les reprises d'érosion éolienne commencent à se manifester dans la plaine où dans la prairie éphémère à éléments jointifs, se trouvent des plages dénudées de prairie steppique avec Aristida stipoides et Panicum turgidum en strate herbacée moyenne et des Chrozophora (senegalensis?), Combretum aculeatum et Leptadenia pyrotechnica en strate buissonnante (relevé 61/95 non reproduit effectué sur 16°41' / 9°17' W; pluviométrie = 300 mm).

Vers 16°50'N/9°12'W, la tayaret est bien individualisée (voir photo 21). Dans le fond de la vallée jusqu'à mi-pente des cordons dunaires qui la bordent à l'est et à l'ouest, se développe une prairie éphémère basse à individus herbacés jointifs (Aristida mutabilis et Schoenefeldia gracilis) avec une strate buissonnante très lâche d'Acacia Raddiana, Acacia Senegal et Commiphora africana. Sur les flancs supérieurs et la crête de ces cordons, la colonisation est plus lâche et d'aspect panaché (voir relevé 61/98A).

Numéro du relevé : 61/98A

type : panaché

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Blepharis sp</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Euphorbia scordifolia</i> <i>Mollugo cerviana</i> v? <i>Coleosynthis vulgaris</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus biflorus var.</i> v. <i>Cyperus (gr.conglomeratus)</i>	a. <i>Aristida pallida</i> <i>Aristida stipoides</i> <i>Panicum turgidum</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Commiphora africana</i>	<i>Acacia Raddiana</i>	—

Vers 17°01' / 9°19' à l'ouest de la tayaret (photo aérienne n° 9 de la coupure NE-29-IX), nous rencontrons deux cuvettes argileuses avec des matériaux ferruginisés épandus en surface. Ces cuvettes sont presque totalement dénudées sur les bords (plages éparses d'Aristida mutabilis);

au centre (mare) on y trouve quelques Acacia nilotica, Boscia senegalensis et des colonies de Sporobolus helvolus.

Vers 17°17' / 9°16' (pluviométrie estimée : 220mm), le fond de la tayaret (B) et les dunes de bordure (A) se couvrent de types panachés (voir relevés 61/99A et B).

Numéro du relevé : 61/99A

type : panaché

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
—	a. Cenchrus biflorus Cenchrus Prieurii  v? Indigofera argentea  v. Cyperus gr. conglomeratus	a. Aristida stipoides  v. Aristida pungens Panicum turgidum	—

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Calligonum comosum	Acacia Raddiana Commiphora africana	—

Numéro du relevé : 61/99B

type : panaché (ou prairie steppique?)

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Euphorbia secundifolia Mollugo Cerviana	a. Aristida mutabilis Cenchrus biflorus  v? Aristida acutiflora Latipes senegalensis	v. Aristida pungens Panicum turgidum	—

STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Commiphora africana Acacia (flava?) Calligonum comosum	Commiphora africana Acacia Raddiana	—

On notera l'apparition de Calligonum comosum et d'Aristida pungens qui, dans le fond de la vallée, apparaissent nettement liés à des plages où il y a reprise d'érosion éolienne (plages steppiques et prairies steppiques).

Avec l'ensablement définitif de la tayaret à Debed Biya ( $17^{\circ}28'$ ) disparaît le couloir et la prairie éphémère qui le caractérise (relevé 61/101). Légèrement au nord de ce point, sont apparus jusque vers  $17^{\circ}35'$  des individus très épars de Schistocerca gregaria Solitaria (lot n° 1)\*.

Numéro du relevé : 61/101

type : prairie éphémère inarboree très  
lachement buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Euphorbia scordifolia</i> <i>Moltkia ciliata</i>	a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Indigofera sessiliflora</i> <i>Polygonum obtusata</i> <i>Sesamum alatum</i>  v. <i>Cyperus conglomeratus</i> <i>Latipes senegalensis</i>	a. <i>Aristida stipoides</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Calligonum comosum</i>	—	—

Numéro du relevé : 61/102

type : prairie steppique buissonnante arbustive  
et plages panachées

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Euphorbia scordifolia</i> <i>Heliotropium (bacciferum?)</i> <i>Moltkia ciliata</i>	a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Indigofera (sessiliflora?)</i>	a. <i>Panicum turgidum</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Commiphora africana</i> <i>Calligonum comosum</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Commiphora africana</i> <i>Acacia Raddiana</i>	—

\* Nous reproduirons ici le numéro des lots expédiés à M. POPOV, entomologiste de la mission, pour examen. Les résultats de ce dernier n'étant pas disponibles à l'heure actuelle, ces numéros provisoires serviront de référence.

La densité rencontrée était si faible qu'il est difficile de la chiffrer : les distances entre individus étaient certainement supérieures à plusieurs centaines de mètres.

Ces premières sauterelles ont été trouvées vers 13h30' dans un groupement de phisionomie mixte (voir relevé 61/102). Les Schistocerca étaient très nerveux et de capture difficile. Nous avons noté la température suivante à l'ombre : 34,5° sec/25,7° thermomètre humide (humidité relative 43%). La végétation vivace et les graminées annuelles étaient sèches. Seuls éléments verts (dans le tapis annuel prostré : Euphorbia scordifolia, Heliotropium bacciferum et Mollugo cerviana). Nous notons les humidités suivantes dans le sol :

0-5 cm	0,5 %
10-15 cm	0,5 %
50-55 cm	0,5 %

Avec les Schistocerca nous observons de très nombreux Oedaleus Senegalensis Kr.

Nous nous permettrons de faire état ici d'une note bibliographique extraite d'un rapport de BRUNEAU de MIRE\* qui, à la même époque (septembre), a trouvé en 1948 des Schistocerca dans la même zone (de MIRE avait suivi le même itinéraire que nous : il n'existe qu'une seule piste chamelière entre Aïoun et Tichit). Il note page 18 : "La prairie de Cenchrus biflorus finit par céder en fin de journée, à 40 Km environ au nord de Bou Darga. Un peu avant cette limite apparaissent de nombreuses Schistocerca. Elles disparaissent à peu près en même temps que les Cenchrus, mais on rencontre encore quelques isolées".

On remarquera : la coïncidence assez remarquable entre la position géographique des sites en 1948 et 1961 qui, d'après la position indiquée par de MIRE, ne doivent être distants de guère plus d'une dizaine de kilomètres. Mais on remarquera aussi qu'en 1948 les Schistocerca semblent avoir été localisées dans la prairie à Cenchrus biflorus que de MIRE oppose à une végétation à base de Calligonum comosum; il a donc apparemment relevé la même rupture que nous entre prairie éphémère et prairie steppique. Nous insisterons ici sur le fait que le long de cet itinéraire cette rupture est liée à l'ensablement de la tayaret. A l'ouest, dans la vallée de la Taskass (18°N/11°10'W) elle se produit beaucoup plus au nord, et l'ensablement n'est pas du tout évident. Dans ces fonds de vallées plats, le sable est beaucoup plus tassé et localement la différenciation entre phisionomies de prairie éphémère (fond) et de prairie steppique et types panachés sur les dunes de bordure est liée à la configuration du modelé et du tassement du sable. Evidemment, l'éclaircissement de la prairie éphémère déterminé par l'assèchement associé au gradient climatique méridien, peut activer les reprises éoliennes.

La disparition de cette prairie pourrait ainsi être considérée, même dans ces cas, comme zonale. Ce qu'il y a de curieux, c'est d'observer que le passage d'un paysage à l'autre puisse être si brutal. Voilà pourquoi nous parlerons de rupture dans la zonation climatique de la végétation. Il a été intéressant de trouver un cas où une de ces ruptures coïncidait justement avec l'apparition de Schistocerca.

Vers 17°32' la végétation est nettement plus verte. Nous nous trouvons devant un type phisionomique difficile à classer (voir relevé 61/103) où s'imbriquent des plages steppiques (Panicum turgidum et Calligonum comosum régulièrement distribués) et des plages de prairie avec ces éléments faisant presque totalement défaut, voir photos 22 et 23). Sur une de ces plages de prairie où nous avions trouvé quelques Schistocerca, nous avons fait une coupe sur 25 m<sup>2</sup> dont nous reproduisons les résultats

\* rapport de prospection en Mauritanie orientale, Office National anti-acridien, bulletin n° 3, janvier 1952.

ci-après :

Espèce	Kg/ha matière verte	Kg/ha matière sèche	% matière sèche
Strate herbacée prostrée (annuelles)			
<u>Cenchrus biflorus</u>	40	31	77
<u>Indigofera argentea</u>	80	48	61
<u>Euphorbia granulata</u> + annuelles diverses	380	208	55
Strate herbacée inférieure (annuelles)			
<u>Polygala obtusata</u>			
<u>Requienia obcordata</u> (v?)	260	60	23
<u>Sesamum alatum</u> et autres			
Vivaces			
<u>Aristida pallida</u>	200	92	46
<u>Cyperus conglomeratus</u>	60	34	56
<u>Panicum turgidum</u>	120	74	62

Vers le nord, cette physionomie est peu persistante et fait bientôt place à une steppe d'Aristida pungens et de Panicum turgidum où disparaît totalement le Commiphora africana et où le Balanites aegyptiaca devient très rare.

Nous retrouvons à Rgeygat ( $17^{\circ}43'N/9^{\circ}29'W$ , pluviométrie : 180 mm) un fond non envahi par la dune. Un profil creusé sur 110 cm dans ce fond (voir analyse 61/104B) nous a montré une décoloration croissante du sable en profondeur (voir page 223) avec une légère accumulation d'argile en surface. Ce fond porte par plages une prairie steppique où le Panicum turgidum et l'Aristida pungens occupent des buttes de sable qui forment des rehboub.

Les mamelons dunaires adjacents comportent seulement l'Aristida pungens distribué de façon diffuse avec en strate buissonnante du Calligonum et du Leptadenia. En strate herbacée inférieure et prostrée on trouve des éléments non jointifs de prairie éphémère avec Cenchrus biflorus, Cenchrus Prieurii, Heliotropium (bacciferum?), Polycarphaea repens, Malcomia aegyptiaca.

Vers  $17^{\circ}50'$  commence la trame à dunes en écailles de poisson. Nous ne reproduirons ici que l'observation assez détaillée effectuée à Khwarg sur  $18^{\circ}15'30''$  et approximativement  $9^{\circ}30'W$  site 61/107, pluviométrie : 100 mm.

Jusqu'à cette latitude se distinguent très nettement des groupements herbacés particuliers localisés sur des plages de sable légèrement argileux que l'on trouve au pied du versant abrupt des dunes (voir fig. 38). Dans un lieu dit Avrenin (situé entre  $18^{\circ}05'$  et  $18^{\circ}10'$  à une longitude non déterminée)

nous avons même trouvé une colonie très dense d'Euphorbia balsamifera.  
Plus fréquemment ces fonds se remarquent par la présence de petites colonies de Balanites aegyptiaca (en un lieu dit Agmimin Hat par exemple) ou de Maerua crassifolia.

Numéro du relevé : 61/103

type : steppe buissonnante arbustive et plages panachées

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Euphorbia acordifolia</i> <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Mollugo Cerviana</i>  v. <i>Indigofera (argentea?)</i>	a. <i>Aristida mutabilis</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus Prieurii</i> <i>Polygala obtusata</i> <i>Requienia obovata (v?)</i>  v. <i>Aristida acutiflora</i>	v. <i>Aristida acutiflora</i> <i>Aristida pallida</i> <i>Panicum turgidum</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Commiphora africana</i> <i>Calligonum comosum</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Commiphora africana</i>	—

Numéro du relevé : 61/104B

type : prairie steppique buissonnante très lâchement arbustive

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a? <i>Asthenatherum Forakalaei</i>	a. <i>Cenchrus biflorus</i>  v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aristida acutiflora</i> <i>Eremopogon foveolatus</i>	v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aristida pungens</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
v? <i>Fagonia olivieri</i>  v. <i>Aerva javanica</i> <i>Cleome brachycarpa</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Acacia flava</i>	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Maerua crassifolia</i>	—

Résultats d'analyse d'un sol

Site N° 61/104B.

Observation N°	Altéritation N°	Profondeur en cm	Ouviers	Cailloux	Dénomination	Codification	Matière organique	Analyse mécanique en % terre fine						Humidité < pF3	Humidité < pF4,2	pH - suspension 1/2,5	Test de salinité + Conduct. CE 25° mhos $10^{-4}$ /cm (arbitraire équivalent 1/5)	Calcaire total %
								Argile 0 à 0,02mm	Liaison 0,02 à 0,025mm	Sable fin 0,025 à 0,20mm	Sables grossiers 0,200 à 2,0mm							
B1	71	0-20	7,1		Brun jaunâtre foncé	10TR4/4	-	4,5	11,5	67,0	15,8	9,0	6,0	-	64	-		
E2	72	21-80	0		Brun jaunâtre clair	10TR6/4	-	1,0	3,5	80,4	15,0	3,3	2,1	-	72	-		
B3	75	81-110	0		Brun très pâle	10YR7/3	-	0,0	2,5	73,7	24,8	1,9	1,1	-	72	-		

Khwarg : Observations dans une dune du grand aklé (site 61/107)

Dans la fig. 39 nous avons présenté la section longitudinale d'une dune de l'aklé et les caractéristiques de son modèle (voir aussi photo 24). On remarquera le double bourrelet vif en crête (très souvent absent d'ailleurs) la pente raide au NNE, sa rupture marquée par une ceinture herbacée plus dense (B), le glacis dunaire (C); en D, des taches de sable plus foncé, souvent battant en surface; finalement en E, la pente douce de la dune suivante qui s'amorce. Il est important de noter qu'à ces diverses positions dans le système dunaire correspondent des couleurs de sable différentes. Le flanc supérieur (versant doux) et les bourrelets vifs (A), le versant abrupt et son glacis (B et C) et la partie inférieure du versant doux (E) et les bras de la dune sont constitués de sable jaune tranchant nettement sur le sable blanc de la partie médiane du versant doux. En plus de cette différence de coloration, nous avons cru pouvoir distinguer une différence de calibre, les sables blancs paraissant plus grossiers.

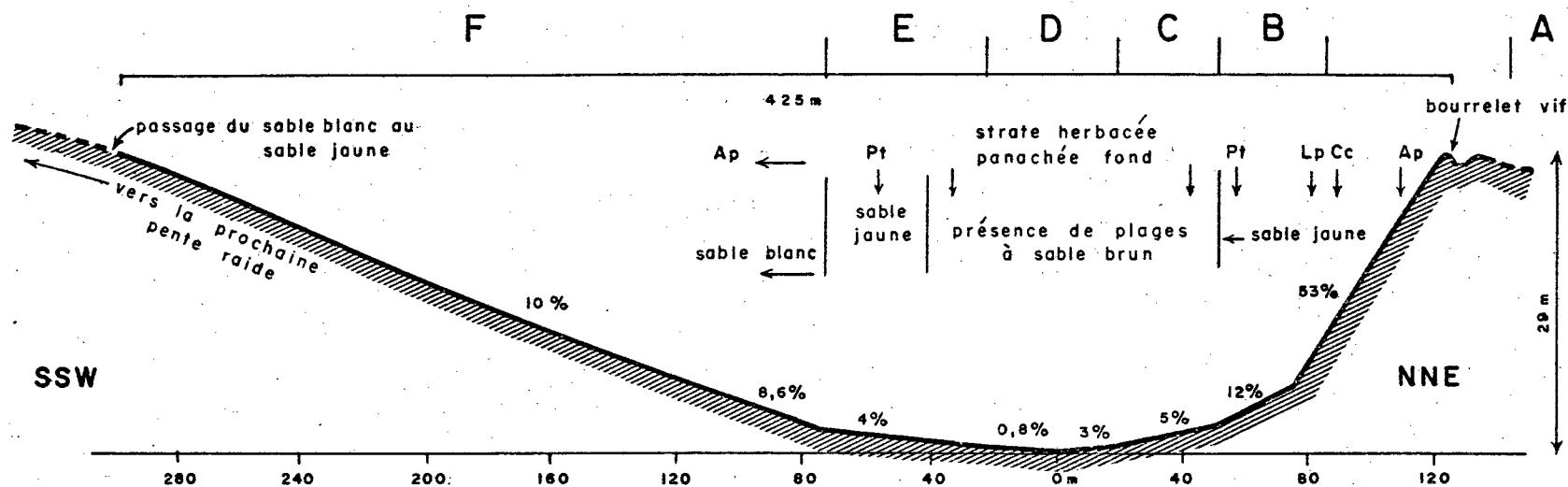
Au pied de la pente raide on trouve toujours une ou plusieurs (ici 4) plages de sable plus foncé, tassé comportant des taches de sable battant.

La plupart des dunes de l'Aouker sont colonisées par une végétation vivace à base d'Aristida pungens et de Calligonum comosum qui occupent même les crêtes. Il ne s'agit donc pas de dunes vives proprement dites et les bourrelets de crêtes vifs sont d'ailleurs assez rares. La distribution de la végétation est nettement liée au modèle de la dune. La portion de la pente douce située immédiatement en retrait de la crête comporte une steppe buissonnante souvent parsemée d'annuelles en tapis très clair (voir relevé 61/107A).

Les buissons et arbustes d'Acacia Raddiana se localisent soit dans cette portion de la pente, soit dans le fond, mais beaucoup plus rarement en d'autres points des pentes raides ou douces ou bien sur les bras qui ne comportent en général, étant apparemment les parties les plus remaniées de la dune, que des pieds d'Aristida pungens (relevé 61/107B).

