

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA COUVERTURE
PEDOLOGIQUE DE LA ZONE SAHELIENNE AU BURKINA FASO**

Première partie : CARACTERES ET ORGANISATION

François J.P. PALLO*

RESUME

La persistance de la sécheresse dans la zone sahélienne burkinabè a favorisé la réalisation de nombreuses études agrostologiques et hydrologiques. Par contre peu de travaux pédologiques à des échelles détaillées ou semi-détaillées ont été menés en vue de déterminer les aptitudes agricoles des terres de cette région. Appréhender les caractères et l'organisation générale des sols de cette partie du Burkina apparait à la fois comme préalable et un impératif devant favoriser l'exécution de tels travaux. Ainsi, l'étude de trois transects révèle que les traits pédologiques majeurs de la zone résultent des effets combinés du climat, de la géologie et de la topographie. En particulier, le climat favorise le développement de sols "zonaux" appartenant aux groupes des ferrugineux peu lessivés et bruns arides. En association avec la géologie, il favorise également une plus grande extension de sols sodiques.

MOTS-CLES : formations dunaires - précambrien - toposéquence de sols.

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE SOIL
MANTLE OF THE SAHELIAN ZONE OF BURKINA FASO**

1st part : CHARACTERS AND ORGANIZATION

ABSTRACT

The northern part of Burkina Faso, in West Africa, falls within the sahelian climatic zone as defined by ICRISAT (1987). Such an area is characterized by low mean annual rainfall and high temperature. Since the spectacular drought in 1973, several studies on land cover and hydrology were conducted in this area. But only few information concerning soils are available. According to the National Bureau of Soils (BUNASOLS 1990a) less than 4 % of the area mapped in large scale. These information added to the results of our study of three cross-sections show that the main soil forming factors are climate, parent rocks and topography. Particularly, the first parameter leads to the formation of Haplic or Luvic Arenosols and Cambisols as defined in the revised legend of the soils map of the world (FAO, 1968). Solonetz are also widely spread, occurring on glaciis as well as in swampy areas.

* Institut recherche en biologie et écologie tropicale (IRBET) 03 BP 7047 Ouagadougou 03
Burkina Faso

These data on soils distribution may make a valuable contribution to semi-detailed or detailed soil surveys in such an area. They are also useful for the determination of the current land suitability for agricultural purposes, which-will be the aims of our next study.

KEY-WORDS : Sand dunes - precambrian - soil toposequences.

I. INTRODUCTION

Depuis plus de deux décennies, la zone sahélienne burkinabè est confrontée à une sécheresse persistante dont les conséquences sont entre autres :

- une disparition progressive du couvert végétal
- une dégradation continue des terres due aux phénomènes d'érosion hydrique et éolienne
- un déficit céréalier quasi-chronique.

Du fait que cette zone soit peuplée en majorité d'éleveurs-nomades, de nombreuses études portant principalement sur les pâturages ont été réalisées (GROUZIS *et al.* 1983 ; TOUTAIN, 1978 ; TOUTAN *et al.* 1978). Elles ont abouti à l'élaboration de synthèses cartographiques sur l'élevage et les potentialités pastorales sahéliennes (IEMVT/CTA, 1987).

Parallèlement, à l'initiative de la DGRST française, un programme de recherche intégré a permis d'étudier les caractéristiques de la végétation et le cycle de l'eau (Grouzis et Sicot, 1980 ; Le Grand, 1979 ; SICOT, 1978).

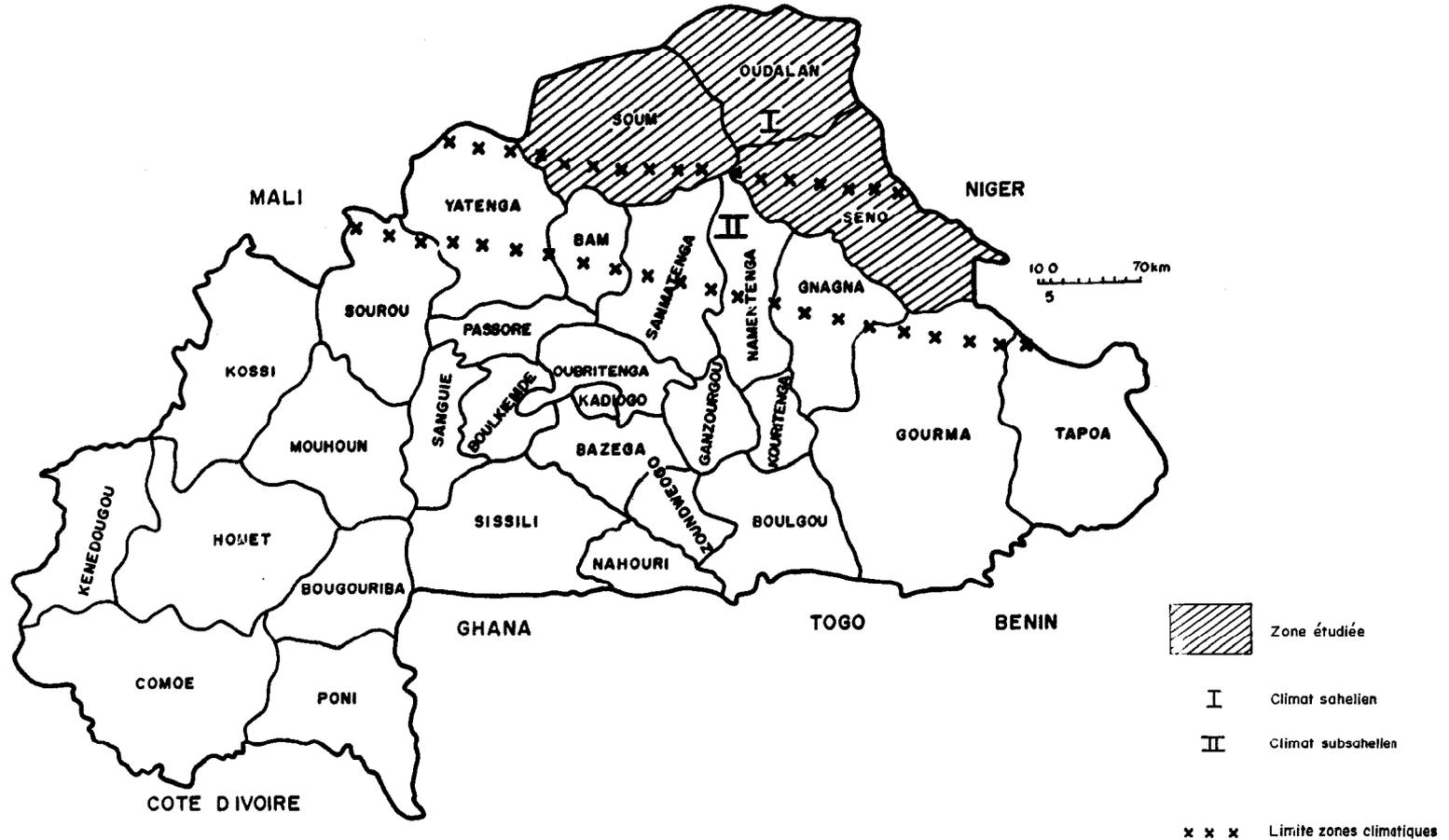
Ces divers travaux axés sur l'agrostologie, l'écologie et l'hydrologie ne doivent cependant pas masquer l'importante place qu'occupe l'agriculture vivrière d'autosubsistance dans la région. Ainsi un Centre Régional de Recherche Agricole (CRRA) a été créé. Un programme national dénommé "Programme Sahel Burkinabè" et un projet de développement intégré des mares naturelles de la région (Projet FAO/BKF/87/00) ont été initiés.