La pente raide est plus densément colonisée dans sa partie basse où se forme parfois une véritable ceinture de Panicum turgidum bordant sa ligne de rupture avec le glacis de pente (61/107C) qui ne comporte que des touffes sparses de cette graminée avec du Cenchrus biflorus dans les intertouffes. Comme en C, en D, dans les fonds de sable brun l'Aristida pungens fait complètement défaut. On y trouve (voir relevé 61/107D) des plages herbacées panachées où se retrouvent les éléments constitutants de diverses strates. Du point E au point F on passe de nouveau à la steppe à Aristida pungens, parfois buissonnante (présence de Leptadenia pyrotechnica).

Echelle : 1m —  
20 m



- 224 -

#### Légende

- Ap = Aristida pungens
- Cc = Calligonum comosum
- Lp = Leptadenia pyrotechnica
- Pt = Panicum turgidum

Pentes en % (angles mesurés au théodolite)

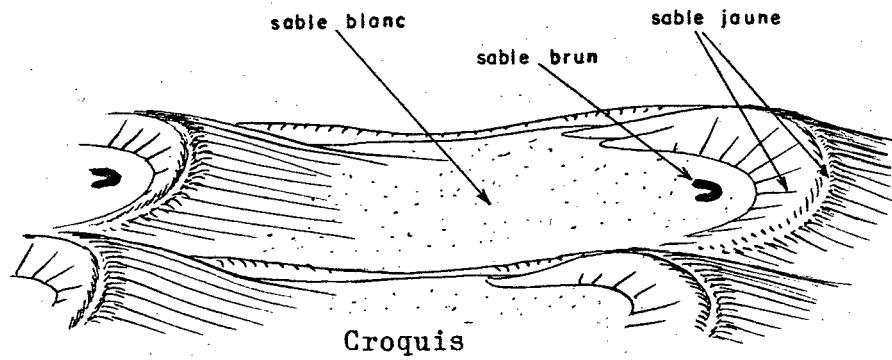


Fig.39

Croquis et coupe longitudinale d'une dune dans le grand aklé à trame "en écailles de poisson".

Numéro du relevé : 61/107A

type : steppe buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Asthenatherum Forskalaei</i> <i>Euphorbia scordifolia</i> <i>Limeum indicum</i> <i>Mollugo Cerviana</i> <i>Neurada procumbens</i> <i>Tribulus alatus</i>  v? <i>Indigofera argentea</i>  v. <i>Cyperus conglomeratus</i>	a. <i>Asthenatherum Forskalaei</i>  v. <i>Cyperus conglomeratus</i> <i>Aristida pungens</i>	—	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Acacia Raddiana</i> <i>Calligonum comosum</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	—	—

Numéro du relevé : 61/107B

type : steppe buissonnante

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. <i>Boerhavia coccinea</i> <i>Limeum indicum</i> <i>Mollugo Cerviana</i> <i>Tribulus alatus</i>	a. <i>Parsotia remosissima</i>  v. <i>Panicum turgidum</i> <i>Aristida pallida</i> <i>Aristida pungens</i> <i>Cyperus conglomeratus</i>	v. <i>Panicum turgidum</i>	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	<i>Calligonum comosum</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	—	—

Numéro du relevé : 61/107D

type : panaché

STRATES HERBACEES			
Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m
a. Indigofera colutea Boerhavia coccinea Euphorbia granulata Heliotropium sp Neuroleia procumbens Polygala obtusata	a. Indigofera colutea Aristida mutabilis Cenchrus biflorus	—	—
STRATES LIGNEUSES			
Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m
—	Acacia Raddiana	Acacia Raddiana	—

Quelques kilomètres plus au nord de ce site (vers 18°17'), nous quittions définitivement le grand aklé et passons à un aklé de buttes mineures dit petit aklé de sable blanc, colonisé presque uniquement de touffes très éparses d'Aristida pungens.

Peu avant d'atteindre le baten, nous avons retrouvé quelques rares Schistocerca solitaires (lot n° 2). Dans le baten les sebkhas sont bordées de peuplements de Tamarix sp et de Sporobolus spicatus. Nous ne décrirons pas la distribution de la végétation dans le baten qui n'accuse à la hauteur de Tichit par rapport à Oujaf que quelques différences de détail dues à l'absence de dykes et à une largeur plus grande du glacis dessablé.

Lors d'une prospection entre Aghrijit (18°22'N/9°12'W) et le Tawkest nous avons retrouvé quelques Schistocerca dans une couverture steppique d'Aristida pungens sec, très lâche où la strate d'annuelles était complètement absente.

Dans le baten bordant le Tawkest au SW, se trouve un peuplement arbustif d'Acacia Raddiana assez dense formant parfois, en l'absence totale d'éléments herbacés, un bois très clair.

Au bord de Tichit on accède très aisément sur le plateau par le défilé de Khanget edh-Deheb. La zone de sable plate (voir carte de Tichit) est au début colonisée par du Panicum turgidum qui est relayé un peu au nord (vers 18°32') par une steppe d'Aristida pungens le remplaçant lors du passage de la zone plate à sable plus tassé à celle caractérisée par des rides de sable plus meuble. Ce type de distribution de Panicum turgidum et de l'Aristida pungens est tout à fait comparable à celui que nous avions trouvé vers 17°40' au nord de Oualata.

Nous ne rencontrons sauf à Khanget-edh-Deheb (voisinage d'un petit oued coulant dans le défilé : 2 solitaires, lot n° 4) aucune manifestation acridienne sur ce dernier parcours.

## TROISIEME PARTIE

### CONCLUSIONS

#### I. Pédogenèse et répartition des sols

##### Processus de pédogenèse

En tout premier lieu se dégagent de l'étude quelques grands processus pédogénétiques qui déterminent l'évolution des sols et permettent de les ranger en classes. Parmi ceux-ci, certains se trouvent en même temps affecter de vastes étendues géographiques et correspondre de toute évidence à une zonalité climatique : nous les considérerons comme les processus principaux et zonaux. D'autres n'apparaissent que dans des conditions de station particulières : ce sont les processus secondaires et intrazonaux.

##### Processus principaux - par ordre d'aridité décroissante

###### Sols minéraux bruts climatiques du désert

Les sols minéraux bruts sont caractérisés par l'absence quasi totale d'humus et d'altération. Ils sont climatiques puisque cette absence d'évolution provient du facteur climat : déficit hydrique réduisant les possibilités d'altération en même temps que la masse végétale disponible comme source de débris organiques et d'humus.

###### Sols gris subdésertiques

Ce sont des sols peu évolués climatiques, caractérisés par la seule présence d'un horizon humifère peu épais.

Le terme de peu évolué ne signifie pas ici sols jeunes : les sols jeunes peu évolués sont en cours d'évolution; les sols peu évolués climatiques peuvent être au terme de leur évolution possible, cette évolution ne se traduisant que par une faible différenciation du profil.

###### Sols subarides tropicaux

Ils se caractérisent par une pénétration homogène et profonde de matière organique bien humifiée. Cette distribution et cette qualité des matières organiques sont considérées comme la résultante des apports organiques herbacés avec rôle important du système radiculaire et d'un climat tropical sec favorable à une évolution poussée et une minéralisation intense de cette matière organique pendant une courte période de l'année.

Les sols gris subdésertiques assimilés aux sierozems sont souvent considérés comme le terme le plus aride des sols steppiques, et classés au niveau du groupe à côté des sols bruns.

##### Processus secondaires

###### Sols hydromorphes

Leur pédogenèse est liée à l'action plus ou moins prolongée de l'eau à travers un ou plusieurs horizons du profil.

Cette action de l'eau affecte principalement la dynamique des matières organiques (accumulation de produits résiduels) et des hydroxydes métalliques (mobilité des formes réduites complexées qui s'organisent ensuite en taches, concrétions). Des actions d'engorgement agissant de pair avec une concentration en cations Ca Mg (apportés ou présents in situ) conduit à des néosynthèses argileuses (vertisols).

###### Halomorphie

La genèse des sols halomorphes est conditionnée par la présence de sels; l'ion sodium plus précisément joue un rôle déterminant : soit qu'il se

trouve à l'état de chlorure ou plus généralement de sels dans les solutions (sols salins) soit qu'il existe à l'état d'ion absorbé sur le complexe (sols à alcalis).

Par la prédominance des phénomènes d'évaporation sur les phénomènes de percolation et par les faibles mouvements des solutions qui n'affectent au point de vue transport et de manière totale que les produits salins les plus solubles, les sols salins sont fréquents dans les régions arides. Ainsi, les sols gris subdésertiques sont fréquemment salés dans bien des régions.

Encore faut-il une source de sel qui fait généralement défaut dans la zone considérée ici, où des sols halomorphes n'ont été décrits qu'à Oujaf et observés que dans le baten entre Oualata et Oujaf, en liaison avec des conditions topographiques privilégiées et des roches carbonatées (faciès grèso-calcaire du complexe de base du Dahr de Oualata).

Cet état de fait conduit donc à considérer ici les phénomènes d'halomorphie comme un processus secondaire.

#### Facteurs de pédogenèse - Méthode d'analyse de leur action

Il est évidemment difficile d'isoler l'action des différents facteurs de formation des sols dont le profil est la résultante.

Pourtant dans les cinq facteurs considérés comme fondamentaux de la pédogenèse (climat, matériau originel, topographie, végétation, homme) l'importance de chacun apparaît ici bien différente.

- L'action du climat est la plus nette et se dégage d'elle-même sous la forme d'une zonalité nord-sud des trois processus principaux de pédogenèse inventoriés plus haut.

Le principal paramètre climatique connu dans ces régions est la pluviosité; tous les autres paramètres d'aridité lui sont d'ailleurs liés et nous le prendrons comme repère.

- En ce qui concerne les matériaux originels, l'étude générale du milieu naturel a fait ressortir l'importance relative considérable des dunes (matériau sableux) et des regs (matériau souvent plus fin, mais caillouteux du moins en surface), devant celle des matériaux fins strictement réduits à des cuvettes et épandages restreints. Ces deux ensembles importants résultent du système morphoclimatique des régions sèches et sont donc eux-mêmes étroitement liés au climat. Les conditions structurales et géographiques font que dans la zone étudiée les ensablements présentent la plus grande extension.

- Dans la topographie enfin, on peut considérer deux ordres de grandeurs :

- le modelé des grands ensembles naturels - en l'occurrence le modelé dunaire.
- les accidents topographiques locaux, accidents structuraux, où nous retrouverons précisément les matériaux originels d'extension secondaire et toujours liés à des conditions particulières hydrographiques.

- Pour la végétation, nous nous bornerons ici à discuter plus loin les relations observées entre la distribution locale des sols et de la végétation.

- Les facteurs biotiques ne seront pas considérés dans l'étude des facteurs de pédogenèse.

En conclusion, le plan d'analyse et d'étude sera le suivant :

- Zonalité des sols :

- définition de zones climatiques d'influence des trois processus principaux de pédogenèse sur matériau sableux (considéré comme climatique)
- différenciations topographiques normales des sols dans chacune de ces zones
- différenciations en fonction du matériau - pour chacune de ces zones - en conditions comparables d'approvisionnement en eau.

- Sols intrazonaux et problèmes annexes locaux :

- existence et types de sols intrazonaux dans chacune des zones définies
- problèmes de répartition des sols et paysages discontinus des zones de bordures de relief.

### Zonalité des sols

#### Zones climatiques de pédogenèse sur matériau sableux

Les observations effectuées donnent les résultats suivants :

##### Dahr de Néma

61/51-52 - Ondulations dunaires - P = 250mm - sol gris sur sables éoliens profonds

61/72-47 - Brousse tigrée - P = 250mm - sol gris sur les placages sableux

61/54 - P = 140mm - Passage sols gris - sols minéraux bruts.

Oualata - P = 100mm - sols minéraux bruts sur sables

Oued Initi - P = 90mm (sols minéraux bruts sur sables, même sous Oujaf - P = 80mm végétation dense (Oued Initi S. 61/67)

Les observations ne concernent malheureusement pas toujours de grands ensembles sableux en équilibre comme l'aklé d'Oujaf ou les ondulations dunaires de Néma. Toutefois, on peut estimer que le passage des sols gris subdésertiques aux sols bruts désertiques se fait entre 100 et 200 mm de pluviosité.

##### Hodh

Dans le trajet Niort-Aïoun, il ressort que les sols subarides tropicaux correspondent à plus de 350mm de pluie et ont été observés jusqu'à 500. La limite de 350mm avec les sols gris correspond en même temps à une limite morphologique et ne représente donc pas une influence exactement isolée du facteur climat; toutefois les variations observées au nord et au sud de cette limite (61/91, 61/78 et 90) permettent de la considérer comme approximativement exacte.

### Différenciations topographiques des sols dans chacune de ces zones

#### En domaine désertique (sols)\*

- Dans l'aklé d'Oujaf, les variations topographiques même importantes ne conduisent à aucune différenciation de sol (S. 61/61).

- Une remarque doit être faite concernant l'influence de la végétation dans cette zone.

En 61/67 (Oued Initi), même sous prairie éphémère dense, c'est-à-dire dans des conditions d'apports végétaux assez importants et de relative protection du vent (capable toutefois de remaniements effectifs en saison sèche), on trouve des sols désertiques non évolués.

Sans diminuer le rôle du vent important par ses remaniements superficiels, on doit donc le subordonner à l'action primordiale de la sécheresse et supposer une dynamique microbienne propre des sols désertiques. Dans les mêmes conditions de station mais avec 250 ou 300mm de pluie on aurait en effet un sol gris subdésertique.

#### En domaine subdésertique (sols)

Les sites 61/51-52 et secondairement 61/91 montrent l'existence de toposéquences nettes :

- sur les pentes et les sommets : sols gris subdésertiques

- en creux interdunaire : pédoclimat plus humide : sol brun rouge

- dans les creux plus prononcés, passant aux bas fonds : sol brun.

Outre cette différenciation dans le sens d'un excès relatif d'eau, sur

\* Afin d'éviter toute confusion avec d'autres subdivisions en domaines ou zones (bioclimatique, botanique ...), on utilisera ce terme de "domaine sols" pour la suite de l'exposé.

les pentes accidentellement fortes, l'aridité accrue et l'attaque directe du vent fait passer aux sols minéraux bruts.

En domaine subaride (sols)

a - Toposéquence classique

La chaîne : sol brun-rouge de pente - sol brun de bas de pente (ou d'interdune) et éventuellement passage aux sols hydromorphes déjà cités, a été décrite et reconnue en de nombreux sites, sur ondulations dunaires et avec des pentes de l'ordre de 10 %.

Dans le site 61/90, il est intéressant de noter le passage des sols bruns aux sols gris subdésertiques par reprise d'érosion éolienne, d'une manière absolument analogue à celui du passage du sol gris au sol minéral brut en S.61/51.

b - Le problème de la zonalité des sols bruns et brun rouge

D'après MAIGNIEN (1959), les sols brun rouge représentent par rapport aux sols bruns un stade d'évolution vers les sols ferrugineux tropicaux. Zonalement les sols brun rouge seraient donc plus méridionaux que les sols bruns, ces derniers pouvant s'étendre en zone de sol brun rouge :

- soit par une influence lithologique et plus précisément calcique
- soit par déficience de drainage (cf. la toposéquence classique)

Dans l'itinéraire Aïoun-Nioro, on observe en effet le passage sols gris - sols bruns - sols brun rouge, mais :

- la zone de sol brun (350 à 400mm) correspond à une plaine sableuse (Le Msilé et tayaret), où les pentes ne dépassent pas 4%, à drainage ralenti (voir fig. 5)
- aucun sol brun n'a été observé sur pente plus importante entre 350 et 500mm ni plus au nord; même le sol brun de Mahmoud 73A - le seul cas observé en dehors d'un bas-fond avec une pluviométrie de 270mm - et qui n'est pas très bien typé - se trouve sur une pente de 5 à 6% seulement.
- dès que le modelé devient plus vigoureux dans cette zone de 350 à 500mm, on a des sols brun rouge (S.61/89).
- même sous 480mm (S.61/84), en pleine zone de sols brun rouge, on passe de nouveau aux sols bruns avec un modelé aplani comparable à celui du Msilé.
- enfin en zone de sol gris subdésertique (S.61/51, P = 240mm) les différenciations topographiques montrent que le sol brun correspond à un pédoclimat plus humide que le sol brun rouge.

Toutes ces observations conduisent à conclure que la succession nord-sud des sols observée ne représente pas une zonalité climatique, en ce qui concerne les deux sous-groupes de sols subarides.

La répartition relative des sols bruns et brun rouge sur sables - du moins pour cette région - serait uniquement fonction du drainage et de la dynamique de l'eau, les sols brun rouge étant des sols de pente. On note ici l'influence déterminante du modelé.

On peut donc seulement conclure au point de vue zonalité que la limite des sols gris subdésertiques et des sols subarides se situe autour de l'isohyète 350. Ces derniers ont été observés vers le sud jusqu'à 500mm sans atteindre leur limite. Noter que dans le Guidimaka leur passage aux sols ferrugineux tropicaux - toujours sur matériau sableux - se fait vers l'isohyète 550mm (AUDRY 1961).

Il est intéressant de remarquer que la limite nord du domaine subaride n'est pas très éloignée de la limite où le drainage calculé s'annule et de celle où les hydrogéologues n'estiment plus possible l'alimentation des nappes par infiltration directe des pluies (cf. 1ère partie).

Conclusions

Les différenciations topographiques dans ces régions sèches se font par deux mécanismes différents :

- le déficit hydrique des points hauts crée des conditions favorables

à l'érosion éolienne.

- le meilleur approvisionnement en eau des bas de pente conduit à des pédoclimats plus humides et induit des sols plus évolués.

En domaine désertique, le climat atmosphérique est trop sec pour que joue le second mécanisme. En domaine subdésertique et subaride, ce second mécanisme joue, tandis que l'érosion éolienne n'agit généralement que de manière diffuse ou accidentelle.

#### Différenciations en fonction du matériau, en conditions comparables d'approvisionnement en eau

On a vu que dans le périmètre considéré et surtout dans la partie nord, les matériaux à texture fine sont tout d'abord en relation avec des conditions hydrographiques spéciales liées aux accidents du relief. Ce cas ne représente pas des conditions d'approvisionnement en eau comparables.

On se bornera donc pour faire cette comparaison de matériau de parler des regs dans la zone nord, et plus précisément, des surfaces affleurantes du Continental intercalaire remanié du Dahr.

Dans la partie sud, bien que les matériaux fins se trouvent en général en position basse, les contrastes sont moins marqués et la comparaison est plus facile.

#### En domaine désertique (sols)

Tous les regs observés correspondent à des sols minéraux bruts climatiques (Ex. Dahr au niveau de l'Oued Initi, reg sur glacis à Oujaf).

#### En domaine subdésertique (sols)

Les matériaux plus lourds semblent conduire à des sols moins évolués passant aux sols minéraux bruts. Un des meilleurs exemples est celui de la brousse tigrée du Dahr de Néma.

Ceci semble correspondre au fait très général que la végétation ne colonise pas les surfaces compactes ou tassées susceptibles de ruissellement et se cantonne sur les recouvrements sableux plus pénétrables à l'eau et aux racines.

Dans cet ordre d'idée, des surfaces de sable tassé montrent un défaut d'évolution comparable aux matériaux fins (S. 61/54), tandis que des matériaux lourds caillouteux accidentellement colonisés, comme 61/72B, du fait d'un approvisionnement hydrique privilégié présentent des signes d'évolution.

#### En domaine subaride (sols)

Les matériaux lourds portent des sols bruns tandis qu'à côté sur les sables, on a des sols brun rouge (ex. Gobernié).

Tous les facteurs conduisant à la différenciation des sols bruns semblent participer à leur pédogenèse :

- matériau lourd et peu perméable : drainage interne déficient
- localisation en bas de pente ou zone déprimée : drainage externe déficient.
- matériau riche en bases et dont l'altération libère de fortes proportions de Ca parfois de Mg.

Noter que toutes ces conditions concordent avec la présence fréquente de types tirsifiés, et sont également favorables aux phénomènes de carbonatation, observés uniquement en sols bruns lourds.

Le même phénomène fait que vers le sud, la limite des sols subarides avec les sols ferrugineux tropicaux est plus méridionale sur produits argilosableux que sur sables (600mm voire même 650mm de pluie contre 550mm en exprimant ces limites en pluviosité, pour le Guidimaka).

## Sols intrazonaux et problèmes annexes locaux

### Sols intrazonaux

En domaines désertique et subdésertique les sols intrazonaux sont localisés aux bordures de relief créant des conditions d'alimentation en eau privilégiées ou dans des sites de cuvette correspondant souvent à une morphologie fossile (Mahmoude).

A part les sols halomorphes bien différenciés, les autres types vont rarement jusqu'à un sol hydromorphe bien exprimé mais restent des sols peu évolués de type Ranker humifère (plaines d'épandage) ou à caractères vertisoliques souvent compliqués d'actions anciennes (Mahmoude).

- Les sols halomorphes observés ont une faible extension. Il s'agit de sols à alcalis en général très salés sur argiles de décantation souvent anciennes et situées dans des cuvettes du baten de Oualata à Oujaf.

Rappelons que leur pédogenèse est liée aux conditions de bon approvisionnement en eau avec faible infiltration et dominance de l'évaporation, en même temps qu'à des conditions lithologiques spéciales (roches carbonatées vermiculées par dissolution observées à Oujaf).

Noter que des phénomènes d'halomorphie peuvent se produire en sols bruns (S. 61/85A à Gobernié).

- Les Rankers humifères des plaines d'épandage correspondent à des sites très bien approvisionnés en eau et à des matériaux en général sablo-argileux ou argilo-limoneux, complexes et peu homogènes, à bonne infiltration. Ces conditions en font des poches où la production de masse végétale est très forte.

Ces apports organiques importants conduisent à la constitution d'un horizon humifère peu épais qui les a fait classer en Ranker.

- Dans les sols peu évolués vertisoliques, la part est souvent difficile à faire entre les influences anciennes et actuelles. Mahmoude correspond à une zone alluviale ancienne; l'argile est probablement de nature illitique; l'apport alluvial actuel est à peu près nul. Sous une pluviométrie de 270mm à saisons très tranchées, les phénomènes mécaniques continuent à jouer.

En domaine subaride (sols), on passe fréquemment aux sols hydromorphes (site 61/89 en zone sableuse; sol à gley 61/86 de Gobernié).

Vers 500mm de pluie, dans les zones d'aplanissement sur schistes les phénomènes d'engorgement sur sols jeunes (S. 61/81) peuvent prendre une grande extension. Ce phénomène déjà décrit en zone climatique analogue tient au fait que l'hydromorphie est un processus marquant très rapidement les profils de son empreinte en pouvant masquer les tendances évolution climatiques.

### Problèmes annexes des bordures de relief

Les bordures de relief constituent des zones de discontinuités très variées et de contrastes se manifestant à toutes échelles.

Ainsi, pour le Dahr de Oualata-Oujaf :

- aussi bien sur le Dahr proprement dit que dans le baten, l'ensablement se termine en biseau et ce contact constitue la première discontinuité.
- dans le baten d'Oujaf, on a vu la complexité et la succession de formes que présente l'ensablement dans sa zone de bordure.
- dans le baten dessablé, les conditions topographiques et hydrographiques conduisent à une répartition complexe des unités morphologiques et pédologiques.
- enfin dans toute la zone comprise entre les deux limites de sable du Dahr et du baten les ensablements restreints liés à la végétation sont la règle et constituent autant de microvariations que nous avons

distinguées en :

- placages (plages de sable aplaniés)
- rehboub et nebkas, buttes captées par la végétation différant par leur taille et reposant sur une surface plane.

Les buttes des "aklés à buttes" sont des formes assez analogues, également liées à la végétation, mais couronnant les crêtes et accidents secondaires des aklés, correspondant souvent à des formes sculptées par le vent autant que construites et par-là comparables aux chicots sous végétation des pentes soumises à des reprises d'érosion.

Les placages et rehboub-nebkas apparaissent déterminés par l'action combinée de l'eau et du vent (Oualata - Oued Initi - Oujaf). Le passage aux formes aklés correspond à une augmentation du sable disponible en même temps que l'importance des phénomènes liés à l'eau diminue ou s'annule.

#### Quelques remarques diverses

##### Le problème de l'empreinte de pédogenèses anciennes

Cette empreinte apparaît souvent et exprime toujours des climats anciens plus humides.

- Dans certains cas, les choses sont simples : sol enterré d'Oujaf, rubéfaction du premier ou des deux premiers mètres dans les sols gris subdésertiques.
- D'autres cas sont plus difficiles à interpréter, soit parce qu'il s'agit de phénomènes d'alluvionnement complexes dont l'étude détaillée sort du cadre de ce rapport, ou que la part des caractères anciens acquis et des caractères dus à l'évolution actuelle est difficile à faire.
- Enfin, dans le domaine subaride, le problème se pose différemment. Si les sables situés actuellement sous 250mm de pluie (sols gris) ont connu une évolution pédologique qui les a rubéfiés, cette rubéfaction a pu également atteindre les sables situés actuellement entre 350 et 500mm. Quelle est alors la part respective à attribuer à la rubéfaction ancienne du matériau et à l'évolution actuelle dans les horizons moyens et profonds des sols brun rouge ?

##### Sur certains caractères physico-chimiques des sols étudiés

###### Matières organiques

- Les teneurs en matières organiques sont toujours très faibles.

On observe d'une manière très constante une liaison positive entre les taux de matière organique et le taux d'argile, si bien que l'interprétation doit toujours être prudente et tenir compte de la texture. Ces faibles taux de matière organique sont dus en même temps à la faible quantité d'apports végétaux et à la forte minéralisation propre aux régions sèches.

- En sols minéraux bruts désertiques, les taux de matière organique sont ininterprétables aussi bien que les C/N : suivant le point exact de prélèvement, on a ou bien des teneurs négligeables (sol nu) ou bien des teneurs relativement fortes mais correspondant à des débris végétaux (prélèvements sous végétation).

On sait que KILLIAN a montré que dans les nebkas, c'est-à-dire dans les sols désertiques recevant des apports végétaux non négligeables, il y a humification, mais que cette évolution va jusqu'à la minéralisation à peu près totale.

- En sols gris subdésertiques sur sable, les teneurs de l'horizon superficiel 0-20 sont normalement comprises entre 0,15 et 0,30 %.

- En sols subarides et pour le même horizon, les sols brun rouge contiennent le plus souvent 0,25 à 0,40 % tandis que les sols bruns dépassent fréquemment 0,40 %.

- Mais les exceptions ne sont pas rares et certains sols bruns peuvent présenter des teneurs très faibles et avoir pourtant une coloration brune profonde très nette.

La pénétration organique est considérée pour plus importante que les teneurs en valeur absolue; mais si ce caractère est effectivement le critère de définition morphologique des sols considérés, cette pénétration ne se traduit guère par des taux de décroissance des teneurs organiques très différents.

Toutes ces considérations conduisent à penser que la morphologie des profils exprime surtout des différences de qualité de matière organique entre ces groupes et classes de sols.

- Les C/N constituent un critère simple assez intéressant qui semble bien traduire l'équilibre biologique de ces sols. En sols gris subdésertiques, les valeurs sont très basses, en général inférieures à 5 ou 6. En sols subarides les valeurs toujours basses sont comprises entre 6 et 10, et plutôt plus fortes en sols bruns.

#### Les pH

Dans les sols gris subdésertiques et même les sols minéraux bruts désertiques, les pH sont toujours alcalins et souvent fortement, sans que pour cela les complexes soient obligatoirement saturés. Les seuls cas où une certaine acidité peut se manifester sont en liaison avec un matériau comme le Continental intercalaire qui correspond à une altération poussée ancienne et est pratiquement entièrement Kaolinitique. Les sols subarides sont voisins de la neutralité et peuvent montrer une certaine tendance à l'acidité.

La seule interprétation valable, en reconSIDérant les résultats dans leur ensemble, réside dans une conductivité légèrement plus forte dans les sols les plus arides; les valeurs absolues des sels sont faibles; les sols ne sont pas salins d'après les normes classiques, mais très peu tamponnés et la présence de sels marque très nettement.

- Un caractère morphologique doit enfin être souligné, commun à presque tous les sols arides sur sables, qui est la présence des croûtes superficielles souvent litées, riches en matière organique. Résultat d'actions complexes mécaniques (ruissellement, érosion) et sans doute biologique.

## II. Quelques remarques sur la zonation des types phisonomiques de végétation et et sur les accidents locaux

Sur un fond floristique relativement restreint\* se manifeste, dans la région considérée, une grande diversité de paysages végétaux. Dans cette mosaïque de paysages végétaux on peut dégager certaines séquences caractéristiques. D'une manière très générale on constate :

1. En direction méridienne - tout comme pour la distribution bien connue des régions floristiques - une séquence zonale des paysages d'autant mieux marquée que l'on compare des stations écologiquement plus voisines (textures des sols affines, même position dans le réseau de drainage, etc.).

2. Dans une station donnée, des accidents locaux (topographiques, édaphiques ou d'origine biotique) peuvent faire apparaître des contrastes phisonomiques aussi marqués que ceux qui sont dus aux facteurs zonaux (climatiques).

\* Notre inventaire floristique de la région, à vrai dire très superficiel, nous donne quelque 200 espèces dont une quarantaine seulement participent de façon significative à l'édification des paysages végétaux. Ces chiffres ne sont toutefois nullement exhaustifs.

Nous examinerons d'abord les caractéristiques de la séquence zonale. Des différences de teneur dans la fraction argile + limon appelant des contrastes phisonomiques très marqués (voir plus loin), nous nous bornerons à comparer des relevés sur substrats nettement sableux et dans des positions topographiques non favorisées par le drainage, pleinement conscients des limites que nous nous imposons ainsi.

Zone pluviométrique de 400 à 500mm

Le paysage le plus répandu est celui d'une prairie éphémère (avec prédominance de Cenchrus biflorus) arbustive, parfois arborée (essences Combretum glutinosum, Sclerocarya birrea). Dans des sables normalement drainés, ces paysages se développent sur des sols brun rouge. Cette prairie a une durée d'activité végétative étroitement liée à la saison pluvieuse. En général, le cycle de végétation est clos peu avant l'arrêt des pluies. Le tapis herbacé est dense (parties aériennes jointives), la couverture du sol souvent complète dès un stade de végétation précoce des graminées. Les arbres sont à feuilles caduques. En saison sèche, l'activité végétative est nulle. Dans certaines zones qui semblent correspondre à d'anciens massifs dunaires très aplatis se développent des groupements à graminées hautes vivaces (Andropogon Gayanus, Hyparrhenia dissoluta). Phisonomiquement ces groupements ont été rattachés à des savanes. Les graminées vivaces de ces paysages ont une durée d'activité végétative légèrement plus longue que celle des strates annuelles des prairies éphémères. En outre, brûlées, elles peuvent repousser en saison sèche. Dans les stations où ces groupements à graminées hautes ont été observés, les parties aériennes sont lâches; la densité de la strate de savane est inférieure à 10.000 pieds de graminées vivaces par hectare. Les intertouffes sont occupées par des annuelles dont la production saisonnière est sensiblement égale à celle de la strate de graminées vivaces ou strate caractéristique de savane (1.000 kg matière sèche/ha).

Dans deux cas précis (Goberni sites n° 61/87-88 et Koréra 59/117-118), nous avons de fortes présomptions pour penser que cette phisonomie de savane est ici résiduelle et que la prairie éphémère l'ayant remplacée\* est une phisonomie induite par l'homme, représentant une végétation paraclimatique.

En regroupant certaines observations, nous avons dégagé pour les premières années un schéma de succession hypothétique comme suit :

- 1<sup>ère</sup> année - élimination de la strate de graminées vivaces et de la strate buissonnante par le feu et l'arrachage des souches. Les strates arbustive et arborée sont laissées en place (Exemple de la végétation d'origine : strate herbacée Andropogon Gayanus, Eragrostis tremula; strate ligneuse Combretum glutinosum).
- 2<sup>ème</sup> année - culture de mil.
- 3<sup>ème</sup> année - après abandon de culture, installation d'une prairie éphémère très ouverte et d'espèces ligneuses buissonnantes ou sous-frutescentes pyrophiles (Exemple : str. herb. Aristida mutabilis, Cenchrus biflorus, Cassia sp., Pennisetum violaceum, plantule de Combretum glutinosum, parfois de Guiera senegalensis).
- 4<sup>ème</sup> année - réinstallation de pieds très épars de la graminée vivace → phisonomie panachée (Exemple : Str. herb. A. Gayanus, Cenchrus biflorus, Ctenium elegans; buissons de Combretum glutinosum, Guiera senegalensis).

\* Phénomène dont nous avons eu une preuve tangible à Goberni où des points d'observation repérés qui comportaient une strate de savane (Hyparrhenia dissoluta) en 1959, n'avaient en 1961 plus qu'une strate d'annuelles, après l'implantation d'un poste administratif.

Nous n'avons plus aucun élément d'observation sur la suite possible que peut avoir l'évolution. Il est probable qu'en raison de la forte concurrence des annuelles se stabilise une prairie éphémère buissonnante, panachée de touffes éparses d'Andropogon Gayanus, physionomie qui reste stationnaire. Toutefois en l'absence de toute mise en défens expérimentale dans la région considérée, aucune autre précision ne saurait être donnée. En nous fondant sur des observations faites dans le Ferlo (Sénégal), nous estimons que, si la régénération intégrale de la strate de savane peut s'effectuer dans cette tranche de pluviosité, le processus est certainement très lent.

Ces taches de savane intacte observées en Mauritanie du sud-est sont rares, parce qu'elles se trouvent sur des stations favorables à la culture, et qu'elles sont donc fréquemment éliminées. Leur limite précise d'extension vers le nord nous est inconnue. On note bien la pénétration d'éléments floristiques épars d'origine soudanaise (Andropogon sp., Combretum sp., Sterculia sp.) vers le nord mais les graminées vivaces mésophiles ne forment alors plus de peuplement compact. L'apparition de savanes semble ainsi liée à un seuil édapho-climatique.

#### Zone intermédiaire

Au nord de cette zone à irradiation de physionomie de savane s'étend une région à physionomies bien individualisées caractérisée par des paysages de prairies éphémères dans sa portion sud et centrale et par des prairies steppiques dans sa portion septentrionale. Au nord cette région s'étendrait jusqu'à la limite où apparaissent des nappes steppiques continues. Cette transition se produit sur plaines sableuses et sur ondulations dunaires vers 100mm (Plateau de Oualata site 61/36) ou plus au sud vers 200 mm (site 61/103, Aouker) dans les massifs dunaires à modelé accentué.