En revanche, peu de travaux ont été consacrés à l'étude des caractéristiques des sols de cette partie du Burkina et à leurs aptitudes culturales. En effet, selon le Bureau National des Sols (BUNASOL, 1990a) la zone sahélienne burkinabè couvre environ 36 869 Km² dont 4 % à peine ont fait l'objet d'études pédologiques à des échelles plus larges que le 1/100.000e, du reste, réalisées par cette structure (BUNASOL, 1981 ; 1989a ; 1989b). Le seul inventaire exhaustif des ressources en sols de la région a été effectué au 1/500.000e (BOULET, 1976) à partir de cartes pédologiques de reconnaissance du Centre Nord (BOULET, 1968) et de l'est (BOULET *et al.*, 1969) de Haute-Volta (actuellement Burkina Faso).

Aujourd'hui, avec l'élaboration par la FAO d'un cadre et de directives pour l'évaluation des terres (FAO, 1976 ; 1983 ; 1984; 1987) il s'avère indispensable, pour une meilleure détermination des aptitudes agro-sylvo-pastorales de la région, de procéder à une ré-interprétation de l'ensemble des données pédologiques disponibles en appliquant ces procédures. Pour cela, il importe au préalable de reconsidérer les informations fournies par les auteurs pré-cités, après une vérification sur le terrain. Ce sont les résultats ainsi obtenus qui font l'objet du présent article. Il traite de l'organisation et des caractères de la couverture pédologique de la région à travers l'étude de trois transects caractéristiques. L'aptitude des principaux types de sols ainsi observés pour la culture pluviale du mil, sorgho, arachide et niébé est présentée dans une seconde partie.

BURKINA FASO

CARTE 1 : SITUATION DE LA ZONE ETUDIEE



II. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONDITIONS CLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Situation géographique

Comme indiqué sur la carte 1, le sahel burkinabè couvre la partie nord et nord-est du Burkina Faso. Sa superficie est estimée à 36 869 Km² et sa population à 521 911 habitants au recensement de 1985. Trois provinces administratives sont concernées : SOUM, SENO, OUDALAN. Elles ont respectivement pour chef-lieu : Djibo, Dori, Gorom-Gorom. Cette zone jouxte la république du Niger à l'est, et la république du Mali au nord et à l'ouest. Elle est limitée au sud par les provinces du Yatenga, Bam, Sanmatenga, Namentanga, de la Gnagna et du Gourma.

2.2. Climat

Selon le découpage climatique du Burkina proposé par GUINKO, 1984, la zone étudiée a un climat de type sahélien dans sa partie nord et de type sub-sahélien dans sa partie sud (carte 1).

Le type sahélien est caractérisé par une pluviosité maximale comprise en 500 et 600 mm en année normale. La saison sèche dure de 8 à 9 mois.

Dans la zone climatique sub-sahélienne, la pluviosité en année normale est de l'ordre de 600 à 750 mm avec 7 à 8 mois de saison sèche.

Toutefois dans la partie la plus septentrionale de la zone étudiée la pluviosité maximale reste inférieure à 400 mm ICRISAT, 1987.

Les températures moyennes annuelles sont supérieures à 28 °C. Les extrêmes s'observent en saison sèche : 13,6 °C en janvier et 41,2 °C en mai. La forte insolation induit un potentiel d'évaporation dont le total annuel avoisine 3 022 mm.

Toutes ces données traduisent bien l'aridité du sahel burkinabè et indiquent que l'une des contraintes majeures pour l'exploitation agricole des terres est la disponibilité en eau, la durée de la période de croissance des végétaux n'excédant pas 70 jours.

III. MATERIEL ET METHODE

L'étude de l'organisation et des caractères de la couverture pédologique a été effectuée en utilisant la démarche ci-après :

* Compilation des données déjà existantes sur la pédologie, la géologie, la géomorphologie, la végétation... ;

* Travaux de prospection pédologique de 20.000 ha environ à l'échelle 1/50 000è (BUNASOLS, 1989 b) ;

* Vérification des unités géomorphologiques et de sols dans les autres parties de la zone d'étude ;

* Synthèse cartographique à l'échelle de 1/500 000è et élaboration d'une légende morphopédologique (BUNASOLS, 1990 b) ;

* Choix de trois transects caractéristiques de la région en utilisant les fonds topographiques au 1/200 000^e dressés par IGN-FRANCE, 1985.

* Puis subdivision de la couverture pédologique de ces transects en unités dont certaines comportent un type de sol prépondérant (consociation) et d'autres, plusieurs types de sols associés (association) ;

* Etude des données générales portant sur la géologie, la géomorphologie, le couvert végétal et des caractères morphologiques, physico-chimiques de chaque type de sol;

* Au total 411 fosses pédologiques ont été creusées. Pour la description des profils de sol, les directives FAO en la matière (FAO, 1977) ont été appliquées. Les couleurs ont été déterminées à l'aide du code Munsell (MUNSELL, 1975); 171 échantillons de sol ont été prélevés sur 47 profils représentatifs pour analyses au laboratoire. Les sols ont été enfin classés selon l'une des classifications françaises des sols (CPCS, 1967) et d'après les unités de la légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO (FAO, 1988).

IV. RESULTATS

Ils sont indiqués sur les tableaux I, II, III lesquels servent de légendes aux figures 1, 2, 3 qui illustrent les trois transects étudiés. Ces données révèlent ainsi ce qui suit :

4.1. Présentation des transects étudiés

4.1.1. Transect. 1 : Oursi - Tinakof

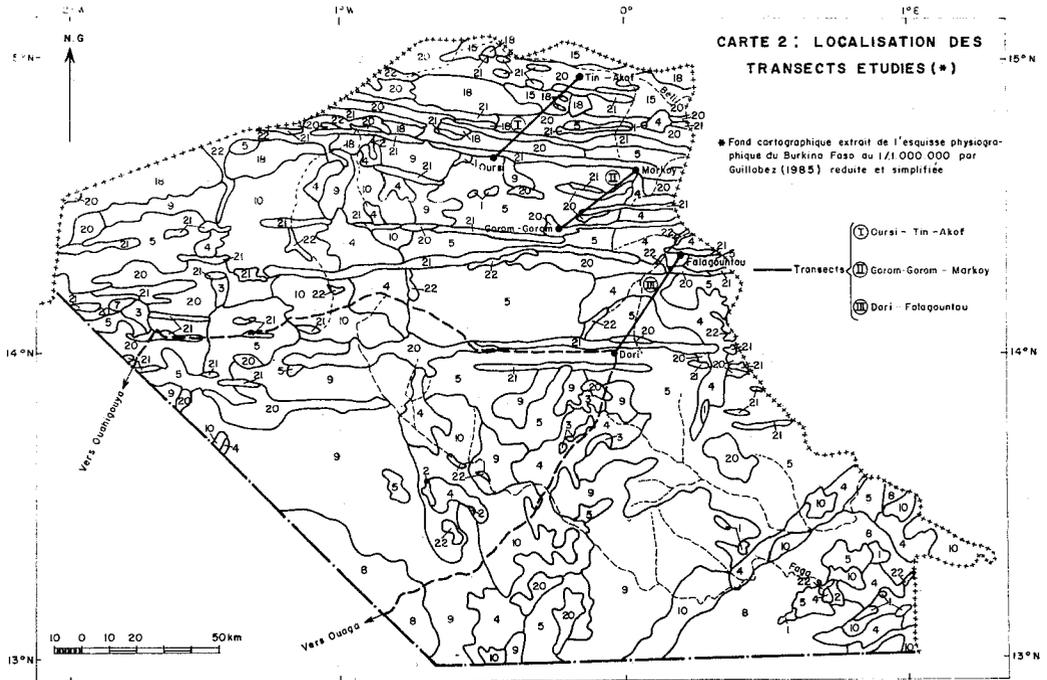
Le paysage est dans l'ensemble ondulé avec une inclinaison sensible vers TINAKOF localité située au bord du Beli, un des affluents du fleuve Niger. Le modelé de cette partie de la zone d'étude est largement imputable à la présence de cordons dunaires s'allongeant en direction sensiblement E.W. Ils colmatent ainsi les dépressions ou vallées du réseau hydrographique subactuel donnant naissance à plusieurs mares dont celle d'Oursi entre autres. Néanmoins, quelques formations indurées (cuirasse) existent et se présentent sous formes de plateaux étendus ou de buttes-témoins. De même des formations du précambrien apparaissent çà et là, correspondant aux unités 4, 5, 6, (précambrien supérieur) 15, 18 (précambrien inférieur) reportées sur le tableau I.