La strate herbacée forme presque toujours des tapis plus ou moins fermés mais sa production est moindre que celle de la zone plus méridionale. Son cycle végétatif est strictement lié à la pluviosité saisonnière. Tandis qu'au sud les strates herbacées sont fréquemment complètement exemptes de toute espèce graminéenne vivace (prairies éphémères à Cenchrus biflorus et/ou Aristida mutabilis et/ou Aristida stipoides), on voit apparaître dans le centre de la zone des peuplements très lâches et discontinus de graminées vivaces dont le port et la structure du limbe sont caractéristiques de graminées steppiques (Aristida pallida). À la faveur de remaniements éoliens superficiels, ces peuplements de graminées steppiques se contractent en taches distinctes de la prairie éphémère et forment des prairies steppiques ou bien des mosaïques de prairies éphémères et de steppes.

Sur sable les sols de cette zone sont essentiellement, en position bien drainée, des sols gris subdésertiques.

La zone considérée est pratiquement exempte de cultures sèches sauf en position favorisée par le drainage. C'est une zone d'élevage.

L'individualisation physionomique de la zone est indiscutable, surtout dans sa portion sud. Certaines observations permettent de mesurer l'influence importante de facteurs biotiques qui favorisent sans aucun doute au nord — même en zone steppique proprement dite — et au sud comme nous l'avons vu, l'extension des prairies éphémères, où l'invasion des tapis d'annuelles est très nette. L'individualité climacique de cette zone reste encore hypothétique, en l'absence d'observations sur la structure des tapis graminéens soustraits à l'influence des facteurs biotiques.

#### Zone steppique

Elle s'étend au nord de la zone précédemment considérée.

Comme nous le verrons plus loin, les peuplement de graminées steppiques se contractent dans les prairies steppiques sur des plages d'étendue restreinte, édaphiquement différentes. Dans la zone steppique proprement dite, ces graminées forment par contre un tapis lâche, s'étendant à toute la surface peuplée; le mode de colonisation steppique est alors diffus.

La limite sud de cette zone steppique n'est pas liée à un cap pluviométrique précis, mais se place à l'intérieur d'une tranche pluviométrique comprise entre les isohyètes 250 au sud (Aouker) et 100 au nord. Dans cette tranche, l'apparition de peuplements steppiques est liée à la présence de massifs dunaires où les accumulations sableuses sont importantes et le modelé très marqué.

Dans les régions où ces accumulations sableuses font défaut, le passage de prairies éphémères et éphémères steppiques à des steppes continues est décalé vers le nord et peut se produire vers l'isohyète 100mm seulement. Les limites entre prairies steppiques et steppes proprement dites sont cependant souvent floues. Certaines observations sur l'itinéraire méridien entre Oualata et le parallèle 18 montrent une extension de prairies éphémères vers le nord au-delà de l'isohyète 100. La physionomie panachée de ces groupements herbacés rappelle parfois celle de groupements à un stade de succession non stabilisé. Pour expliquer ces variations on peut invoquer à la fois les facteurs biotiques et édaphiques. Il est difficile de saisir toutefois leur importance relative.

Floristiquement cette limite sud des steppes est caractérisée par l'apparition de couverts diffus de Panicum turgidum. Nous n'avons pas vu de steppes à couvert pur d'Aristida pallida. La distribution géographique de cette espèce semble plus méridionale que celle du Panicum turgidum et nous trouvons cette graminée fréquemment comme élément caractéristique des prairies steppiques.

La steppe à Panicum turgidum est relayée au nord par une steppe à Aristida pungens. Les facteurs déclenchant ce passage sont comparables à ceux qui déterminent la limite sud des couverts steppiques : dès que la pluviosité tombe en-dessous de 80mm sur des sables dunaires meubles, s'installent des peuplements d'Aristida pungens.

Ainsi délimitée, l'aire d'extension des physionomies steppiques comprend aussi des strates ligneuses (arbustive et buissonnante), généralement très lâches composées d'individus de moins de 3 mètres de hauteur, mais avec un tronc souvent bien développé. Sur la bordure méridionale des steppes on trouve encore quelques espèces provenant de la zone de prairie éphémère : Commiphora africana, Acacia Senegal et Balanites aegyptiaca; mais ces espèces disparaissent presque totalement après que se sont manifestés les peuplements continus de Panicum turgidum. Plus au nord, les strates ligneuses sont composées d'Acacia Raddiana comme principale espèce accompagné de Maerua crassifolia (toutes deux rencontrées aussi sous forme buissonnante) et de Leptadenia pyrotechnica, Calligonum comosum et parfois d'Euphorbia balsamifera toujours buissonnants. Dans certains sites à édaphisme particulier on trouve de l'Acacia flava, du Calotropis procera, du Tamarix et du Salvadora persica.

On peut à peu près faire correspondre le passage des steppes mixtes herbacées ligneuses aux steppes strictement herbacées avec la limite méridionale de distribution de l'Aristida pungens. A cette limite la densité de la strate ligneuse tombe en général en-dessous d'un individu par hectare.

Cette zone steppique se distingue également des zones plus méridionales par un rythme de végétation différent, plus indépendant de la saison des pluies pour la strate graminéenne vivace que pour la strate annuelle : la durée d'activité végétative peut en effet s'étendre pour cette strate vivace bien au-delà de la saison pluvieuse. La strate annuelle (Mollugo, Tribulus, Cenchrus, Boerhaavia, Aristida mutabilis, etc.) colonise au contraire les intertouffes des graminées cespitéuses uniquement pendant la saison des pluies.

Les trois zones ainsi définies possèdent donc des seuils physionomiques que l'on peut rattacher à la distribution zonale (climatique) de la végétation psammophile qui seule a été ici considérée.

Notre expérience personnelle ne nous permettrait pas de tenter un même essai de classification zonale à partir de végétations se développant sur substrats différents ou dans des positions topographiques bénéficiant d'un apport d'eau par drainage, car nous introduirions alors des grandeurs inconnues susceptibles d'affecter de façon très sensible le bilan de ravitaillement hydrique de la végétation en question qui commande très étroitement sa distri-

bution zonale. Dans le chapitre suivant, nous discuterons un exemple de contraste phisyonomique de la végétation dû à l'édaphisme afin de montrer l'importance d'un facteur non zonal. Ces exemples pourraient être multipliés en prenant comme facteurs déterminants des variations dans le modelé, dans l'agencement du réseau de drainage ou bien en considérant l'influence locale des facteurs biotiques sur lesquels on est malheureusement trop peu renseigné.

III. Un cas particulier : le contraste entre les groupements de contact sur sable et sur argile

a) les caractères de la végétation

Au cours de la description des sites, nous avons eu maintes occasions de relever des contrastes très marqués dans la phisyonomie de groupements contigus. Ces contrastes peuvent fréquemment être ramenés à des différences de texture du substrat agissant comme suit :

substrat sableux - cas extrême : Présence d'une strate arborée, arbustive ou buissonnante et d'une strate de graminées vivaces mêlée à des annuelles.

substrat argileux - cas extrême: Dénudation complète ou bien présence d'annuelles et de buissons très épars.

Les sites décrits où ce contraste était particulièrement visible sont les suivants :

Bordure de la mare de Mahmoudo n° 61/73  
Goberni n° 61/81

Mahmoude représente le cas le plus extrême. Dans les régions ensablées, où les dépôts argileux sont absents ou bien limités aux zones d'épandage des oueds, on retrouve ces contrastes texturaux entre sables dunaires et sables battants, ces derniers étant souvent complètement dénudés bien qu'ils ne se distinguent des premiers que par une faible différence de teneur en argile + limon. Nous examinerons ici plus en détail un cas où la différence entre textures est très marquée. On observe les différences essentielles suivantes sur les deux types de substrat :

- sur sable des espèces vivaces (Aristida pallida, Panicum turgidum) à enracinement profond, qui sont totalement absents sur argile.
- des annuelles à enracinement moyen, mais à bon développement végétatif; sur argile parfois présents, mais avec un développement végétatif moindre.
- une durée d'activité végétative plus longue que celle des plantes sur argile.

Les conditions d'installation des plantules (pénétrabilité pour les racines) sont certainement diverses et l'on peut déjà observer des différences très marquées entre des stades initiaux de colonisation de surfaces argileuses et sableuses alors que les ressources hydriques de l'un et l'autre sol ne sont pas encore en cause. Dans ce qui suit, nous examinerons de plus près les conditions d'alimentation en eau pour les groupements en place.

b) considérations sur l'édaphisme du contraste sable-argile

D'une manière très générale, les argiles sont toujours chimiquement beaucoup plus riches que les sables et les différences déterminantes doivent donc être recherchées dans la dynamique de l'eau et les propriétés physiques des sols.

WALTER (1955) considérant ce problème de l'eau, pense qu'en pays aride la valeur des précipitations est si faible que seules les couches supérieures du sol sont humides et que pour une même valeur de pluviosité, l'eau pénétrant plus profondément dans le sol de moindre capacité de rétention, s'y abrite

d'autant mieux de l'évaporation directe; ainsi, les sols argileux sont les plus secs, puis les sols sableux et enfin les sols pierreux.

L'auteur présente un schéma dans lequel il suppose que la profondeur asséchée dans l'argile est plus grande que dans le sable, ce qui ajouterait du caractère aride de l'argile.

Cette interprétation est intéressante mais mérite d'être regardée de plus près.

Il est vrai qu'une égale quantité d'eau - toute question de perméabilité et de possibilité de ruissellement mise à part - mouille plus profondément un sable qu'une argile. Si on prend par exemple les deux cas concrets des profils 87B et 85A de Gobernié :

- dans une première approximation nous supposerons les profils homogènes et possédant une capacité de rétention pour l'eau respectives de 5% et 18% (estimation par défaut avec l'humidité équivalente). On peut leur attribuer des porosités respectives de 40 et 30% soit des densités apparentes de 1,6 (sable) et 1,8 (argile).

Les capacités de rétention de ces deux sols exprimées en mm de pluie par mètre de sol sont alors respectivement de 80mm et 325mm.

Une pluie de 40mm supposée pénétrer entièrement dans chacun des profils pris initialement complètement secs et, après le délai nécessaire au ressuyage et à la stabilisation du profil hydrique, amènera à leur capacité de rétention une profondeur de sol de 50cm pour 87B (sable) et de 12cm pour 85A (argile).

- par contre, le schéma de WALTER est critiquable quand il suppose que la profondeur affectée par l'évaporation est plus faible dans un sable que dans une argile. On considère au contraire que les sols sableux se dessèchent plus rapidement que les sols argileux, c'est-à-dire qu'au bout de temps de dessèchement égaux et à des profondeurs égales, les  $pF$  sont plus élevés en sol sableux, ou, que des  $pF$  de dessiccation égaux se trouvent plus profondément en sols sableux (cf. résultats des observations de CHARREAU (1961) sur deux sols du Sénégal à Bambeay en saison sèche).

Il est nécessaire de rappeler ici les résultats de CHARREAU concernant le dessèchement des sols en régions sèches (Bambeay climat sahélio-sénégalais - résultats d'une expérimentation sur une année ayant reçu 450mm de pluie) en les comparant aux données acquises en pays tempérés.

HALLAIRE (1953) étudiant le dessèchement des sols en régions tempérées, explique le débit de dessèchement par la diffusion capillaire et met en évidence qu'après une première phase d'assèchement à vitesse constante correspondant aux conditions de l'évaporation ou de l'évapotranspiration et n'intéressant que la courte période où le sol est au voisinage de la capacité de rétention; il se produit une cassure nette dans le profil hydrique à faible profondeur. Cette cassure correspond à l'apparition d'une croûte desséchée superficielle où les lois de la diffusion capillaire ne jouent plus et où la diffusion de l'eau joue alors un rôle modérateur vis-à-vis de l'évaporation qui se trouve fixée à une valeur maximum caractéristique du sol (structure, texture ...); en-dessous de la croûte les pertes en eau "per ascensum" se font par diffusion capillaire avec un débit limité à tous niveaux par les pertes en surface régularisées par la croûte. La vitesse d'assèchement diminue alors avec l'humidité du sol.

A Bambeay, sur des sols relativement très sableux (le plus lourd contient 8% d'argile), CHARREAU a trouvé que les valeurs de l'évaporation sont également en relation étroite avec le taux d'humidité du sol, mais l'allure générale du dessèchement ne correspond pas à la théorie d'HALLAIRE qui ne s'applique qu'à la toute première phase de dessèchement. La croûte régulatrice ne joue pas et il semble que la diffusion sous forme de vapeur intéresse des couches de plus en plus profondes au fur et à mesure que la dessication s'avance. En d'autres termes l'épaisseur de la croûte augmente constamment au cours de l'assèchement sans parvenir à stopper ou réduire à une valeur très faible l'évaporation. Dans les sols de Bambeay, cette progression ne semble s'arrêter que lorsque les réserves hydriques du sol

dans la couche de 0 à 2 mètres ont atteint un niveau correspondant au point de flétrissement.

- On peut toutefois reprendre le schéma d'interprétation de WALTER en considérant des profondeurs desséchées plus importantes sur sable que sur argile et en faisant le bilan des pertes d'eau, car un égal dessèchement exprimé en pF sur des couches d'égale épaisseur de sols sableux et argileux correspond à une quantité d'eau évaporée bien supérieure pour l'argile. Si nous reprenons nos deux sols de Gobernié, considérés maintenant à la capacité de rétention sur des profondeurs respectives de 50 cm et 12,5 cm, à un moment quelconque de l'assèchement, le bilan est déficitaire pour l'argile par rapport au sable lorsque, la profondeur desséchée (pF 4,2) dans le sable étant désignée par  $h$ , la profondeur correspondante dans l'argile est supérieure à :

$$h \times \frac{12,5}{50} = \frac{h}{4}$$

On peut dire que la quantité d'eau évaporée par unité de temps dans l'argile est selon toute vraisemblance toujours supérieure à celle évaporée dans un sable.

Si le rapport réel des profondeurs desséchées est nettement plus grand que le rapport 1/4 (1/2 par exemple), ceci peut expliquer que les argiles se comportent comme un milieu plus aride que le sable, même lorsqu'elles reçoivent des apports supplémentaires d'eau du fait de leur position basse comme c'est souvent le cas.

- On a considéré ici un apport d'eau isolé sur sol sec et il faut maintenant essayer de voir le phénomène dans son cadre naturel. On a peu de données précises sur l'importance et surtout sur la répartition des chutes de pluies, d'ailleurs très variables d'année en année; le nombre de jours de pluie est une donnée peu significative. Toutefois en s'en tenant au simple cas général, on sait que les possibilités de ruissellement sont très réduites sur sables et au contraire plus fortes sur matériau argileux moins perméable. Chaque fois que de l'eau en excès ne pénètre pas sur une argile, ou bien elle ruisselle en raison de la pente, ou bien, dans le cas contraire, elle va stagner sur le sol et s'évaporer très rapidement. Dans les deux éventualités, le bilan est déficitaire pour l'argile.

Le phénomène ne joue pas uniquement à l'échelle d'une tornade mais peut également jouer avec des apports espacés :

- reprenons notre cas des deux sols de Gobernié; nous les supposons ressuyés, la capacité de rétention étant atteinte sur de grandes profondeurs.

- un cube d'un mètre de côté en sol sableux se trouvant à capacité de rétention est supposé avoir une porosité totale de 40%, offre un volume lacunaire de  $400 \text{ dm}^3$  (porosité totale) -  $80 \text{ dm}^3$  (microporosité occupée par l'eau présente) =  $320 \text{ dm}^3$  (macroporosité de 32%). La pluie de 20mm va pénétrer en amenant à saturation une épaisseur de sol de  $20/320 \text{ dm}^3 = 6,2 \text{ cm}$ .
- au contraire pour l'argile considérée dans les mêmes conditions, où on suppose la porosité totale de 30%, la microporosité est de 32,5% et le calcul donnerait une valeur négative pour la macroporosité. Ceci signifie que le sol est compact et totalement asphyxié; l'argile a gonflé. Le volume lacunaire offert à la pénétration de la pluie est nul et la pluie va stagner ou ruisseller.

Le mécanisme présenté ici pour des raisons de simplification dans le cas où les deux sols se trouvent uniformément à la capacité de rétention - cas théorique car l'évaporation joue en surface avant que l'équilibre du profil hydrique soit atteint en profondeur - joue par degrés aussi longtemps que lors d'une pluie, la quantité d'eau évaporée n'est pas capable d'absorber la totalité de cette pluie avant que la macroporosité ne s'annule.

- Les phénomènes de compacité et de gonflement des argiles s'accompagnent en général de l'apparition de fentes de retrait. Tant qu'un certain stade de gonflement n'est pas atteint, ces discontinuités sont évidemment favorables

à la pénétration de l'eau dans le sol. Réciproquement, au cours du dessèchement, lorsque les fentes de retrait jouent, l'évaporation s'en trouve augmentée.

- Les phénomènes de compacité n'ont pas une importance réduite aux seules considérations de dynamique de l'eau. Ils constituent un caractère défavorable à l'installation des racines.

Les observations montrent en effet dans le sable une très profonde pénétration des racines avec un chevelu radiculaire pénétrant bien la masse. S'il est normal que la pénétration des racines soit moins profonde en sol argileux, puisqu'elle ne peut dépasser le front de pénétration de l'humidité, on observe pourtant fréquemment des horizons profonds très compacts, même fortement humides peu ou pas pénétrés par les racines; et dans les horizons grossièrement fragmentés, les fines racines se plaquent surtout à la surface des agrégats. Toutes ces observations tendent à montrer que les propriétés physiques des argiles conduisent à une mauvaise utilisation de l'eau par les racines. De même les phénomènes de gonflement et retraits semblent pouvoir conduire à des lésions des jeunes radicelles, défavorables au bon développement des plantes.