Au niveau de la végétation, le type et la composition floristique du couvert végétal varient en fonction des facteurs topographiques et des caractéristiques des sols. Il s'agit de steppes à épineux ou de savanes arbustives.

4.1.2. Transect 2 : Gorom-Markoy

A la différence du précédent transect, celui considéré ici offre un modelé essentiellement dû à l'extension des formations géologiques du précambrien moyen (unités 7 et 8) inférieur (unités 12, 14, 15, 16 et 18). Les dépôts quaternaires se limitent aux alluvions récentes le long des cours d'eau. Les dunes de sable, essentiellement des ergs anciens et les recouvrements éoliens, sont peu étendues. Cette différence lithologique et de modelé se traduit au niveau du transect 2 par une plus grande représentation du couvert végétal de type steppe lâche à épineux.

CARTE 2 : LOCALISATION DES TRANSECTS ETUDIES (*)



LEGENDE

UNITES PHYSIOGRAPHIQUES			PAYSAGES		
BOULIER AFRICAÏN	SURFACE D'APLANISSEMENT POLY- PHASEE ONDULEE	RELIEFS RESIDUELS	Buttes et collines du socles	1	Inselbergs; mornes; dômes et chaos rocheux. Groupes à versants très ravivés.
			Buttes de roches vertes	2	Reliefs élevés à versants à fortes pentes coiffés parfois d'une cuirasse.
			Collines de roches vertes	3	Reliefs moyennement élevés à versants à pentes moyennes à fortes; ravinement important.
			Depressions périphériques aux buttes de roches vertes	4	"Plaines" très planes à réseau hydrographique peu individualisé.
		ALTERATION KAOLINITIQUE	Croupes et glacis de dénudation	5	Croupes très planes et en général étroites; découpées par un réseau hydrographique "en berceau" très dense et peu entaillé.
			Croupes peu carapacées	7	Large croupes à faible convexité très entaillées par le réseau hydrographique en "V"
			Croupes moyennement carapacées	8	Croupes à faible convexité, quelques buttes résiduelles rocheuses et buttes ternois cuirassées, réseau hydrographique moyennement développé.
			Croupes très carapacées	9, 10	Croupes à convexité moyenne, présence de nombreuses buttes ternois cuirassées. Réseau hydrographique très dense à fortes entaillées.
BASSINS SEDIMENTAIRES ANTEQUATÉRIRES	GLACIS QUATÉRIRES ET RESES	ALTERATION MONTMORILLONITIQUE	Glacis de dénudation. Couvertes d'inondation	15	"Plaines" très planes à réseau hydrographique évasé. Nombreuses mares temporaires.
		ALTERATION KAOLINITIQUE	Moyen glacis cuirassé ou carapacé	18	Surfaces planes à modelé très mou, entaillées profondément par le bas-glacis et par les branches amont du réseau hydrographique en "V".
DEPOTS QUATÉRIRES	FORMATIONS EOLIENNES	Erg ancien et voies sableux	20	Cardons dunaires longitudinaux arçés et dunes arrondies peu épaisses. Réseau hydrographique évasé, mares	
		Erg récent	21	Cardons dunaires longitudinaux dissymétriques séparés par des sillons interdunaires.	
	VALLEES ALLUVIALES	Terrasses et remblais	22	Plaines alluviales parsemées de mares, parfois présence d'un remblai récent dans le lit en "U" de la rivière.	

SIGNES COMPLEMENTAIRES

+++++ Limite d'état Cours d'eau
 --- Limite de la zone d'étude Route

Tableau I : Les formations géologiques des toposéquences étudiées.

Les données géologiques présentées ci-dessous proviennent de la carte géologique de l'Oudalan (Delfour et Jeambrun, 1970).

Formations Géologiques N° Unité	Quaternaire	Précambrien		
		Supérieur	Moyen	Inférieur (Antebirimien)
1	Alluvions récentes			
2	Dunes et recouvrements éoliens			
3		Calcaire plus ou moins magnésiens		
4		Brèches silicifiées et jaspes		
5		Schistes argileux		
6		Conglomérats de ravinement à galet de jaspes. Grès quartzites et conglomérats		
7			Granophyres	Granites alcalins
8			Granites à gros grain à hastingsites et biotite	
9			Quartzites, quartzites (grauwaks) microconglomérats polygéniques	Birimien supérieur
10			Schistes sericiteux, schistes graphiteux, schistes tufacés, tufs, grauwaks	Birimien inférieur
11			Calco-chorito-schistes, prasinites	
12				Quartzites à muscovite et silimanite
13				Schistes et mica-schistes à biotite, muscovite et andalousite schistes et quartzo-schistes graphiteux, phyllade
14				Diorites, quartz-diorites
15				Ortho-amphibolites (metagabbros, dolérites, basaltes, tufs)
16				Orthogneiss et migmatites à amphibole et biotite
17				Gneiss à biotite, gneisse rubanés, migmatites
18				Granite, à biotite, granite pegmatoite, granite migmatique

4.1.3. Transect 3 : Dori-Falagountou

Il est le plus méridional des trois transects étudiés. Sa direction demeure cependant sensiblement SW-NE comme les deux premiers. A l'exception de la formation dunaire des environs de Dori et des alluvions récentes du quaternaire, seules les formations du précambrien moyen (Birrimien supérieur et inférieur) et inférieur sont observées tout au long de ce transect. Le paysage est dans l'ensemble assez ondulé avec un dénivelé d'environ 30 m entre les villes de Dori et de Falagountou, dû probablement à la situation de cette dernière au bord d'un des principaux affluents du Beli, dénommé Feldegasse.

La végétation est du type savane arbustive ou steppe à épineux en fonction des unités géomorphologiques.

Au total, il ressort de cette présentation que les trois transects se distinguent entre eux par les facteurs pédogénétiques suivants : géologie, modelé et couvert végétal. S'y ajoute un paramètre essentiel dans la zone d'étude : la pluviométrie. Ainsi le transect 1 est situé dans une région à pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 400 mm. Le transect 2 est localisé entre les isohyètes 400-500 mm et le dernier entre 500 et 600 mm. En définitive, les effets combinés de ces divers facteurs conduisent à la formation et au développement de types de sol fort différents.

4.2. Caractères des principaux types de sol des unités de la couverture pédologique du Sahel Burkinabè

D'une manière générale, la zone d'étude renferme une diversité de sols qui se traduit par la présence de 8 des 12 classes de sols prévues par la CPCS (op. cit.). Ici seuls, les sols isohumiques, les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse et les sols sodiques sont abordés à cause de leur importance dans la région et tels qu'illustrés sur les transects étudiés. L'analyse de leurs principaux caractères reportés sur le tableau III révèle ce qui suit :

4.2.1. Les sols isohumiques

- Ils regroupent : - les sols brun rouge subarides
- les sols bruns subarides vertiques
- les sols bruns subarides alcalisés

4.2.1.1. Les sols brun rouge subarides (unités f et d)

Ils se développent le long du transect 1 et se répartissent en sols brun-rouge subarides peu différenciés (unité f) ou Arenosols hapliques et en sols brun rouge subarides modaux (unité d) ou Arenosols luviqes. Les données du tableau III montrent que ces deux types de sol se distinguent l'un de l'autre par la couleur, la texture, la réserve d'eau utile et la réaction du sol (pH). Par contre ils possèdent tous une structure massive et une cohésion faible à moyenne. Ils ont également de faibles teneurs en matière organique (moins de 0,3 %) mais assez bien réparties dans les premiers 40 cm de sol. Ces caractères communs sont dus au fait que ces 2 types de sol se forment à partir d'un même matériau (sables éoliens). En revanche, les "modaux" se développent sur des ergs anciens et les "peu différenciés" sur ergs récents. Il s'ensuit une différence d'intensité des divers processus pédogénétiques (lessivage, lixiviation des bases, mouvements du fer..).

4.2.1.2. Les sols bruns subarides vertiques (unité e)

Ils apparaissent au niveau des glacis à pente faible ou dans les plaines mal drainées, sur matériaux argileux issus de roches basiques comme mentionné sur le tableau II. Ce sont des sols bruns (7,5 YR 4/2) devenant brun rougeâtre (5 YR 4/3) en profondeur. La structure passe de cubique moyenne à prismatique puis massive dans les horizons profonds. La texture s'affine de haut en bas du profil. Leurs propriétés chimiques figurent au tableau III. Elles indiquent un fort taux de saturation (90 % en moyenne), dès l'horizon de surface et un pH faiblement acide à neutre en surface devenant basique en profondeur. La CEC est comprise entre 42 et 55 meq/100 g d'argile. En relation avec le taux et le type d'argile que laisse présager cette CEC, la réserve d'eau utile atteint 4,5 % dans l'horizon de surface et jusqu'à 7 % en profondeur.

Tableau II : Répartition des unités pédologiques en fonction des principaux facteurs du milieu dans la zone sahélienne burkinabé

UNITES PEDOLOGIQUES (U.P)			Lithologie/Matériau	Unité géomorphologiques	Formations végétales	Observations
Symbole	TYPES DE SOL					
	Classification CPCS	Légendende FAO				
a	Lithosols	Leptosols eutriques	Affleurement de roches diverses/ roches éruptives ou métamorphiques	Massifs discontinus de granites, de quartzites en filons de dolérites	Végétation arbustive : Combretum nigricans, Gymnophera senegalensis	CONSOCIATION
b		Leptosols luviques	Cuirasses ferrugineuses affleurantes	Buttes témoins cuirassées du glacis supérieur et moyen	Rares; Loudetia togoensis, pennisetum	ASSOCIATION
c	Sols peu évolués d'érosion faciès ferrugineux (*)	Leptosols eutriques	Matériau gravillonnaire et débris de cuirasse reposant sur une dalle cuirassée	<ul style="list-style-type: none"> • Moyen glacis cuirassé • Piémont des buttes cuirassées périphériques 	Bush à Pterocarpus lucens et/ou à Combretacés Lannea acida; Pourpatia birrea	ASSOCIATION
d	Sols brun rouge subarides	Aeronosols luviques	Sables éoliens	Erg ancien	Savane arbustive contractée à Balanitès, Comniphora africana..., Tapis herbacé peu dense à Schoenfelda gracilis	CONSOCIATION
e	Sols bruns subarides vertiques	Cambisols chromi-vertiques	<ul style="list-style-type: none"> • Matériau argileux issu de roches basiques • Matériau argileux alluvionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Glacis de piedmont auréolant les collines rocheuses • Defluent 	<ul style="list-style-type: none"> • Steppe à Acacia seyal, Pterocarpus lucens • Forêt galerie 	CONSOCIATION

Tableau II : (suite) Répartition des unités pédologiques en fonction des principaux facteurs du milieu dans la zone sahélienne burkinabé

UNITES PEDOLOGIQUES (U.P)			Lithologie/Matériau	Unité géomorphologiques	Formations végétales	Observations
Symbole	TYPES DE SOL					
	Classification CPCS	Légendende FAO				
f	Sols brun rouge peu différenciés	Arenosols hapliques	Sables éoliens	Erg récent	Savane à Combretum glutinosum; quelques rares balanites; tapis à Aristida longiflora	CONSOCIATION
g	Sols bruns subarides faiblement alcalisés (**)		Matériau argilo-sableux issu de granite	Glacis à pente imperceptible mais fortement érodé	Steppe arbustive lâche à épineux : Acacia seyyal, Balanités	ASSOCIATION
h	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés modaux	Arenosols luviques	Sables éoliens	<ul style="list-style-type: none"> • Erg ancien à modelé en buttes • Replat sommital de cordon dunaire 	Savane arbustive basse senegalensis..., tapis à Aristida mutabilis, Cenchrus biflorus	CONSOCIATION
i	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à drainage limité en profondeur	Arenosols gleyi-luviques	<ul style="list-style-type: none"> • Sables éoliens • Sables fins argileux 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensablement à modelé à peine ondulé • Remblais éolisé modelé en cordons très bas 	Savane à Faidherbia albiada; Balanités aegyptiaca..., ou prairie à Cenchrus biflorus	CONSOCIATION
j	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à faciès peu différencié	Arenosols hapliques	Sables éoliens	Replat sommital de cordon dunaire	Savane arbustive à Combretum glutinosum, Faidherbia, Balanités; Tapis à Cenchrus biflorus	CONSOCIATION

Tableau II : (suite et fin) Répartition des unités pédologiques en fonction des principaux facteurs du milieu dans la zone sahéenne burkinabé

UNITES PEDOLOGIQUES (U.P)			Lithologie/Matériau	Unité géomorphologiques	Formations végétales	Observations
Symbole	TYPES DE SOL					
	Classification CPCS	Légende de FAO				
k	Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley modaux (**)	Gleysols eutriques	Matériau argileux issu de schistes argileux	Plaine alluviale	Savane à pourpatia birrea; Anogeissus Leiocarpus... sous strate à Guiera senegalensis, Piliostigma reticulata	ASSOCIATION
l	Sols hydromorphes à gley de profondeur	Gleysols eutriques	Matériau argilo-sableux à argileux	Mare (plaine lacustre endoréique)	Prairie hygrophile à vettvier	CONSOCIATION
m	Solonetz à structure à colonnettes de l'horizon B	Solonetz gleyiques	Matériau argilo-sableux issu de granites	Glacis à pente imperceptible	Steppe arbustive lâche à épineux : Acacia seyal, Balanités, quelques Baobab; Tapis à schoenfeldia gracilis	CONSOCIATION

REMARQUES :

(*) Les sols peu évolués d'érosion à faciès ferrugineux constituent un type de sol à large extension dans la zone d'étude. Ainsi ils représentent l'unité dominante des unités pédologiques b et k. Ils sont subdominants au niveau de l'U.P.c, et de l'U.P désignés par n sur la toposéquence 3, dominés respectivement par les sols bruns subarides vertiques de l'U.P.e et par les sols ferrugineux peu lessivés à drainage limité en profondeur de l'U.P.i.

(**) Les unités pédologiques constituées des associations de sol désignées par g et k ont comme types de sol dominants ceux indiqués dans les consociations m et e.