#### Les dispositions de végétation en plage

- Ces dispositions se présentent fréquemment sur les zones à recouvrement hétérogène tels que les placages sableux peu épais et discontinus sur Continental Intercalaire à texture plus fine souvent graveleuse. On est alors tenté de voir ces dispositions comme un cas particulier du contraste entre textures considéré ci-dessus.  
Ces placages permettent de constater que des recouvrements sableux peu épais sont suffisants pour constituer un milieu favorable au développement de la végétation vivace; ce qui semble indiquer l'importance des premiers stades de développement des plantes. Il est vrai également que dans la plupart des cas la variation verticale de texture, bien que souvent brutale est moins importante que la variation latérale observée dans des sites comme Gobernié.
- Mais d'autres observations montrent que la même disposition en plages peut exister sur des matériaux ne présentant pas de différence notable de texture. Les zones couvertes forment des buttes ou des plages surélevées par rapport aux zones dénudées marquées par des signes d'érosion pluviale et de ruissellement; le sol y est toujours plus tassé et moins poreux, c'est à dire moins pénétrable à l'eau et aux racines. La texture peut encore jouer ici un grand rôle et en particulier les fractions sables très fins et limons ont sans doute une grosse importance dans ces phénomènes de tassement et de battance. Nos fractionnements granulométriques insuffisamment serrés n'ont pas permis d'aborder ce problème qui reste une hypothèse de travail.
- Dans tous ces cas de disposition discontinue, les phénomènes d'érosion hydrique jouent un rôle capital. La part respective des apports et des exportations, de même que le rôle du vent dans les remaniements, sont parfois difficiles à définir.
- Dans des conditions de sites particulières, les mêmes mécanismes peuvent également amener à des dispositions très originales de la végétation comme la brousse tigrée.
- En conclusion on constate toujours que les plantes se développent dans les endroits qui cesseraient de leur être favorables si elles disparaissaient; en d'autres termes dans toutes ces zones sèches, la végétation appelle la végétation. Des germinations isolées donnant des plantes adultes au gré de conditions accidentnelles favorables, ou des accumulations de sable sur des obstacles de toutes sortes peuvent ainsi être le point de départ de plages de végétation sur des zones dénudées. Les cas des rehboud et nebkas en sont des exemples déjà examinés.

QUATRIEME PARTIE

ANNEXES

ANNEXE A

I. CLASSIFICATION DES SOLS ET TERMINOLOGIE

Classification des sols : La classification adoptée est celle présentée par AUBERT et DUCHAUFOUR en 1956, remise à jour par AUBERT en 1958 et précisée par MAIGNIEN en 1959 en ce qui concerne les sols steppiques des régions tropicales.

C'est une classification génétique, dont nous rappelerons rapidement le cadre ici en nous limitant aux classes auxquelles se rattachent les sols décrits dans ce rapport:

CLASSE	SOUS-CLASSE	GROUPE	SOUS-GROUPE
Sols minéraux bruts profil (A)C	climatiques	sols du désert	- sols d'ablation (regs) - sols d'apport (regs, barkhanes, dunes) - sols en chaussée
Sols polygonaux et réticulés arctiques (pour mémoire)			
	non climatiques	Sols bruts d'apport	-sols maritimes non hydromorphes -sols fluviatiles -sols colluviaux -sols éoliens
		Sols d'érosion	- Régosols - Lithosols
Sols jeunes peu évolutés et RANKERS profil AC.	climatiques	Sols de toundra } pour mémoire Rankers alpins }	
	non climatiques	Sols gris (et rouges) subdésertiques	
		Sols peu évolutés d'apport	- bien drainés - mal drainés
		Rankers d'érosion sols biogènes	- Rankers lithosoliques - Rankers régosoliques

<u>Sols steppiques isohumiques</u> <u>profil AC ou A(B) C</u>	Sols steppiques à profil saturé	chernozems	
		Sols châtais et châtain-rouge	
		Sols subarides tropicaux(MAIGNIEN)	-sols bruns -sols brun-rouge
	Sols steppiques à profil désaturé		
<u>Sols halomorphes</u>	Sols à profil non différencié	sols salins	
	Sols à profil différencié	sols à alcalis	- peu salés - très salés
	A(B)C ou A B C	Solonetz	
		Solods	
<u>Sols hydromorphes</u>	Hydromorphie totale - pour mémoire		
	Hydromorphie partielle de surface	sols noirs hydromorphes	-d'origine topographique -d'origine pétrographique
		sols à pseudogley de surface	
	hydromorphie partielle de profondeur	sols à pseudogley	- à taches et concrétiions - à amas et nodules calcaires - à carapace ou cuirasse - à croûte calcaire ou gypseuse
			- à taches et concrétiions - à amas et nodules calc. - à carapace ou cuirasse - à croûte gypseuse
	Hydromorphie de profondeur et mouvement oblique de la nappe		

Les termes de vertisols et sols similaires seront employés de préférence à celui de sols noirs hydromorphes ou de sols d'argiles foncées tropicales, conformément aux définitions du groupe d'étude CCTA/CSA (projet conjoint n°11 Paris 18-21 sept 1961), en distinguant :

- vertisols, sensu lato, lithomorphes - à drainage interne mauvais, mais drainage externe souvent bon.
- vertisols, sensu lato, des dépressions topographiques - à drainage interne et externe déficients.

#### Description des profils pédologiques

- Les couleurs ont été déterminées sur terre fine à l'aide du code Munsell, d'une part sur terre fine sèche et d'autre part, humide. Les références au code sont données dans la fiche de résultats analytiques et la désignation de la couleur donnée dans la description est celle correspondant à la terre fine sèche, même lorsque le profil est signalé avoir été observé humide.
- La nomenclature des textures a été vérifiée en laboratoire d'après les résultats de l'analyse granulométrique et le triangle des textures (qui sera publié dans le rapport sur le Mali oriental).
- La classification des structures utilisée est celle d'HENIN (1960). Lorsque le sol se présente comme une masse non fragmentée, les éléments obtenus sont le choc du marteau sont décrits de la même manière que des agrégats mais avec les termes de débits ou d'éclats. Outre la forme et la dimension des éléments structuraux, leur cohésion est évaluée empiriquement sur le terrain suivant des qualificatifs allant de très faible à très forte.

#### II. METHODES ANALYTIQUES UTILISEES POUR LES ANALYSES DE SOL

- Matière organique = déduite du Carbone (coeff : 1,73).
- Granulométrie = pipette Robinson, dispersion à l'hexamétaphosphate de Na.
- Caractéristiques hydriques = pF 3,0 : centrifugation à 1000g pendant 45 minutes (Briggs et Lane)  
= pF 4,2 : presse à membrane - pression 15,8 kg/cm<sup>2</sup>.
- Carbone = WALKLEY et BLACK : titrage par retour au permanganate.
- Azote = Méthode de KJELDAHL, titrage direct par l'acide sulfurique; blocage de l'ammoniaque par l'acide borique.
- Humus = extraction au fluorure de Na.
- Complexe absorbant = déplacement par l'acétate d'ammonium; reprise par HCl après élimination éventuelle des hydroxydes et de la silice.  
Dosage complexométrique de Ca et Ca+Mg; dosage par photométrie de flamme de K et Na.  
Saturation du complexe par les ions NH<sub>4</sub>; enlèvement des ions en excès par l'alcool; déplacement par une solution de ClNa - Mesure de T par distillation de NH<sub>4</sub>OH.
- pH = électrode de verre (pH mètre Radiometer); mesures sur pâte de sol à saturation ou dans une suspension 1/2,5.
- Conductivité = Pont de mesure de résistance et cuve jaugée CHAUVIN ARNOUX.
- Test de salinité = sur l'extrait acqueux I/5 - Résultats exprimés suivant une échelle d'estimation à 4 degrés = 0 - 1 - 2 - 3 -
- Calcaire total = Calcimètre BERNARD.
- P2O<sub>5</sub> total = extraction à l'acide nitrique concentré; dosage volumétrique après précipitation sous forme de phosphomolydate.

Sols salés

- Extraction de la solution du sol au point de saturation. Celui-ci correspond à peu près au pH 0 et se définit suivant les critères de Riverside : addition d'eau au sol jusqu'à ce que celui-ci se détache sous son propre poids de la spatule métallique.  
La solution du sol est ensuite analysée comme une eau.
- CO<sub>3</sub> : acidimétrie en présence de phénolphthaleine.
- CO<sub>3</sub>H : acidimétrie en présence de méthyl orange.
- Cl<sup>-</sup> : précipitation sous forme de AgCl avec AgNO<sub>3</sub> en présence de chromate de potassium.
- SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : dosage complexométrique d'un excès de Ba<sup>2+</sup>.
- Ca et Mg : dosage complexométrique.
- K et Na<sup>+</sup> : photométrie de flamme.
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : colorimétrie - bleu de molybdène
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : colorimétrie du nitrophénol disulfonate d'ammonium.

Les concentrations des différents éléments sont exprimés en meq/l de la solution du sol. La transformation a été faite en meq/100g de terre fine pour les cations solubles, à partir de la valeur de l'humidité à saturation.

III. ECHELLE DE SALINITE DES SOLS UTILISEE

- L'échelle proposée par DURAND pour les sols d'Algérie (1958) a été retenue; elle est d'ailleurs très proche de l'échelle Riverside comme le montre le tableau suivant.

Conductivité 25°C de l'extrait saturé en micromhos	Non Salin	légèrement salin	Salin	Très Salin	Excessivement salin
DURAND	1750	3500	7000	14000	
RIVERSIDE	2000	4000	8000	16000	

- Pour la définition des sols à alcalis, on a utilisé le critère analytique simple de  $\frac{Na}{T} \times 100 = 15\%$ .

IV. DETERMINATIONS DIVERSES

a) Détermination de l'humidité (pour plantes et sols)

L'échantillon est prélevé dans une boîte de 125cc qui est immédiatement scellée à l'aide de ruban adhésif. La dessiccation est effectuée ultérieurement dans une étuve transportable (à 105°C).

b) Détermination des positions géographiques

Elles sont faites avec la plus grande précision possible soit par navigation estimée à partir de points connus (cap et kilométrage) dans les régions couvertes par la carte au 1:200'000ème IGN, ou bien, lorsque les points de repère sont mal marqués sur le terrain ou qu'une trame astronomique

reportée sur un fond au 1:200'000ème fait défaut, par points astronomiques expédiés (soleil lors de son passage au méridien, polaire ou droites de hauteur sur plusieurs étoiles). L'emplacement de ces points est choisi dans la plupart des cas de telle sorte qu'ils constituent sur la photo aérienne un repère ponctuel.

Nous possédions pour tout le périmètre soit d'esquisses non redressées, soit d'assemblages de la couverture aérienne réduits approximativement au 1:200'000ème. La densité des points de repère était suffisante pour nous permettre d'indiquer dans la majorité des cas les coordonnées des sites avec la précision d'une minute sextant (1,8 km environ). Nous préférions dans tous les cas indiquer une position par des coordonnées géographiques inéquivoques plutôt que par un nom de lieu qui, s'il n'est pas mal transcrit, ne figure presque jamais sur une carte quelque peu précise.

c) Identifications botaniques

Elles ont toutes été faites à Dakar par M. J. ADAM, botaniste à l'IFAN, exception faite de rares déterminations effectuées sur place par nous-mêmes et de confirmations ou corrections obtenues par d'autres botanistes.

Nous saissons l'occasion qui nous est offerte ici pour remercier très vivement M. ADAM de son précieux travail.

d) Détermination de la production de la végétation par coupes

Ces coupes sont faites dans les strates herbacées sur 4 ou 25 m<sup>2</sup> (suivant la densité de la strate) au moment du développement saisonnier maximum de ces strates (après la floraison, mais avant la dessiccation complète). Les strates annuelles sont coupées au ras du sol, les strates vivaces à faible hauteur (inférieure à 10 cm).

Pour que les résultats soient concluants, l'emploi de ces coupes a été limité à des groupements physionomiquement bien définis.

V. PHOTOGRAPHIE AERIENNE A BASSE ALTITUDE

Il s'agit d'une technique assez complexe et présentant encore certaines difficultés d'emploi en région sahélienne et saharienne. Elle fera ultérieurement l'objet d'une étude séparée. Les photos sont quasi verticales (le défaut de verticalité de l'axe optique provoque des distorsions qui peuvent être négligées dans la plupart des cas).

Les films obtenus sont développés et copiés in situ, ce qui permet l'identification sur la photo des espèces et groupes d'espèces présents.

Cette méthode s'est révélée particulièrement utile pour étudier certains modes de distribution de la végétation qui sont en étroite association avec la morphologie du terrain. Il avait été prévu de l'employer en particulier pour examiner la micro-distribution des sauterelles dans un lieu de ponte, mais, faute de sauterelles, ce projet ne put être réalisé.

VI. NOTE SUR LES POINTS ASTRONOMIQUES EXPEDIES

Les coordonnées millimétriques indiquées dans la liste des points astronomiques ont pour origine le coin SE de la photo, matérialisé par l'intersection (qui sur les clichés IGN est tronquée) de ses bords est et sud. Les points de la photo ont alors tous en ordonnées une coordonnée N et en abscisse, une coordonnée W.

Les points figurant dans la liste précédente ont été déterminés à partir de 4 droites de hauteurs d'astres se trouvant chacun dans un quart de quadran. La latitude indiquée est la moyenne arithmétique entre la latitude obtenue par les droites et celle obtenue par 4 visées sur la polaire. L'heure a été prise à la radio.

Afin d'estimer l'erreur de nos déterminations, nous avons effectué quelques points de contrôle sur des bornes de référence de l'IGN et avons comparé nos valeurs à celles obtenues par les géographes. Les résultats de ces contrôles sont les suivants :

N° du point	Localité	Valeurs calculées par nous		Déviation de ces valeurs par rapport à celles de l'IGN	
		Lat. N	Long. W	Lat.	Long.
13	Tijigja(poste militaire)	18°33'10"	11°25'10"W	0'10"S	0'45"E
14	Aïoun el Atrouss fort	16°39'33"	9°36'26"W	0'1"N	0'2"E
15	El Beyed	16°56'02"	10°05'00"W	0'4"S	0'25"E
25	Dakar terrasse IGN	14°43'12"	17°26'06"W	0'5"S	0'13"E

Par rapport à l'erreur instrumentale et à l'erreur de lecture du théodolite employé ( $\pm 10''$ ), l'erreur indiquée sur les déterminations de latitude apparaît faible. Les déterminations de longitude sont par contre entachées d'une erreur systématique Est qui est de l'ordre de 20 à 30" d'arc.

En d'autres termes, on peut estimer que le point vrai se trouve à l'intérieur d'une bande large de 150 m au N et au S de la valeur indiquée par le point expédié et qui s'étend sur une distance d'au moins 1 Km à l'ouest de celle-ci.

Outre l'importance que revêtaient ces déterminations astronomiques pour la localisation précise de certains sites d'observation (voir plus haut), nous avons voulu en tester l'emploi pour examiner la possibilité de les recommander aux services acridiens intéressés afin d'améliorer les localisations qui sont souvent encore fort imprécises.

Pour les besoins de la lutte ces déterminations sont évidemment sans intérêt. Elles peuvent toutefois, dans une étude précise de la distribution écologique des populations acridiennes, constituer dans certains cas un auxiliaire précieux. Les déterminations de latitude (sur la polaire ou sur le soleil lors de son passage au méridien) qui sont très rapides (avec de l'entraînement, l'obtention du résultat final peut demander moins d'une demi-heure) pourraient en particulier être appliquées plus généralement. Les déterminations de longitude par droites de hauteur sont à notre avis trop laborieuses pour être recommandées. Nous n'avons pas examiné en détail la possibilité de faire appel à des méthodes plus rapides, mais nécessairement moins précises (passage d'astres au méridien).

Ces déterminations deviennent évidemment d'un intérêt secondaire lorsque l'on doit travailler dans des régions où les points de repère sur le terrain sont nombreux et où ils sont portés de façon précise sur des cartes à grande échelle.

#### Instruments employés

Théodolite Wild T1-A n° 66711

Chronomètre garde-temps (type monte-torpilleur)

Récepteur AN-GRC/9 (prise d'heure sur WWV et Nauen immédiatement avant et après les pointés)

#### Ouvrages consultés et documents utilisés :

IGN : Carte du ciel (hémisphère N et S), Paris 1950

IGN : Aide-mémoire d'astronomie (S. Carré, ing. géographe)

IGN : Déterminations astronomiques en campagne (M. DUHAMEL, ing. géographe)

Bureau des longitudes : Ephémérides nautiques pour l'an 1961  
Hydrographic department, Admiralty : Tables of computed altitude and azimuth, London 1952.

VII. GLOSSAIRE DES TERMES INDIGENES UTILISES

AKLE = massif compact de dunes vives (pas obligatoirement de sable totalement mouvant), souvent escarpées - Idée de parcours difficile.  
BATHA= lit sablonneux d'oued.  
BATEN= dépression en roche tendre au pied d'une cuesta.  
DAYA = accident d'écoulement sur le cours d'un oued déterminant une zone d'épandage et d'inondation; sorte de varice sur le cours de l'oued.  
DHAR = cuesta, falaise de roches dures.  
GRARA(plur. graîr) = cuvette remplie par les eaux de crues d'un oued et pouvant être cultivée.  
GUELB (plur. eglab) = piton rocheux isolé.  
NEBKA = butte de sable (ou de limon) formée au pied d'un végétal.  
OUED = cours d'eau.  
REHBA (plur. rehboud) = accumulation de sable de petite taille au pied d'une plante (la rehba est de plus petite dimension que la nebka).  
PLAYA = dépression fermée non salée (infiltration).  
SEBKHA= dépression fermée à fond salé (évaporation).  
TAYARET = couloir entre les dunes; vallée.

VIII. NOTICE SUR LA FEUILLE AU 1:200'000ème DE TICHIT

Il n'existe à notre connaissance encore aucun fond topographique au 1:200'000 (excepté des cartes spéciales non accessibles au public) de toute la falaise entre la passe de KERKED ( $18^{\circ}0'N$ ,  $11^{\circ}30'W$ ) et OUALATA. Cette lacune a pu être comblée au cours de nos prospections en utilisant des assemblages de photos aériennes, réduits à l'échelle approximative de 1:200'000 exécutés par les escadrilles de l'IGN. Ces documents rendent le relief et le modélisé dunaire de façon surprenante, mais la région étant découpée par un trop grand nombre de photos dont les bords masquent la topographie sur une proportion trop élevée de surface, ils sont assez peu pratiques sur le terrain.

En raison de l'importance pour l'étude de la biologie acridienne de la région des Dahrs et de la nécessité d'une détection précise des populations observées, nous avons décidé de transposer pour un degré carré (Tichit) les renseignements contenus dans cet assemblage et la photo aérienne. On trouvera la carte ainsi constituée en annexe de ce rapport.

Pour établir ce fond, il a été procédé empiriquement comme suit :

- 1) Les positions des points astronomiques (détectées sur la photo au 1:50'000ème) ont été reportés sur l'assemblage photographié en estimant que le rapport entre les échelles était de 1 à 4.
- 2) Les positions des points astronomiques (P.A. n° 8, 9, 10 et 11) ont été également reportées sur un fond de l'IGN au 1:200'000 appartenant à la même tranche de latitude et comportant un réseau de coordonnées géographiques précises. Avec Tichit pour sommet commun (P.A. n° 8) trois triangles furent ainsi formés dont la longueur des côtés fut déterminée graphiquement.
- 3) Par comparaison des distances mesurées sur le fond IGN et sur l'assemblage, l'échelle moyenne de l'assemblage photographié fut estimée à 1:190'000.
- 4) Un réseau de coordonnées géographiques fut tracé sur un calque à cette échelle (par réduction proportionnelle du réseau IGN au 1:200'000 à l'échelle du 1:190'000) et ce réseau fut surimposé à l'assemblage en cherchant à faire correspondre au mieux les positions des points astronomiques préalablement reportées sur ce calque avec celles qui furent placées sur l'assemblage, ce qui nous amena à modifier légèrement la position du Tawkest\* qui était aberrante sur l'assemblage.

\*sur ce fond la graphie des noms maures a été rapprochée de celle qu'a employée MONOD dans la Majâbat-al Koubrâ.

- 5) Les éléments cartographiés ont été interprétés sur la photo au 1:50'000ème d'après la correspondance entre relevés sur le terrain et nature des trames figurant sur la photo et reportés sur calque d'après l'assemblage au 1:190'000ème à l'échelle de cet assemblage.
- 6) Ce calque a été finalement légèrement réduit à l'échelle standard du 1:200'000ème.

Le document ainsi obtenu indique des positions géographiques à la précision qui est celle des déterminations astronomiques uniquement dans le voisinage immédiat de ces points.\* Plus on s'en écarte en direction de la périphérie de la coupure, plus les écarts entre positions réelles et positions cartographiées sont susceptibles d'être importants.

Dans les zones à relief, la forme des contours indiquée devrait permettre ultérieurement, lorsque l'IGN publiera un document définitif, d'établir les correspondances de position nécessaires.

#### IX. LES RELEVES BOTANIQUES ET LEUR CLASSIFICATION; TERMINOLOGIE PHYSIONOMIQUE ADOPTÉE

Les relevés ont été effectués au cours de travaux de reconnaissance non à des fins d'inventaire floristique, mais pour classer la végétation suivant la diversité de ses caractères phisyonomiques. Les critères usuels sur lesquels se fondent les inventaires phytosociologiques ont dû être appliqués avec beaucoup de souplesse. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des méthodes d'analyse de la végétation applicables à notre échelle de travail ce qui pourrait ouvrir une discussion assez étendue dépassant le cadre de ce rapport\*\*, mais nous bornerons à fournir quelques indications essentielles pour la compréhension de ce qui précède.

Les sites ont été choisis le long d'itinéraires établis en direction méridienne dans des points présentant d'une façon particulièrement bien marquée des caractères morphologiques représentatifs d'un ensemble physiographique donné, caractéristique de la région où l'itinéraire a été placé.

Exemple : complexe plateau-falaise-baten-massif dunaire (Néma, Oualata, etc) séquence topographique sur une dune : crête, flanc dunaire, fond dunaire (Aouker).

Chaque relevé est effectué dans une seule unité morphologique en un point où la texture superficielle du sol est représentative de cette unité\*\*\*.

Lorsque la morphologie locale n'est pas suffisamment structurée pour permettre d'isoler des unités distinctes, seules les caractéristiques de texture superficielle du ou des sols présents sont prises en considération. Si ce dernier caractère est à son tour suffisamment uniformes (plaines sableuses!), l'aire du relevé est délimitée en fonction de la densité de la végétation présente; elle sera d'autant plus grande que cette densité sera moindre. Le relevé comporte une liste des espèces courantes présentes dans l'aire ainsi délimitée et non un inventaire floristique exhaustif.

Ces espèces sont classées par strates suivant certains caractères :  
leur degré de lignification  
leur port  
leur hauteur  
leur cycle végétatif

Une brève clef de ces caractères a été portée dans la fiche de relevé commentée ci-jointe.

\* prière de se reporter à la notice sur les points, page 246.

\*\* se reporter pour cela aux rapports d'exécution et au rapport d'ensemble.

\*\*\* à ce stade de travail nous ne faisons donc pas appel à des critères floristiques pour délimiter la surface du relevé.

On s'étonnera peut-être de trouver l'absence d'une annotation quelconque sur l'abondance et la dominance des espèces dans les relevés. Cette lacune a été comblée dans certains cas par des données quantitatives obtenues à partir de fauchages sélectifs des espèces ou par des déterminations de densité ou de recouvrement sur photographie aérienne à basse altitude. Nous avons constaté qu'en l'absence de telles mesures, les annotations chiffrées reposant sur des évaluations (échelle de 1 à 5 par exemple) étaient dénués de toute signification précise dès que l'on devait travailler dans un territoire quelque peu étendu comportant des végétations de structure et de densité très diverses.

En l'absence de toute grandeur de référence obtenue par mesure, il est à notre avis préférable en effet de renoncer à des annotations chiffrées de grandeurs beaucoup trop variables et disparates dans la station et entre stations pour donner autre chose qu'un illusoire, et parfois spéculatif, classement quantitatif. Lorsque se présentent des caractères phisonomiques indiscutables, nous les saissons sous forme de notes telles que : parties aériennes jointives, plages de sol nu visibles entre les plages de végétation, un seul individu, etc.

En haut à droite des fiches de relevé, on trouvera l'attribution d'un type phisonomique à chaque relevé. Dans ce qui suit nous indiquerons brièvement les bases de la classification phisonomique employée ce que nous ferons plus en détail ailleurs (voir rapport contenant les conclusions générales).

Une des caractéristiques de la végétation de la zone étudiée est de réunir dans une station donnée en proportion très variable des strates herbacées et ligneuses. La difficulté majeure à laquelle se heurte tout essai de classification consiste à évaluer la part respective de chaque strate dans ces formations. Afin de classer les paysages végétaux qui résultent de cette fusion de strates nous avons estimé qu'il était désirable :

1. de définir un certain nombre de strates élémentaires caractéristiques des formations présentes dans la station considérée
2. de classer les types de paysages végétaux à partir de combinaisons entre plusieurs strates en définissant chaque combinaison par des critères quantitatifs.

Les éléments de classifications proposés ci-après sont issus des observations faites sur le terrain à partir de la latitude 15° jusqu'au Tropique du Cancer comprenant les itinéraires de prospection effectués du Mali oriental jusqu'à la côte atlantique. Afin de chercher à utiliser dans la mesure du possible une nomenclature connue, il a été tenu compte du système de classification proposé à Yangambi par un groupe de phytogéographes réunis à cet effet\*.

Pour établir les éléments de cette classification, deux considérations nous ont guidés :

1. Dans la tranche de latitude considérée, sur des substrats qui en raison de leurs caractéristiques d'alimentation en eau des plantes, sont écologiquement comparables, la zonalité climatique réduite à son expression essentielle - le gradient des pluies - se traduit par une même zonation de groupes floristiques et de types phisonomiques qui est aisément reconnaissable. Il y a interdépendance partielle entre la zonalité floristique et la zonalité phisonomique.
2. Les strates herbacées présentent des caractères phisonomiques et structuraux plus aisément différenciables que ceux des strates ligneuses. Sur le terrain, ces caractères des strates herbacées sont contenus dans des limites climatiques plus étroites que ceux des strates ligneuses. Ainsi la concordance entre la distribution des strates herbacées et celle des zones climatiques (et particulièrement pluviométriques) semble plus nette que pour les strates ligneuses.
3. Les strates herbacées et ligneuses sont en faible concurrence.

\* C.S.A. Phytogéographie, publication n° 53, Yangambi 1956

Ces considérations nous ont donc amené :

1°) à rechercher des séries de types phisonomiques à partir de la diversification due à la zonalité climatique.

2°) à classer les paysages végétaux à partir des caractéristiques de leurs strates herbacées.

3°) à choisir des caractéristiques des strates herbacées qui ne soient normalement pas transgressives d'une zone climatique à une autre ce qui nous a décidé à adopter comme critère de classement des caractéristiques physionomiques et structurales du tapis graminéen qui, de surcroit, forme, presque sans exception, la masse la plus considérable des strates herbacées. L'absence d'une strate graminéenne étant bien entendu aussi considérée comme caractéristique.

Les strates élémentaires caractéristiques que nous avons adoptées sont les suivantes :

Caractères des strates herbacées élémentaires	type de strate :	à l'état isolé cette strate donne comme paysage végétal :
Présence de graminées vivaces, à feuilles souples larges (25mm) basales et caulinaires. Au moment de la floraison, hauteur supérieure à 1 m.	strate de savane	une savane herbeuse
Présence d'espèces se comportant uniquement en annuelles, rarement lignifiées. Hauteur quelconque.	Strate prairiale éphémère ou fugace	une prairie éphémère ou fugace
Présence de graminées annuelles ou vivaces à feuilles souples étroites. Au moment de la floraison, hauteur inférieure à 50 cm.	Strate prairiale	une prairie vraie ou un gazon
Présence de graminées vivaces à feuilles coriaces, parfois piquantes, essentiellement basales.. Au moment du développement maximum, hauteur 80 cm.	Strate steppique	une steppe herbeuse
Composition et caractères des strates ligneuses élémentaires:	Dénomination de la strate :	A l'état isolé cette strate donne comme paysage végétal :
Présence d'individus arborés; un seul fût d'une hauteur, avec la couronne, d'au moins 5 m.	Strate arborée	une forêt

Présence d'individus arbustifs ; un seul fût individualisé jusqu'à 1 m de hauteur au moins. Hauteur totale avec la couronne de 2 à 5 m environ.	Strate arbustive	un bois
Présence d'individus estimés vivaces, avec parties aériennes en majorité lignifiées multicaules prostrés ou érigés.	Strate buissonnante	une buissonnaie

Dans les régions prospectées, zone de transition par excellence, ces strates sont rarement présentes à l'état isolé, mais sont amalgamées de façon plus ou moins complexe. Afin de classer avec quelque certitude les paysages qui résultent de cette fusion, il est nécessaire d'avoir recours à des appréciations sur la densité et le recouvrement de ces strates et sur leur mode de distribution. Ainsi lorsqu'une strate herbacée élémentaire est absente ou que son développement est moindre que celui de la strate ligneuse (critère : recouvrement ou densité inférieurs) nous classerons le type de végétation d'après la nature de la strate ligneuse.

Nous proposons la classification suivante :

- (Nomenclature et clef adoptées pour les relevés effectués en période humide)
- A. strates herbacées totalement absentes ou bien présentes, mais avec un recouvrement des surfaces occupées inférieur à celui de la projection des couronnes des strates ligneuses : végétations ligneuses.
  - B. strates herbacées occupant des surfaces supérieures à celles du recouvrement des couronnes d'éléments ligneux : végétations herbacées ou mixtes herbacées ligneuses.
  - C. absence de toute trace de végétation - désert végétal

#### A. Végétations ligneuses

- couronnes la plupart jointives : types fermés
- couronnes la plupart non jointives : types ouverts

##### Types fermés

monostrate : forêt, bois, buissonnaie fermés

pluristrate: halliers, fourrés

##### Types ouverts

monostrate : strate arborée uniquement forêt très claire

" arbustive "	bois clair ou très clair
" buissonnante "	buissonnaie claire ou très claire

pluristrate: aucun type connu

#### B. Végétations herbacées et mixtes herbacées-ligneuses

- Eléments ligneux absents ou présents mais dans ce cas à raison de moins d'un individu/ha\* : types herbacés
- Eléments ligneux présents à raison de plus d'un individu/ha : types mixtes herbacés-ligneux.

##### Types herbacés

Nous distinguerons :

- une seule ou plusieurs strates herbacées représentées, mais dans ce dernier cas le mode de distribution de toutes ces strates est diffus et

\* limite estimée de densité proposée entre les steppes arbustives et steppes herbeuses qui serait située environ sur l'isohyète de 80 mm.

aucune des strates n'est liée à des conditions écologiques (topographie, texture des sols) apparentes. Le type observé prend le nom de la strate caractéristique présente ou en cas de présence de plusieurs strates diffuses, de celle qui forme la masse la plus abondante observée lors de la floraison des graminées.\*

- plusieurs strates caractéristiques présentes; l'une d'entre elles contractée (en général dans des conditions écologiques particulières); seul type de ce genre reconnu : prairie éphémère steppique.
- plusieurs strates caractéristiques présentes, mais en mélanges anarchiques sans qu'aucun mode de distribution des éléments de ces strates ne s'impose : types panachés divers.

Suivant que ces types élémentaires sont dotés d'une ou de plusieurs strates ligneuses nous leur attribuons le qualificatif arboré, arbustif ou buissonnant. Dans le cas où plusieurs strates ligneuses sont présentes, on attribuera le qualificatif correspondant à la strate dont le recouvrement relatif est supérieur. Comme dans de nombreux cas ce caractère n'a pas été reconnus, nous lions simplement les qualificatifs des strates présentes (ex. arboré-buissonnant)

Ce schéma de nomenclature simplifié a permis de classer grossièrement tous les types phisyonomiques rencontrés dans la région considérée.

---

\* la présence simultanée de strates diffuses steppique et de savane est exclue par l'observation.

Fiche de relevé commentée

Numéro du site d'observation

STRATES HERBACEES

Prostrée	Inférieure	Moyenne	Supérieure
0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	Sup. à 1 m.

Caractère général des strates herbacées:	Lignification extérieurement inapparente ou n'affectant que la portion basale des parties aériennes
--	---

Signification des signes précédant la liste d'espèces dans chaque strate:

a = annuelle et annuelle présumée

v? = vivace présumée

v = vivace

Les plantules des espèces reconnues vivaces sont présentées comme vivaces présumées

STRATES LIGNEUSES

Prostrée	Buissonnante	Arbustive	Arborée
Inf. à 25 cm	Sup. à 25 cm	2-5 m	Sup. à 5 m

Caractère général: lignification extérieure apparente affectant toutes les parties des strates ligneuses aériennes.

Rameaux ligneux n'excédant pas 25 cm de hauteur.	Multicaule dès la base ou à une hauteur inférieure à un demi mètre; hauteur totale non limitée.	Un seul tronc dégagé sur au moins un demi mètre de hauteur.
--	---	---

ANNEXE B

I. LISTE DES PLANTES DETERMINEES  
AU COURS DES MISSIONS DE PROSPECTION EFFECTUEES  
DANS LA REGION COUVERTE PAR LE PRESENT RAPPORT\*

(déterminations par J. ADAM, A. NAEGELE et Ch. ROSSETTI)

Flores utilisées :

ANDREWS, F.W.	The flowering plants of the Anglo-Egyptian Sudan,	1952
HUTCHINSON, J.	Dalziel, J.M. Flora of West tropical Africa,	1958
OZENDA, P.	Flore du Sahara Septentrional et Central,	1958
AUBREVILLE, A.	Flore forestière soudano- guinéenne.	1950

ACANTHACEAE

Blepharis linariifolia Pers.

AIZOACEAE

Limeum indicum Stocks

AMARANTHACEAE

Aerva javanica (Burn.f.) Juss. ex Schult. (= A.persica)

Amaranthus augustifolius Lam.

Pandiaka heudelotii (Moq.) Benth et Hook.ex B.D.Jackson

ANACARDIACEAE

Sclerocarya birrea Hochst. (= Pourpartia Birrea)

ASCLEPIADACEAE

Calotropis procera (Ait) Ait

Caralluma sp. (tombuctuensis (A.Chev.) N.E. Br.) ?

Caralluma longideus N.E. Br.

Glossonema Boveanum Dec.

Leptadenia pyrotechnica (Forsk.) Dec.

Pergularia tomentosa L.

BIGNONIACEAE

Stereospermum Kunthianum Cham

BORAGINACEAE

Cordia Rothii Roem. et Sch. (= Cordia Gharaf, Ehrenb. ex Aschers)

Heliotropium bacciferum Forsk. (= H. undulatum Vahl)

Heliotropium strigosum Willd.