Tableau III : Principales Caractéristiques des Sols Etudiés

Unités Pédologiques		Aspect superficiel	Epaisseur (cm)	Couleur	Structure	Texture	Eléments Gros-siers	Consistance Cohésion	Matière Organique %	Azote Total ‰	Phosphore total ‰	K échangeable me/100 g de sol	Capacité d'échange cationique (CEC) me/100 g de sol	Taux de saturation %	PH (eau)	Réserve d'eau utile	
Symbole	Types de sol																
	Classification CPCS																Légende de FAO
a	Lithosols	Leptosols Eutri-triques	Epan dage de débris rocheux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
b		Leptosols Lithi-ques	Epan dage de débris gros-siers blocs de cuirasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
c	Sols peu évolués d'érosion à faciès ferrugi-	Leptosols Eutri-ques	Surface déca-pée gris beige clair; croûte grise; épanage fréquent de gravillons	Peu épais (cuiras-se à 30 cm)	Gris beige clair devenant brun rouge en profondeur	Massive à poly-drique	Sable li-moneux à limon sableux	30 % gravillons (débris de cut-rasse)	-	1	0.52	0.16	0.14 à 0.09	3.70 à 3.80	65 à 84	5.5 à 5.6	3.5 % à 3.8 %
d	Sols bruns rouge subari-des	Arenols Luviques	Fine couche de sables déliés jaune rouge clair recou-vrant de façon discontinue une croûte grise fragile	> 100	Brun vif (7.5 YR5/6) devenant rouge jaunâtre (5 YR5/6) en profondeur	Massive sur l'en-semble du profil	Sableux devenant sablo-li-moneux en pro-fondeur	Quelques gravillons après 140 cm en pro-fondeur	Cohésion moyen-ne sur l'en-semble du profil	0.26 à 0.07	0.20 à 0.11	0.11	0.18	0.95 à 1.60	Saturé	5.9 à 4.9	0.7 % à 2 %
e	Sols bruns subari-des ver-tiques	Cambi-sols Chromi-Verti-ques	Epan dage dis-continu de gra-villons, teinte superficielle très rouge	~ 100	Brun (7.5 YR4/2) devenant brun rougeâtre (5 YR4/3.5) en profondeur	Cubique moyenne devenant prismati-que puis massive en pro-fondeur	Limon argilo-sableux devenant argilo-sableux en pro-fondeur	Quelques concrétions ocre et noires à partir de 60 cm de profon-deur	Cohésion forte à moyen-ne	0.84 à 0.26	0.46 à 0.17	0.3	0.10	11.8 à 12.2	92 à 97	7.1 à 7.8	4.5 % à 5.8 %

Tableau III : (suite) Principales Caractéristiques des Sols Etudiés

Unités Pédologiques			Aspect superficiel	Epaisseur (cm)	Couleur	Structure	Texture	Eléments Gros-siers	Consistance Cohésion	Matière Organique %	Azote Total ‰	Phosphore total ‰	K échangeable me/100 g de sol	Capacité d'échange cationique (CEC) me/100 g de sol	Taux de saturation %	PH (eau)	Réserve d'eau utile
	Types de sol																
		Légende FAO															
f	Sols bruns rouge peu différenciés	Arenosols Hapliques	Sables déliés brun rouge, rejets plus rouges	> 100	Brun clair (7.5 YR5/5.5) devenant brun jaune clair en profondeur	Massive sur l'ensemble du profil	Sableux sur l'ensemble du profil	-	Cohésion faible à très faible	0.24 à 0.10	0.18 à 0.08	0.10	0.06 à 0.02	1.55 à 0.82	97 à 98	6.8 à 6.7	0.35 % à 0.25 %
g	Sols bruns subarides faiblement alcalisés	-	Surface brune à brun rouge	~100	Brun (7.5 YR/5) avec des tâches brun pâle (10 YR6/3) puis brun jaunâtre en profondeur	Cubique devenant massive en profondeur	Limon argilo-sableux devenant argilo-sableux en profondeur	-	Très dure	Propriétés analytiques analogues à celles décrites à m							
h	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés	Arenosols Luviques	Encroûtement gris noirâtre, écailloux	> 100	Jaune brunâtre (10 YR6/6) devenant jaune rougeâtre (5 YR6/8) en profondeur	Massive sur l'ensemble du profil	Sableux sur l'ensemble du profil	-	Cohésion moyenne à faible	0.24 à 0.07	0.23 à 0.09	0.03	0.10 à 0.04	1.45 à 1.90	97 à saturé	5.9 à 6.5	1.0 % à 2.1 %
I	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à drainage limité en profondeur	Arenosols Gleyi-Luviques	Sables déliés beiges	> 100	Brun jaunâtre clair (10 YR6/5) devenant vif (7.5 YR5/6) avec des marbrures beiges diffuses puis gris brunâtres clair (10 YR6/2.5)	Massive sur l'ensemble du profil	Sableux devenant limon sableux en profondeur	Concrétions après 120 cm de profondeur	Cohésion moyenne	0.28 à 0.14	0.14 à 0.10	0.08	0.09 à 0.07	1.20 à 11.65	Saturé	6.0 à 7.5	0.4 % à 3.9 %

Tableau III : (suite) Principales Caractéristiques des Sols Etudiés

Unités Pédologiques		Aspect superficiel	Epaisseur (cm)	Couleur	Structure	Texture	Eléments Gros-siers	Consistance Cohésion	Matière Organique %	Azote Total ‰	Phosphore total ‰	K échangeable me/100 g de sol	Capacité d'échange cationique (CEC) me/100 g de sol	Taux de saturation %	PH (eau)	Réserve d'eau utile	
	Types de sol																Légen-de FAO
	j	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à faciès peu différencié	Arenosols Hapliques	Sables déliés brun rouge	> 100	Beige rosé (7.5-10YR5-55/6) devenant brun rouge (7.5YR5/6) puis rouge jaune clair (7.5YR5/7) en profondeur	Massive devenant particulière en profondeur	Sableux sur l'ensemble du profil		Cohésion très faible sur l'ensemble du profil	Propriétés analytiques identiques à celles décrites à F						
k	Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley modaux	Gleysols Eutriques	Encroûtement brun jaune clair; termitières alvéolaires de même teinte	> 100	Brun (10YR5/3) devenant jaunâtre (10YR5/6) avec des tâches rouge jaunâtre (5YR5/8) et blanches en profondeur	Prismatique moyenne à fine sur l'ensemble du profil	Arglo-sableux devenant argileux en profondeur	Quelques concrétions noires en profondeur	Cohésion forte à excessive	0.8 à 0.15	0.43 à 0.31	0.36	0.10 à 0.13	3.95 à 8.05	84 à saturé	6.3 à 7.8	5.0 % à 8.2 %
l	Sols hydromorphes à gley de profondeur	Gleysols Eutriques	-	> 100	Gris très sombres (5Y3/1) avec des tâches ocres et des marbres gris clair (10YR7/2) en profondeur	Massive sur l'ensemble du profil	Argileux devenant argilo-sableux en profondeur	Quelques concrétions noires en profondeur	Plastiques	1.03 à 0.02	0.62 à 0.05	0.15	0.64 à 0.11	16.70 à 15.30	82 à saturé	5.2 à 7.4	8.6 % à 7.3 %

Tableau III : (suite et fin) Principales Caractéristiques des Sols Etudiés

Unités Pédologiques		Aspect superficiel	Epaisseur (cm)	Couleur	Structure	Texture	Eléments Gros-siers	Consistance Cohé-sion	Ma-tière Orga-nique %	Azo-te Total %	Phos-phore total %	K échangeable me/ 100 g de sol	Capa-cité d'é-change catio-nique (CEC) me/ 100 g de sol	Taux de satu-ration %	PH (eau)	Réser-ve d'eau utile	
Symbole	Types de sol																
	Classi-fication CPCS																Légen-de FAO
m	Solonetz à struc-ture à colon-nettes de l'ho-rizon	Solonetz Gleyi-ques	Croûte gris noirâtre sous tapis; surfaces décapées, dé-nudées brun clair	> 100	Gris (10YR6/1) avec des tâches jaune brunâtre (10YR6/6) de-venant brun (7.5YR5/1) avec des tâches brun pâle (10YR6/3) puis brun jau-nâtre (10YR5/5) avec des tâches brun jaunâtre clair en pro-fondeur	Massive devenant en colon-nettes de diamètre 20-30 cm à som-met ar-rondi puis pris-matique grossière et enfin massive en pro-fondeur	Limon sableux devenant limon argileux sableux en pro-fondeur	Concré-tions noires et amas de nodules calcaires après 140 cm de pro-fondeur	Cohé-sion moyen-ne à forte deve-nant exces-sive en pro-fondeur	1.35 à 0.24	0.55 à 0.23	0.26	0.16 à 0.12	7.6 à 19.2	70 à saturé	6.4 à 8.7	6.1 % à 6.5 %

4.2.1.3. Les sols bruns subarides alcalisés (unité g)

Associés aux Solonetz, ils semblent résulter du décapage des horizons supérieurs de ces derniers, suite aux phénomènes d'érosion hydrique qui se manifestent tout au long des glacis sur lesquels ils ont été observés. L'horizon B ainsi mis en évidence a une structure prismatique à cubique due à une troncature des sommets des colonnettes. Il comporte des taches brun pâle (10YR 6/3) sur fond matriciel brun (7,5YR 5/5). En profondeur ces sols ont une couleur jaunâtre. Quant aux autres caractères, ils demeurent semblables, Solonetz et sols bruns subarides alcalisés étant tous formés sur les mêmes unités géomorphologiques (tableau II) à partir de matériaux identiques.

4.2.2. Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse

Dans la zone étudiée, ne se développe que la sous-classe des sols ferrugineux tropicaux. Elle est constituée de deux groupes:

- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés.

Les premiers sont propres à cette partie septentrionale du Burkina. Ils font par conséquent l'objet d'une attention particulière ici, puisque les caractères des sols du second groupe constitué des sous-groupes "à concrétions" et "induré" ont été appréhendés dans des travaux antérieurs (PALLO *et al.*, 1989).

Ainsi les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés occupent une très grande superficie dans la zone sahélienne burkinabè. Ils sont associés aux formations dunaires du quaternaire et se subdivisent en trois principales unités : "peu différencié" ou Arenosols hapliques (unité j); "modal" ou Arenosols luviqes (unité h); et "à drainage interne limité en profondeur" ou Arenosols gleyi-luviqes (unité i).

La première unité se développe sur erg récent et les deux autres sur erg ancien. Il ressort des données du tableau III que cela provoque des différences au niveau de leurs caractères morphologiques mais n'entraîne pas d'importantes variations des propriétés physico-chimiques.

Deux raisons essentielles permettent d'expliquer la grande extension de ces sols dans la zone. Ils sont formés sur des dépôts sableux, pauvres en argiles, recouvrant une grande partie des formations du socle. La seconde raison est imputable à la faible pluviométrie qui ne favorise pas un lessivage important des argiles. La lixiviation des bases y est également modérée. Seuls les mouvements du fer sont appréciables, notamment dans l'unité "à drainage interne limité en profondeur".

4.2.3. Les sols sodiques

Ne sont concernés que les Solonetz à structure en colonnettes de l'horizon B (unité m) les plus répandus dans la zone étudiée. Ils correspondent aux Solonetz Gleyiques dans la légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO. Ils se développent sur des matériaux issus des formations granitiques du précambrien moyen et inférieur, riches en feldspath sodiques (granitiques alcalins ou calco-alcalins). Leurs principaux caractères morphologiques et physico-chimiques sont reportés sur le tableau III. Ils sont entre autres, caractérisés par d'importantes variations texturales et structurales qui provoquent un ralentissement du drainage interne. L'accumulation de calcaire secondaire sous forme de nodules, la formation de concrétions noires et la présence de tâches d'hydromorphie constituent les manifestations visibles de ce mauvais drainage.

En générale, ce type de sol s'observe sur des glacis à pente imperceptible mais l'on en rencontre également dans des mares comme celle d'OURSI et de DORI.

V. DISCUSSION

L'ensemble de ces résultats fait apparaître divers points dont les plus importants sont :

1. Une grande variété de sols liée aux conditions générales de la zone.

Ainsi en plus des sols fréquemment rencontrés au Burkina, s'ajoutent des sols ferrugineux peu lessivés et des sols bruns arides. On y remarque également une plus grande extension des sols sodiques à cause de la présence de nombreuses mares.

2. D'une façon spécifique, les facteurs du milieu exercent une influence profonde sur la formation et la répartition des sols.

- effets du climat : le gradient pluviométrique du sud plus humide, au nord plus sec, s'accompagne d'une plus faible représentation des sols liés aux niveaux d'aplanissement anciens; d'une substitution des sols ferrugineux lessivés par ceux du groupe des sols ferrugineux peu lessivés et des sols bruns eutrophes par les sols bruns arides (bruns subarides vertiques en particulier).

- effets du matériau parental : aux dépôts sableux du quaternaire correspondent des sols pauvres en argile, d'autant peu lessivés qu'ils sont localisés dans des régions à très faible pluviosité (partie nord de la zone d'étude). Ils appartiennent soit au groupe des sols ferrugineux peu lessivés, soit à celui des sols bruns arides. Dans un cas comme dans l'autre, il s'agit d'Arenosols hapliques d'après la légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO. Plus lithodépendants, les sols des formations du socle (précambien) sont par contre plus diversifiés. La tendance générale demeure cependant l'apparition des sols à complexe d'altération montmorillonitique sur les roches basiques (sols bruns subarides vertiques), les granites calco-alcalins riches en feldspath sodiques favorisant plus spécifiquement la formation de Solonetz.

- effets du modelé : ils se traduisent par ce qui suit :

* au niveau des modelés dunaires associés aux formations éoliennes, la séquence des sols se présente en général comme suit:

. Arenosols hapliques (sols ferrugineux peu lessivés peu différenciés, sols brun rouge subarides peu différenciés) sur les sommets convexes des dunes.

. Arenosols luviques (sols ferrugineux peu lessivés modaux, sols brun rouge subarides modaux) sur les versants/pente moyenne.

. Arenosols gleyi-luviques (sols ferrugineux peu lessivés à drainage interne limité en profondeur) en bas de versant.

* au niveau des modelés à forte dominance de formations géologiques du précambien, les sols associés se répartissent en:

. Lithosols et/ou sols peu évolués d'érosion (Leptosols) sur les collines.

. Sols bruns subarides vertiques (Cambisols vertiques) et sols sodiques (Solonetz gleyiques) sur les glacis selon que la roche mère est constituée de roches vertes (schistes) ou de granites calco-alcalins.

. Voir vertisols et surtout sols hydromorphes dans les plaines alluviales.