BURSERACEAE

Commiphora africana Engl. (= Balsamodendron africanum)

CAESALPINIACEAE

Bauhinia reticulata D.C. (voir Piliostigma)

Bauhinia rufescens Lam

Cassia mimosoides L.

Cassia nigricans Vahl

Piliostigma reticulata (D.C.) Hochst. (= Bauhinia reticulata D.C.)

\* Dans cette liste figurent les plantes de tous les relevés effectués y compris ceux qui ne sont pas reproduits dans ce rapport.

CAPPARIDACEAE

*Boscia augustifolia* A. Rich.  
*Boscia senegalensis* J.F. Gmel (Pers.) Lam ex Poir  
*Capparis decidua* (Forsk.) Edgew. (= *C. aphylla*)  
*Cleome brachycarpa* Vahl  
*Cleome paradoxa* R.Br. ex D.C.  
*Cleome scaposa* D.C. (= *Cl. papillosa* Steud)  
*Cleome tenella* L.  
*Cleome viscosa* L.  
*Gynandropsis gynandra* (L.) Briq.

CARYOPHYLLACEAE

*Limeum pterocarpum* (Gay) Heimerl  
*Polycarpaea corymbosa* (L.) Lam  
*Polycarpaea Linearifolia* (D.C.) D.C.  
*Polycarpaea repens* (Del.) Asch. et Schw.

CELASTRACEAE

*Maytenus senegalensis* (Lam.) Exell

CHENOPODIACEAE

*Salsola baryosma* (Schult) Dandy  
*Suaeda fruticosa* Forsk.

COMBRETACEAE

*Combretum aculeatum* Vent  
*Combretum glutinosum* G. et P.  
*Guiera senegalensis* J.F. Gmel

COMMELIANACEAE

*Commelina forskaalaei* Vahl

COMPOSITAE

*Centaurea* sp.  
*Dicoma tomentosa* Cass.  
*Vernonia pauciflora* (Willd.) Less

CONVOLVULACEAE

*Evolvulus alsinoides* (L.) L.  
*Ipomoea coscinosperma* Hochst ex Choisby  
*Merremia pinnata* (Hochst.) Hallier  
*Seddera latifolia* Steud & Hochst.

CRUCIFERAE

*Anastatica hierocuntina* L.  
*Farsetia* aff. *stenocarpa* ?  
*Farsetia ramosissima* Hochst. ex Fourn.  
*Malcomia aegyptiaca* Spr.  
*Morettia canescens* Boiss.  
*Schouwia schimperi* Janb. et Spach

CUCURBITACEAE

*Colocynthis vulgaris* Schrad (= *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad)  
*Cucumis melo* var *agrestis* Naud.  
*Momordica balsamina* L.

CYPERACEAE

*Cyperus conglomeratus* Rottb.  
*Cyperus rotundus* L.  
*Fimbristylis exilis* (Kunth) Roem. et Schult.

EUPHORBIACEAE

*Bridelia* aff. *scleroneurooides*  
*Chrozophora brocchiana* Vis.  
*Chrozophora senegalensis* A.Juss.  
*Euphorbia aegyptiaca* Boiss.  
*Euphorbia granulata* Forssk.  
*Euphorbia scordifolia* Jacq.  
*Jatropha Chevalieri* Beille  
*Phyllanthus pentandrus* Schum. et Thonn.

GENTIANACEAE

*Limnanthemum senegalense* (G.Don) N.E.Br.

GERANIACEAE

*Monsonia senegalensis* G. et P. Guillemin & Perrott.

GRAMINEAE

*Andropogon amplexans* Nees

*Andropogon Gayanus* Kunth

*Aristida acutiflora* Trin. et Rupr.

*Aristida adscensionis* Linné

*Aristida Foëxiana* Maire et Wilegek

*Aristida funiculata* Trin. et Rupr.

*Aristida hordacea* Kunth

*Aristida mutabilis* Trin. et Rupr.

*Aristida obtusa* Del

*Aristida pallida* Steud

*Aristida papposa* Trin. et Rupr. = *A. Uniplumis* Licht.

*Aristida plumosa* L.

*Aristida pungens* Desf.

*Aristida stipoides* Lam.

*Asthenatherum Forskalei* (Vahl) Nevski

(= *Danthonia Forskalei* (Vahl) R.Br.)

*Brachiaria Hagerupii* Hitch.

*Brachiaria ramosa*

*Cenchrus biflorus* (= *C. catharticus* Del.)

*Cenchrus ciliaris* L.

*Cenchrus Frieurii* (Kunth) Maire (= *C. macrostachyus* Hochst. ex Steud)

*Chloris pilosa* Schumach.

*Ctenium elegans* Kunth

*Cymbopogon aff. giganteus*

*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng

*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv. (= *D. aegyptiacum* Willd)

*Diectomis fastigiata* (Sw.) Beauv.

*Digitaria gayana* Stapf

*Digitaria velutina* (Forsk.) Beauv. (= *D. horizontalis*)

*Dinebra retroflexa* (Vahl) Panz

*Echinochloa colonum* (L.) Link

*Echinochloa pyramidalis*

*Enneapogon brachystachyus* (Jaub. et Spach) Stapf

*Enteropogon rupestris* A. Chev.

*Eragrostis barrelieri* Daveau

*Eragrostis ciliaris* (All.) Vign. Lutati

*Eragrostis pilosa* (L.) Beauv.

*Eragrostis tremula* Hochst. ex Steud.

*Eremopogon foveolatus* (Del) Stapf

*Hyparrhenia* sp.

*Lasiurus hirsutus* (Forsk.) Boiss. (= *Rottboellia hirsuta* (Forsk.) Vahl)

*Latipes senegalensis* Kunth

*Loudetia togoensis* Hubb.

*Oryza breviligulata* Chev. & Roehr.

*Panicum laetum* Kunth

*Panicum turgidum* Forsk.

*Pennisetum asperifolium* (Desf.) Kunth

*Pennisetum pedicellatum* Trin.

*Pennisetum typhoideum* R.

(Mils)

= *P. americanum* (L.) K.Sch.

= *P. spicatum* L.Koen.

= *P. spicata* Willd

GRAMINEAE (suite)

*Pennisetum violaceum* (Lam.) A.Rich.  
*Schmidia pappophoroides* Steud  
*Schoenfeldia gracilis* Kunth  
*Sporobolus festivus* Hochst. ex A.Rich.  
*Sporobolus helvolus* Dur et Schinz  
*Sporobolus marginatus* Hochst. ex A.Rich.  
*Sporobolus spicatus* (Vahl) Kunth  
*Tetrapogon spathaceus* (Hochst.) Hack. (= *Chloris spatheacea* Hochst. ex Steud)  
*Tragus racemosus* (L.) Allioni  
*Trichoneura mollis* (Kunth) Eckm.  
*Tripogon minimus* (A.Rich) Hochst. ex Steud.  
*Urochloa* sp (laeta ?)  
*Vetiveria nigritana* Stapf.

FICOIDACEAE

*Trianthema pentandra* Linn.  
*Trianthema polysperma* Hochst. ex Oliv.

LABIATAE

*Leucas martinicensis* (Jacq.) Ait f.  
*Ocimum tereticaulae* Poir

LAURACEAE

*Gyrocarpus americanus* Jacq.

LORANTHACEAE

*Tapinanthus bangwensis* (Engl. et Krause) Dansereau  
= *Loranthus bangwensis*

MALVACEAE

*Abutilon pannosum* (Forst.f.) Schlechtend  
*Cienfuegosia digitata* Cav.  
*Hibiscus asper* Hook. f.  
*Hibiscus panduriformis* Burm. f.  
*Hibiscus trionum* L.  
*Sida alba* L.  
*Sida ovata* Forsk. (= *S.grewioides* Guille & Perrott.)

MENISPERMACEAE

*Cocculus pendulus* (Fort.) Diels

MIMOSACEAE

*Acacia ehrenbergiana* Hayne (ex *A.flava* (Forsk) Schweinfurt  
= *A. Seyal* de Chevalier  
= *Acacia flava* (Forsk) Schweinf.  
*Acacia nilotica* subsp. *adansonii* (Guill. et Perr.) Brenan  
*Acacia Raddiana* Savi  
*Acacia Senegal* Willd.  
*Acacia Seyal* Del.  
*Dicrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn (= *D.glomerata* (Forsk) Chiov.)

MOLLUGINACEAE

*Gisekia pharnacioides* L.  
*Limeum linifolium* (C.Presl.) Fenzl.  
*Mollugo cerviana* (L.) Ser.  
*Mollugo nudicaulis* Lam

NYCTAGINACEAE

*Boerhavia coccinea* Mill. var *viscosa* (Lag. & Rodr.) R.M.Mosc.  
*Boerhavia repens* L. var *viscosa* Choisy

PAPILIONACEAE

*Aeschynomene indica* L.  
*Alysicarpus ovalifolius* (Schumm. et Thonn.)  
*Alysicarpus vaginalis* (Linn.) D.C.  
*Crotalaria arenaria* Benth.  
*Crotalaria podocarpa* D.C.  
*Crotalaria Saharae* Coss.  
*Indigofera argentea* Burm.

PAPILIONACEAE (suite)

Indigofera colutea (Burm.f.) Merrill (= *I. viscosa* Lam)  
Indigofera diphylla Vent  
Indigofera sessiliflora D.C.  
Pterocarpus lucens G. et Perr.  
Requienia obcordata (Lam) D.C. (= *Tephrosia obcordata* (Lam) Bak.)  
*Tephrosia bracteolata* Guillemin et Perrott (= *T. kotschyana* Hochst. ex Bak.f.)  
*Tephrosia nubica* (Boiss.) Baker  
*Tephrosia obcordata* (Lam, ex Poir.) Bak Voir Requienia obcordata (Lam) DC.  
*Tephrosia platycarpa* Guillemin et Perrot  
*Tephrosia purpurea* (L.) Pers  
*Tephrosia uniflora* Pers  
*Zornia glochidiata* Reich. ex D.C. (= *Z. diphylla* (non Pers.)  
Brown et Massey)

PEDALIACEAE

*Ceratotheca sesamoides* Endl.  
*Sesamum alatum* Thonning

POLYGONACEAE

*Calligonum comosum* l'Herit.

POLYGALACEAE

*Polygala erioptera* D.C.  
*Polygala obtusata* D.C. (= *P. irregularis* Boiss.)

PONTEDERIACEAE

*Monochoria africana* (Solms) N.E.Br.

PORTULACACEAE

*Portulaca* sp.  
*Portulaca oleracea* L.

RHAMNACEAE

*Zizyphus mauritiana* Lam.

ROSACEAE

*Neurada procumbens* L.

RUBIACEAE

*Borreria radiata* D.C. (*Spermacoce radiata* (D.C.) Sieber ex Hiern  
*Feretia canthioides* Hiern  
*Mitragyna inermis* O. Kuntze (= *M. africana* Korth)

SALVADORACEAE

*Salvadora persica* Linné

SCROPHULARIACEAE

*Aptosimum pumilum* Benth  
*Striga aspera* (Willd.) Benth

STERCULIACEAE

*Melhania denhamii* R.Br.  
*Sterculia setigera* Del.  
*Waltheria indica* L. (= *W. americana*)

TILIACEAE

*Corchorus tridens* L.  
*Grewia bicolor* Juss.  
*Grewia villosa* Willd.

LABIATAE

*Salvia aegyptiaca* L.

VERBENACEAE

*Chascanum marrubiifolium* Fenzl ex Walp  
(= *Bouchea marrubiifolia* (Fenzl) Schau.)

ZYGOPHYLLACEAE

*Balanites aegyptiaca* (L.) Del  
*Fagonia latifolia* Delile  
*Fagonia olivieri* Boiss. (= *F. Jolyi* Batt.)  
*Tribulus alatus* Del.  
*Tribulus terrestris* L.

II. LISTE DES POINTS ASTRONOMIQUES EXPEDIES

Degré carré (N° de la coupe IGN)	N° du point	N° photo IGN	Repère ponctuel sur la photo* Coordonnées en mm.	Latitude N	Longitude W	Localisation du PA
NE 29 V	3	146	non repéré avec précision ponctuelle	16°43'40"	7°04'10"	Dahr de Néma; brousse tigrée
NE 29 XI	1	412	87mmN/122mmW	17°50'30"	détermina- tion erronée	margelle du puits d'Oujaf
NE 29 XI	2	153	123mmN/124mmW	17°17'20"	7°00'40"	angle NW du fort d'Oualata
NE 29 IX	5	296	138mmN/113mmW	17°43'05"	9°29'20"	bordure N cuvette 1,7 Km SSE de Rgeybat
NE 29 XV	8	204	82mmN/100mmW	18°25'10"	9°29'30"	Tichit; centre de la balise du terrain d'atterrissement
NE 29 XV	9	81	125mmN/89mmW	18°10'20"	9°22'30"	Tawkest bord extrême SW
NE 29 XV	10	271	29mmN/34mmW	18°32'15"	9°28'50"	défilé de l'or (Khangat edh- Dheheb) pointe N de la dernière falaise NW
NE 29 XV	11	263	102mmN/74mmW	18°34'30"	9°47'50"	Hassi Zig; margelle du puits
NE 29 VII	18	374	116mmN/80mmW	17°51'20"	11°07'10"	Margelle du puits Bir El Meysset
NE 29 XIV	12	236	34mmN/108mmW	18°30'10"	10°12'20"	Dahr (voisinage Ganeb)
NE 29 XIV	19	120	22mmN/86mmW	18°15'05"	10°53'45"	Groupe de <u>Salva-</u> <u>dora persica</u>
NE 29 XIII	20	458	55mmN/68mmW	18°04'20"	11°12'20"	puits d'Eriera (identification sur photo un peu douteuse)
NE 29 XII	21	078	97mmN/135mmW	18°01'15"	11°33'05"	passe de Kerkered
NE 29 XIII	22	059**	174mmN/155mmW	18°57'35"	11°52'00"	sommet du guelb Gleybat el Kerin
NE 29 XXI	26	405	non repéré avec précision ponctuelle	15°48'00"	9°27'50"	Goberni (site 61/87)

\* voir note page 246

\*\* sur mission photographique NE 29 XIX (pour tous les autres points le numéro de la mission photographique est le même que celui de la coupe dans lequel se trouve le point).

III. B I B L I O G R A P H I E \*

- ALIMEN (M.H.) - BURON (M) et CHAVAILLON (J) - 1958 - Caractères granulométriques des profils transversaux de quelques dunes d'Erg du Sahara Nord-Occidental  
C.R. Ac. des Sc. (PARIS) nov. - 247, 20, p. 1758 - 1.761, 2 fig, 4 réf.
- AUBERT (G.) et MAIGNIEN (R) - 1949 - L'érosion éolienne dans le Nord du Sénégal et du Soudan  
Conf. interafr. des sols de Goma. dec. 103, p. 1309 1316, 9 réf.
- AUBERT (G) et DUCHAUFOUR (Ph) - 1956 - Projet de classification des sols VIème Congrès internat. Sc. Paris B. V. 97.  
Classification des sols.
- AUBERT (G) - 1958 - C.R. Réunion C.R.O.A.C.U.S. Brazzaville juin.
- AUBREVILLE (A) - 1949 - Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale - Paris Soc. Edit. Géo. Marit. Colo.
- AUDRY (P) - 1961 - Etude pédologique du Cercle du Guidimaka (République Islamique de Mauritanie)  
Centre de Pédologie Hann - Dakar 3 tomes ronéo pagin. mult. 1 carte pédologique 1/200.000
- BAYARD (Lieutenant) - 1947 - Aspects principaux et consistance des dunes (Mauritanie). Bulletin I.F.A.N. IX, 1947 (1950), p.1-17, 15 fig.
- BENSE (C) - 1953 - Rapport de fin de campagne 1952 - 53- en Mauritanie D.F.M.G. - Dakar - 39p, 7 pl photos, 6 cartes.
- \_\_\_\_\_ - 1955 - Rapport de fin de campagne 1954 - 55 en Mauritanie D.F.M.G. - Dakar - 41p, 4 pl photos, 3 cartes.
- \_\_\_\_\_ - 1956 - Rapport de fin de campagne 1955 - 56 (Mauritanie) D.F.M.G. - Dakar - 32 p, diagr, cartes.
- BIROT (P) - 1959 - Précis de géographie physique générale.  
Armand Colin Paris. 403 p.
- BOULAINNE (J) - 1956 - Remarques sur l'utilisation réciproque des méthodes de la géomorphologie, de la géologie et de la pédologie C.R. Vème Congrès Intern. Sc. du sol V 21p 129 - 134.
- BOURGUET (L) - 1959 - Etude préliminaire pour un équipement hydraulique du Hodh Occidental (Subdivision d'Aïoun El Atrouss) BURGEAP R 257 - Neuilly 46p., 28 pl.
- CAPOT REY (R et F) - 1948 - Le déplacement des sables éoliens et la formation des dunes désertiques d'après R.A. BAGNOLD.  
Travaux de l'I.R.S. - Alger
- CAPOT REY (R) - 1953 - Le Sahara français.  
P.U.F. Paris 564 p.
- CHARREAU (C) - 1961 - Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal Ronéo I.R.A.T. C.R.A. - Bambe 43 p, 35 graph. 36 tabl. - 17 réf.
- CHEPIL (W.S.) - 1945 - a. Dynamics of wind erosion. I Nature of movement of soil by wind.  
Soil Sci., 60, p. 305 - 320.  
b. Dynamics of wind erosion. II Initiation of soil movement.  
Soil Sci. 60, p. 397 - 411.  
c. Dynamics of wind erosion III The transport capacity of the wind.  
Soil Sci., 60, p. 475-480.
- \_\_\_\_\_ - 1945 - a. Properties of soil which influence wind erosion I The governing principle of surface roughness.  
Soil Sci., Feb, p. 149 - 161.  
b. Properties of soil which influence wind erosion II Dry aggregate structure as an index of erodibility  
Soil Sci., may, p. 403 - 414.