VI. CONCLUSION

La couverture pédologique de la zone sahélienne burkinabè comporte diverses unités de sols. Cependant les travaux menés ici sur trois transects indiquent que les effets combinés dans facteurs pédogénétiques tels que le climat (pluviométrie), la géologie et la géomorphologie induisent la formation et le développement d'unités de sols spécifiques à cette région septentrionale du Burkina. Il s'agit des sols ferrugineux peu lessivés et des sols bruns arides. Les sols sodiques ou salsodiques décrits dans d'autres parties du pays (KOLOGA, 1970; ZOMBRE, 1984) ont également une large extension dans cette zone. Une analyse plus globale des sols du sahel burkinabè permet de les scinder en deux grandes catégories : les sols du manteau d'altération kaolinique et les sols dunaires d'une part et les sols des formations du socle d'autre part. Les sols de la première catégorie ont pour principales caractéristiques :

- une structure massive à faiblement développée ;
- une texture moyenne à grossière ;
- une réserve d'eau utile inférieure à 4 % ;
- un complexe absorbant moyennement à faiblement désaturé;
- des pH faiblement acides ;
- des teneurs en matière organique n'excédant pas le plus souvent 0,6 %

Par contre, les sols de la deuxième catégorie sont caractérisés par :

- une structure moyennement à faiblement développée ;
- une texture plutôt fine ;
- une réserve d'eau utile plus élevée (environ 6 %) ;
- des pH neutres à basiques ;
- des teneurs en matière organique d'environ 1 % et plus.

Une telle subdivision a constitué une étape préliminaire indispensable pour appréhender l'organisation de la couverture pédologique de la région. Puis les autres facteurs (végétation, érosion, conditions de drainage..) ont permis d'affiner cette subdivision et d'obtenir des unités de terre homogènes dont les principales qualités/caractéristiques sont considérées dans l'étude d'évaluation des aptitudes des terres du sahel burkinabè (PALLO, en préparation).

Fig.1: TRANSECT 1: OURSI - TIN-AKOF

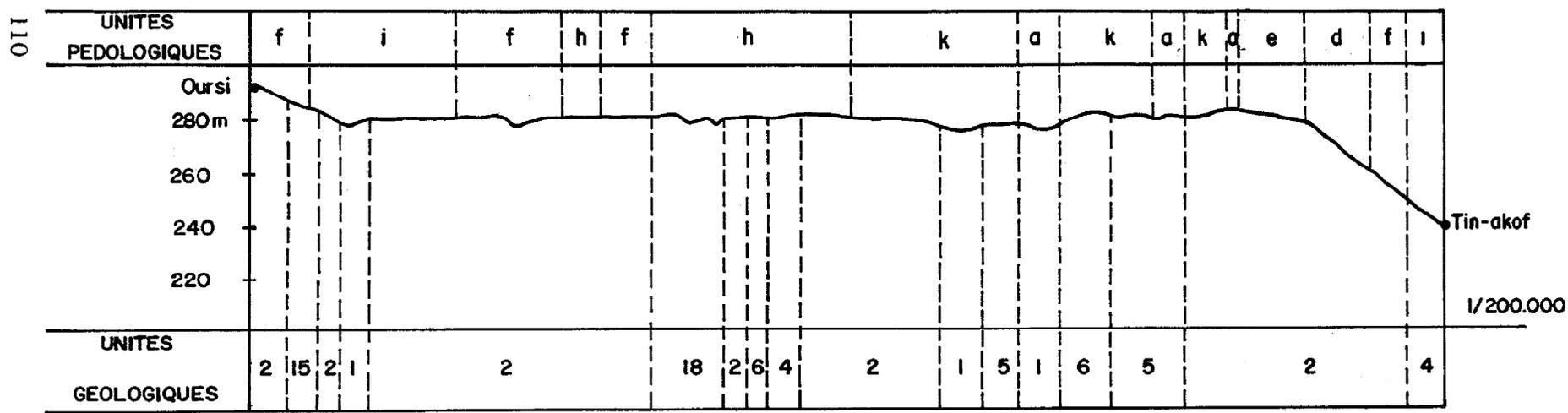


Fig.2: TRANSECT 2: GOROM-MARKOY

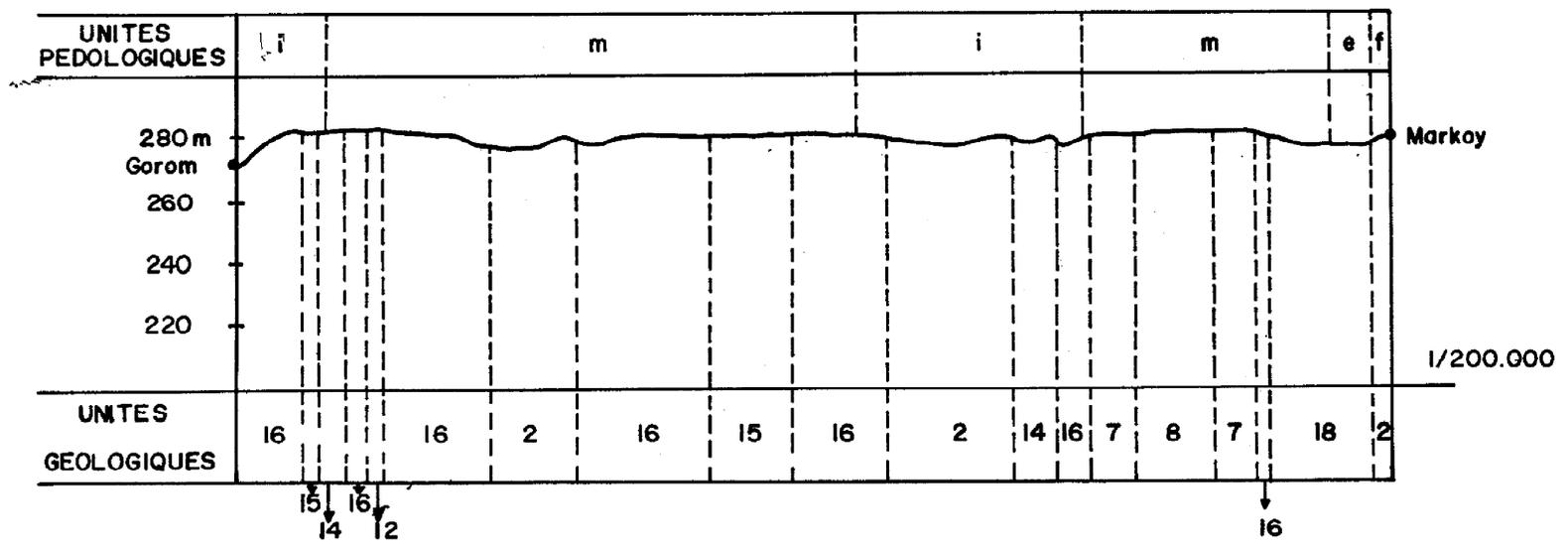
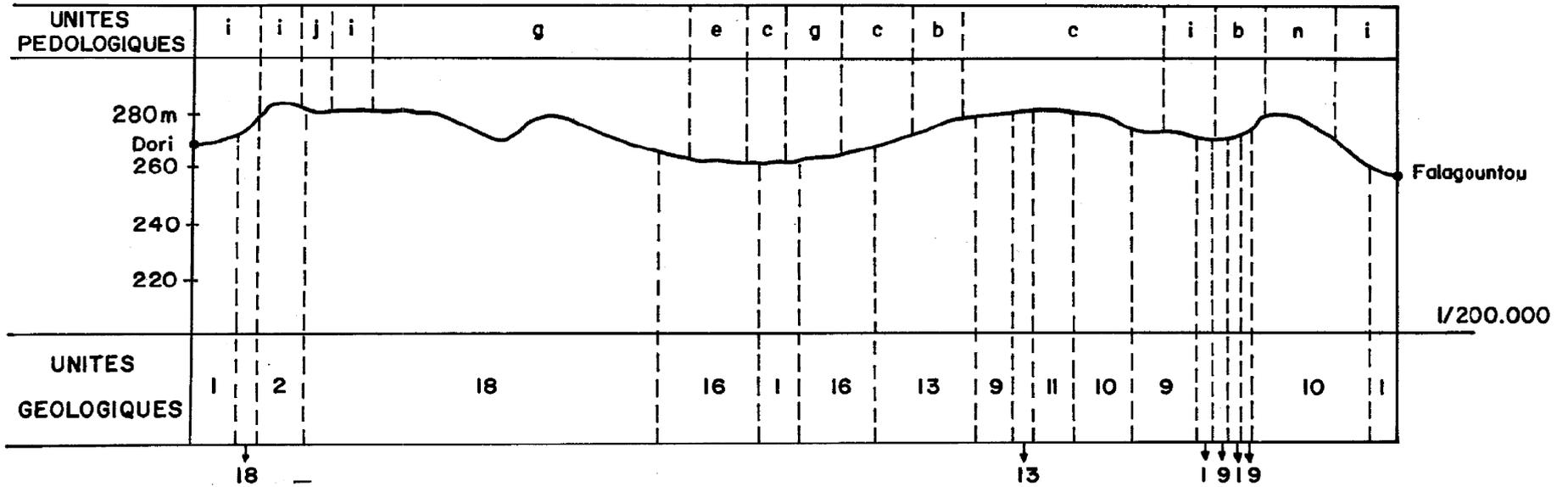