\* ces titres couvrent particulièrement la partie pédologique. La bibliographie de travaux sur la végétation figure dans le rapport contenant les conclusions générales (UNSF/DL/ES/5, en cours de publication).

- CHEPIL (W.S.) - 1951 -  
a. Properties of soil which influence wind erosion  
III Effect of apparent density on erodibility.  
Soil Sci, vol 71, n°2 - p. 141 - 153.
- \_\_\_\_\_ - 1951 -  
b. Properties of soil which influence wind erosion  
IV State of dry aggregate structure.  
Soil Sci, Nov, p. 387 - 401.
- \_\_\_\_\_ - 1951 -  
c. Properties of soil which influence wind erosion  
V Mechanical stability of structure.  
Soil Sci, déc, p. 465 - 476.
- \_\_\_\_\_ - 1955 -  
a. Factors that influence clod structure and erodibility  
of soil by wind. IV Sand, silt and clay - Soil Sci.,  
aug, p. 155 - 162.
- \_\_\_\_\_ - 1955 -  
b. Factors that influence clod structure and erodibility  
of soil by wind. V organic matter at various stages of  
decomposition.  
Soil Sci., nov, p. 413 - 421.
- \_\_\_\_\_ - 1956 -  
Influence of moisture on erodibility of soil by wind -  
Proc. Soil Sci., Amer., vol. 20, n°2 april p.288 - 292.
- CLOS ARCEDUC - 1956 -  
Etude sur photographie aérienne d'une formation végétale  
sahélienne : la brousse tigrée.  
Bull. IFAN. A. p. 677 - 684.
- DARS (R) - 1960 -  
Les formations sédimentaires et les dolérites du Soudan  
Occidental (Afrique de l'Ouest).  
Thèse - Paris - ronéo Dakar 344p. 85 fig. (5 tabl.  
27fig. 2 cartes).
- DERRUAU (M) - 1958 -  
Précis de géomorphologie - Le système d'érosion désertique  
et subdésertique - p. 175 - 191. 2ème édit. Masson éd. Paris.
- DOMMERGUES (Y) - 1961 -  
Contribution à l'étude de la dynamique microbienne des  
sols en zone semi-aride et zone tropicale sèche. ORSTOM -  
Hann - ronéo 3 vol. 122p. 50 tabl. 58 fig.
- DUBIEF (R) - 1953 -  
Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara Service  
Colon. Kydr. Alger, 457p., 41 fig., 35 tabl. 3 cartes.
- DURAND (J.H.) - 1952 -  
a. Le vent et sa conséquence, l'érosion éoliennes, facteur  
de formation des sols au Sahara. Proc. Intern. Symp. on  
Desert Research. Jerusalem 7 - 14 may p. 434 - 437,  
biblio. (11 réf.).  
b. Etude de la pédologie des environs de Beni-Ounif. -  
Proc. Intern. Symp. on Desert Research. Jérusalem  
p. 438 - 452, 9 tabl. 4 photos, 6 réf.
- \_\_\_\_\_ - 1952 -  
Les sols d'Algérie. Public. du Serv. des Etudes Scientif.  
Pédologie n°2 - Alger 244p, 37 fig. 58 photos, 75 tabl.  
133 réf.
- \_\_\_\_\_ - 1954 -  
Les sols irrigables - (Etude Pédologique)  
Alger - 150 pages.
- \_\_\_\_\_ - 1958 -  
Etude de la relation entre l'érosion du sol par l'eau et  
les précipitations atmosphériques.  
Doctorat d'état. Thèse principale - Paris - ronéo 328p.
- FOURNIER (F) - 1958 -  
Drei Klimabedingte Ranker subtypen Europas.  
C.R. VI ème congrès internat. de Sc. du Sol. V,22,  
p. 135 - 141.
- FRANZ (H) - 1956 -  
Le Sahara - 1 vol - Paris - Payot.
- FURON (R) - 1957 -  
HALLAIRE (M) - 1953 -  
Diffusion capillaire de l'eau dans le sol et répartition  
de l'eau en profondeur sous sols nus et cultivés.  
Ann. Agron. Paris. vol.4, n°2., p. 143 - 244.
- HENIN (S) - FEODOROFF (A) - GRAS (R) - MONNIER (G) - 1960 - Le profil cultural.  
Principes de physique du sol. 320p. S.E.I.A. Paris.
- KILLIAN (C) FEHER (D) - 1939 - Microbiologie des sols désertiques Paul Lechevalier -  
Paris - 127p. 38 tabl. 52 fig.

- KILLIAN (Ch) - 1940 - Etude comparative de la biologie des sols du Nord et du Centre Saharien.  
Ann Agro. 1er trimestre 45p. 9 fig, 17 tabl. 14 réf.
- 1943 - Plantes et sols au Sahara et leurs relations mutuelles. Travaux I.R.S. Tome II, 18 p. 7 tabl.
- 1944 - Un cas très particulier d'humification au désert, due à l'activité des microorganismes dans le sol des nekkas. Public. Du C.N.R.S. Alger. 28 p. 6 fig. 4 tabl. 1 pl. photo 13 réf.
- LEMOINE (J) - 1957 - Eaux souterraines et aménagement hydraulique du Hodh et de l'Aouker (Mauritanie orientale)  
BURGEAP R 218 - Neuilly 74 p. 7 pl.
- LOBOVA (H) - 1956 - Géographie des sols de la zone désertique de l'U.R.S.S. VIème Congrès internat. de Sc. du Sol. Paris - V,34, p 213 - 219.
- LOBOVA (E.V.) - 1960 - Génèse et classification des sols gris bruns des déserts de l'U.R.S.S. Bul. A.F.E.S. n°5 mai p. 269 - 282.
- MAIGNIEN (R) - 1959 - Les sols subarides au Sénégal  
Agron. trop. n°5 sept. oct. p. 535 - 571.  
— 1961 - a. Contribution à l'étude des sols à pâturage du cercle du Gorgol (Rép. Islam. de Mauritanie). O.R.S.T.O.M. Hann. ronéo 121 p. bibl. (12 réf.).  
— 1961 - b. Sur les sols d'argiles noires tropicales d'Afrique Occidentale  
Bul. A.F.E.S. n°8 p. 131 - 144 - Biblio (7 réf.)
- MARCHAND (J) - 1955 - Rapport de fin de campagne 1954 - 55 en Mauritanie D.F.M.G. - DAKAR - 29 p. 5 pl.
- 1954 - Rapport de fin de campagne 1953 - 54 en Mauritanie. D.F.M.G. - DAKAR - 2 fascicules - I) texte 54 p. 10 réf. II) Diagramme - Index - 13 diagrammes et tabl. 6 pl.
- MARTONNE (Emm. de ) - 1947 - Modelé désertique et actions éoliennes. Ch XIV in traité de Géographie physique - 7ème Edit. 1947 - Libr. Armand Colin Paris - Tome second - Le Relief du sol. p. 937 - 969 - 13 fig. 11 photos - 54 réf.
- MONOD (Th) - 1937 - Essai de synthèse structurale de l'Ouest Saharien, in Mélanges, E.F. Gauthier - Tours p. 368 - 387 - 7 fig.
- 1958 - Majâbat al Koubrâ; contribution à l'étude de l'"Empty Quarter" Ouest Saharien - Mém. de l'I.F.A.N. Dakar n°52.407 p.135 fig, LXXXI pl h.t., 3 cartes h.t., IV pl sous pochette couverture.
- MUNSELL - 1954 - Soil Color CHARTS - Baltimore U.S.A.
- OBRUTSCHEW (W.A.) - 1913 - Die Haufensande als BESONDERER TYPUS DER SANDHAUFUNGEN - Festschrift FÜR D-N- ANUTSCHIN - Moscou - 30p (en russe; résumé allemand) 3 tabl. 15 fig.
- PIAS (J) - 1959 - Etude pédologique de la région Est du Tchad - Plaines de piedmont, massifs des Ouaddaï et de l'Ennedi. Bul. AFES n°11 nov. p 536 - 44.
- PIERRE (F) - Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du Sahara occidental. CNRS Publ. Centre de Rech. Saharienne Série Biologie, n°1 Paris, 333 p., 34 ph., bibl. (282 réf.)
- PROJET CONJOINT CCTA/CSA n°11 - 1961 - Carte des sols d'Afrique 1/5.000.000 - Réunion de spécialistes - Paris 18 - 21 sept. 1961 - 15 p.
- SERVICE METEO DE L'AOF - 1958 - Cartes normales des pluies de l'Afrique Occidentale (période 1921 - 50) - Paris - 32 p. 26 cartes - 9 réf.
- TRICART (J) et CAILLEUX (A) - 1960 - Le modelé des régions sèches Fasc. I : le milieu morphologique. Les mécanismes morphogénétiques des régions sèches. CDU. Paris 129 p. 21 fig., 179 réf.
- UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF - 1954 - Diagnosis and improvement of saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture- Agriculture Handbook n°60 - 160 p.

- URVOY (Y) - 1933 - Les formes dunaires à l'Ouest du Tchad.  
Ann. Géogr. XLII - p. 506.- 515.
- 1942 - Les bassins du Niger - Etude de géographie physique et de paléogéographie.  
Mémoire de l'IFAN n°4 lib. Larose Paris - 139p., 36 fig.,  
6 pl. photos, 4 cartes h.t., 139 réf.
- VAN DER MERWE (CR) - 1954 - Kalahari and Sahara Sandy soils - 5ème congrés intern.  
Sc. du Sol vol IV-V -21-p.117-122 7 réf.
- VILLAR (del F.H.) - 1944 - Première contribution à l'étude des sols du Sahara.  
Public. du CNRS - Alger 22p.
- WALTER (H) - 1955 - Le facteur eau dans les régions arides et sa signification pour l'organisation de la végétation dans les contrées sub-tropicales. L'année biologique - 3 t. - 31 - Paris - 13p. 13 fig.
- WORRALL (G.A.) - 1959 - The butana grass patterns.  
Journal of Soil Sc., vol 10 - n°1 p. 34 - 53.
- 1960 - Tree patterns in the Sudan.  
Journal of Soil Sc. vol II n°1 p. 63-67.
-

LEGENDE DES DOCUMENTS PHOTOGRAPHIQUES

- Photo n°1 Site 61/51 (ondulation dunaire sur le plateau du Dahr de Néma). Vue prise du haut du flanc dénudé (couverture steppique Panicum turgidum, Aristida pallida) sur le fond où l'on remarquera la tache d'Andropogon Gayanus marquée d'une flèche et entourée d'un pointillé. A l'arrière plan, faibles ondulations couvertes d'une prairie éphémère arbustive.
- Photo n°2 Zone de transition entre les ondulations dunaires et la brousse tigrée : buttes témoins sableuses sur fond plus argileux, souvent battant. Sur la butte : Cenchrus biflorus, Chloris pilosa et Digitaria velutina (inflorescences visibles). A l'arrière plan Acacia laeta et Commiphora africana.
- Photo n°3 Brousse tigrée. Partie frontale d'une bande. A l'avant plan, en amont), surface de ruissellement complètement dénudée puis en aval bandes de Pennisetum pedicellatum suivie d'Andropogon Gayanus.
- Photo n°4 Brousse tigrée. Buttes sableuses en aval des bandes frontales comportant une prairie éphémère buissonnante arbustive (voir relevé 61/72C). On remarquera de gauche à droite un Boscia senegalensis, un Commiphora africana et un Acacia laeta.
- Photo n°5 Prairie steppique (site 61/54 Dahr de Oualata). Noter la distribution par plages des éléments steppiques (Aristida pallida, Panicum turgidum) qui sont contractés sur des buttes aplanies d'origine éoliennes.
- Photo n°6 Plateau de Oualata : steppe buissonnante arbustive à Panicum turgidum (site 61/36 B). On notera le mode diffus de distribution des pieds de Panicum turgidum qui différencie la steppe des prairies steppiques.
- Photo n°7 Même site, dôme sableux peuplé d'Euphorbia balsamifera. Noter la dénudation autour des buissons de l'euphorbe.
- Photo n°8 Même site, zone de ruissellement complètement dénudée avec sable battant et affleurement de gravillons du Continental intercalaire.
- Photo n°9 Cour moyen de l'oued Initi. Site n° 61/68. De l'avant-plan à l'arrière-plan : batha, ressaut de berge, berge remaniée (Leptadenia pyrotechnica, Panicum turgidum) et fourrés ripicoles (Acacia nilotica, Balanites aegyptiaca).
- Photo n°10 Plaine d'épandage terminale de l'oued Initi (grara), probablement mise en culture à une date antérieure. Physionomie panachée avec Cenchrus ciliaris, Sporobolus helvolus, Calotropis procera (morts) et autres buissons.
- Photo n°11 Ravinelle dans le glacis d'Oujaf. Noter le reg dégarni sur les berges (1 pied d'Euphorbia balsamifera à droite) et la colonisation du lit par Cymbopogon Schoenanthus (site 61/57).
- Photo n°12 Plaine d'épandage ensablée de cette ravinelle avec couvert panaché.

- Photo n°13 Sol enterré dans la plaine d'épandage de la ravinelle (site 61/56D). Remarquer la ligne de pénétration (indiquée par une flèche) de la racine d'Aerva dans une fissure ensablée et la structure polyédrique du sol limono-finement sableux (horizon sombre).
- Photo n°14 Baten d'Oujaf. Cuvette salée. (site 61/50). D'avant-plan en arrière-plan on note: la bordure ensablée de la cuvette avec quelques pieds de Panicum turgidum (marqués: Pt), une plage de reg, une butte avec Salvadora persica (marquée Sp), la ceinture de Suaeda fruticosa (marquée Sf), la cuvette proprement dite, totalement dénudée avec des exsudations de sel en surface.
- Photo n°15 Hodh. Bordure de la mare de Mahmoude (site 61/73). Sur la gauche, on remarquera la plaine argileuse presque totalement dénudée; sur la droite, apparaît le talus sableux colonisé par une steppe à Panicum turgidum.
- Photo n°16 Lieu de ponte de Koréra (Mali) dans un abandon de culture (site 59/117). Noter la strate prairiale (Aristida mutabilis, Eragrostis tremula) à éléments jointifs, les buissons de Guiera senegalensis et ici, un Sterculia setigera arbustif. La présence de pieds épars d'Andropogon Gayanus, qui se réinstalle, laisse présumer que l'abandon de la culture remonte à une période éloignée.
- Photo n°17 Savane à Gobeni (site 61/88). Strate de graminées hautes de 2 m (Andropogon Gayanus et Hyparrhenia dissoluta) à parties aériennes jointives. Rares arbres et arbustes (Sclerocarya birrea, Combretum glutinosum). A Koréra la physionomie de la végétation de savane autour des abandons de culture se rapprochait de celle qui est représentée ici.
- Photo n°18 Site 61/77 - Prairie éphémère arbustive et buissonnante à Cenchrus biflorus et Acacia Raddiana sur sol brun.
- Photo n°19 Site 61/78 - Le même groupement mais dégradé. La strate ligneuse devient buissonnante et l'on aperçoit des plages herbacées panachées (à l'arrière plan en particulier).
- Photo n°20 Reprise d'érosion éoliennes sur flanc dunaire à l'est d'Aïoun et Atrouss (coordonnées : 16°38'N/9°23'W). A l'avant-plan prairie éphémère à Aristida mutabilis avec pieds épars de Panicum turgidum. A l'arrière-plan, sur la dune (non mise à vif) prairie éphémère buissonnante-arbustive avec Aristida mutabilis, Acacia Raddiana et Acacia Senegal. Le talus vif comporte de l'Aristida pallida, du Panicum turgidum en strate herbacée et du Balanites aegyptiaca et Combretum aculeatum en strate buissonnante (voir aussi photo n°1).
- Photo n°21 Tayaret el Menja. On remarquera la prairie éphémère dans le fond de la vallée (avant-plan) et le groupement panaché qui s'installe sur le cordon dunaire de bordure (arrière-plan). Voir relevé 61/98.
- Photo n°22 et n°23 Site 61/103. Coordonnées 17°32'N/9°28'W, pluviosité 200mm. Steppe buissonnante arbustive avec Panicum turgidum, Calligonum comosum, Commiphora africana. La photo C représente une plage de prairie où les éléments steppiques manquent presque totalement. On remarquera des touffes d'Aristida pallida, des pieds d'Indigofera argentea et un pied de Requienia obcordata. Station de Schistocerca gregaria solitaria.

**Photo n°24** Vue générale sur une dune du grand aklé de l'Aouker représentée sur photo aérienne par une trame en "écailles de poisson". On notera la ceinture herbacée au pied du talus et une plage de sable foncé dans la partie la plus basse du fond dunaire (site 61/107).

**Photo n°25** Végétation herbacée panachée se développant sur les plages de sable brun dans le fond dunaire du même site (61/107). On remarquera les taches de sable battant dégarnies et les taches d'éléments herbacés parfois jointifs (voir relevé 61/107 D).

**Photo n°26** Cordons dunaires parallèles légèrement sinueux à versant dissymétrique dans l'Adafer à 40 Km au N de Tichit (voir feuille de Tichit, Lat. 18°45 environ.) Végétation : steppe à Aristida pungens avec rares arbustes d'Acacia Raddiana.