Fig.3: TRANSECT 3: DORI - FALAGOUNTOU



BIBLIOGRAPHIE

BOULERT, R., 1968.- Etude pédologique de la Haute-Volta-Région centre nord. Centre ORSTOM, Dakar-Hann, Sénégal, 331p. multigr.

BOULET, R., 1976.- Notice des cartes de ressources en sols de la Haute-Volta. Echelle 1/500.000, ORSTOM, Paris, 97 p.

BOULET, R. et LEPRUN J.C., 1969.- Etude pédologique de la Haute-Volta, région Est-Centre, ORSTOM, Dakar-Hann, Sénégal, 331 p. multigr.

BU.NA.SOLS, 1981.- Etude pédologique de reconnaissance de la région de la mare d'Oursi. Echelle 1/50.000. Rapport technique n° 25 ; BUNASOL, Ouagadougou, Burkina Faso.

BU.NA.SOLS, 1989a.- Etude pédologique de la mare d'Oursi. Echelle 1/10.000. Rapport technique n° 61 ; BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina Faso, 47 p.

BU.NA.SOLS, 1989b.- Etude pédologique de la région Nord de la mare d'Oursi. Echelle 1/50.000. Rapport technique n° 63; BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina, 88 p.

BU.NA.SOLS, 1990a.- Projet de schéma directeur de cartographie pédologique du Burkina ; BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina, 13 p.

BU.NA.SOLS, 1990b.- Etude morphopédologique et d'évaluation des terres de la zone du sahel burkinabè. Echelle 1/500.000. Rapport technique n° 71 ; BUNASOLS, Ouagadougou, Burkina, 78 p.

CPCS, 1967.- Classification française des sols. Edit. 1967. Laboratoire de géologie pédologie de l'ENSA Grignon, France.

DELFOUR, J. et JEAMBRUN, M., 1970.- Notice explicative de la carte géologique au 1.200.000. Carte géologique de l'Oudalan BRGM, Paris, France, 59 p.

F.A.O., 1976.- Framework for land evaluation. FAO soils Bull. N° 32; FAO, Italy, 72 p.

F.A.O., 1977.- Directives pour la description des sols. 2e édition; FAO, Rome, Italy.

F.A.O., 1983.- Guidelines : land evaluation for rainfed agriculture. FAO soils Bull. n° 52; FAO, Rome, Italy, 237 p.

F.A.O., 1984.- Land evaluation for forestry. FAO, forestry paper n° 48; FAO, Rome, Italy, 123 p.

F.A.O., 1985.- Land evaluation for irrigated agriculture. FAO, soils Bull. n° 55, FAO, Rome, Italy, 231 p.

F.A.O., 1987.- Guidelines : land evaluation for extensive grazing. FAO soils Bull. 3rd draft, FAO, Rome, Italy, 104 p.

F.A.O., 1988.- Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO. echelle 1/5.000.000. Rapport sur les ressources en sols du monde n° 60 ; FAO, Rome, Italy, 119 p.

GROUZIS, M., 1979.- Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche des formations végétales sahéliennes (mare d'Oursi-Haute-Volta) ACC, lutte contre l'aridité dans l'Oudalan Centre ORSTOM, Ouagadougou ; Burkina, 56 p.

GROUZIS, M. ; SICOTE AM., 1983.- Production séquentielle du bassin versant de la Mare d'oursi. Application à l'estimation des potentialités pastorales. Atelier FAO-IRSA, Dakar 16-18/11/83 ; Centre ORSTOM, Ouagadougou, Burkina, 6p.

GUILLOBEZ, S., 1985.- Esquisse physiographique du Burkina Faso ; échelle 1/1.000.000e in : cartes des milieux naturels du Burkina Faso, IRAT.

GUINKO, S., 1984.- Végétation de la Haute-Volta. Tome 1. Thèse Doct. es sciences naturelles Université de Bordeaux III, 318 p.

International crops research institute for the semi-arid tropics (ICRISAT), 1987.- Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest : le Burkina Faso. Bulle. d'information n° 23, Patancheru, A.P. 502342, Inde, 192 p.

Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux/centre technique de coopération agricole rurale (IEMVT/CTA), 1987.- Elevage et potentialités pastorales sahéliennes - synthèses cartographiques - Burkina Faso, IEMVT Maisons-Alfort, France.

Institut géographique national (IGN) - France, 1985.- Carte de l'Afrique de l'Ouest au 1/200.000. Burkina Faso, Feuille ND-30-XVIII (Dori)

KALOGA, B., 1970.- Etude pédologique des bassins versants des Volta Blanche et rouge (3e partie). Sols associés aux vertisols: sols halomorphes. Cahiers-ORSTOM, série Pédol. 8(2) : PP 187-219.

LE GRAND, PH., 1979.- Biomasse racinaire de la strate herbacée des formations sahéliennes (étude préliminaire). ACC lutte contre l'aridité dans l'Oudalan.

Centre ORSTOM - Ouagadougou, Burkina, 3p.

MUNSELL, 1975.- Soil color charts ed. 1975 - Soil test-inc.

PALLO F.J.P., en préparat.- Contribution à l'étude de la couverture pédologique de la zone sahélienne au Burkina -2ème partie : aptitudes aux cultures pluviales du mil, sorgho, arachide et niébé.

PALLO F.J.P., THIOMBIANO L., 1989.- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso : caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. in SOLTROP 89.

Actes du premier séminaire Franco-africain de pédologie tropicale ; Lomé, 6-12 février 1989 - Eds. ORSTOM- Coll. colloques et séminaire - Paris France, p. 307-322.

SICOT AM., 1978.- Cycle de l'eau et bilan hydrique dans les écosystèmes types du bassin versant de la mare d'oursi (Haute-Volta). Analyse préliminaire des données recueillies en 1977. Critiques des principes de base du bilan hydrique en milieu sahélic. ACC lutte contre l'aridité dans l'Oudalan ; Centre ORSTOM, Ouagadougou, Burkina 208 p.

TOUTIAN B., de WISPELAERE G., 1978.- Pâturage de l'ORD du sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma. Etude agrostologique n° 51 ; IEMVt, Maisons-Alfort, France, 3 tomes.

ZOMBRE NP., 1984.- Les sols développés sur roches à complexe d'artération montmorillonitique et kaolinique dans le centre sud de la Haute-Volta (caractères et fertilité). Thèse de Doct. 3è cycle - Univ. Aix-Marseille III, Marseille, France, 362 p.