

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

CENTRE UNIVERSITAIRE POLYTECHNIQUE

DE BOBO-DIOULASSO

(C.U.P.B)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

(I.D.R)

Institut d'Etudes et de Recherches

Agricoles

(I.N.E.R.A)

Recherche Productions Animales

(R.P.A)

Projet Optimisation de l'Elevage

(P.O.E)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural

OPTION : AGRONOMIE

Thème :

« ETUDE DES SOLS ET DE LEURS POTENTIALITES PASTORALES AU SAHEL
BURKINABE : CAS DE LA ZONE DE KATCHARI »

*Niem
411 SAN*



Juin 1996

SANOU Seydou

« Le sol est essentiel à la vie ; il est source de vie et la vie s'y termine. La connaissance du sol n'est pas inaccessible : chacun peut apprendre à connaître et comprendre le sol, au même titre qu'il sait reconnaître et comprendre une plante ou un animal » (RUELLAN, 1988).

DEDICACE

A ma grand-mère maternelle, artisane N°1 de ma réussite scolaire
A tous mes parents et amis pour leur soutien moral et matériel

Table des matières

Matières	Pages
Avant Propos	
Liste des sigles et abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3-22
I. Situation de la zone d'étude.....	3
II. Caractéristiques physiques.....	5
2.1. Climat.....	5
2.2. Sols et géomorphologie.....	7
2.3. Végétation.....	10
III. Environnement humain.....	12
3.1. Population.....	12
3.2. Activités socio-économiques.....	12
3.2.1. Agriculture.....	12
3.2.2. Elevage.....	13
IV. Système de production.....	13
4.1. Domaine pastoral ouvert.....	14
4.1.1. Sous-système « grand élevage peul ».....	14
4.1.2. Sous-système « petit élevage » des agriculteurs sédentaires.....	15
4.2. Zone agro-pastorale saturée ou domaine des éleveurs-agriculteurs.....	15
4.2.1. Sous-système des éleveurs-agriculteurs : élevage peul confié.....	15
4.2.2. Petit élevage individuel ou élevage des femmes.....	16
4.3. Zone agro-pastorale en équilibre instable : domaine des agro-éleveurs.....	16
V. Importance de la production primaire.....	17
5.1. Pâturages naturels.....	17
5.2. Disponibilité du fourrage.....	18
5.2.1. Disponibilité du fourrage herbacé.....	18
5.2.2. Disponibilité du fourrage ligneux.....	19

5.3. Qualité du fourrage.....	19
5.4. Capacité de charge.....	20
5.5. Facteurs de productivité.....	21
5.5.1. Facteurs du milieu.....	21
5.5.2. Facteurs liés à la plante.....	22
DEUXIEME PARTIE : METHODOLOGIE.....	23-29
I. Méthodes d'études des pâturages.....	23
1.1. Inventaire des herbacées.....	23
1.2. Mesure de la biomasse herbacée.....	24
1.3. Phénologie des espèces herbacées.....	25
1.4. Mesure de recouvrement des ligneux.....	26
1.5. Analyses des échantillons.....	26
II. Méthodes d'études et d'appréciation des sols.....	27
2.1. Prélèvements des échantillons de sol.....	27
2.2. Analyses biologiques, chimiques et physiques.....	27
2.2.1. Etude biologique : mesure de l'activité biologique.....	27
2.2.2. Analyses physiques et chimiques.....	29
TROISIEME PARTIE : RESULTATS - ANALYSES ET DISCUSSIONS.....	30-73
CHAPITRE I : Etude agro-pédologique.....	30-48
1.1. Description sommaire des profils pédologiques.....	30
1.1.1. Profil diom1.....	30
1.1.2. Profil Kat1.....	31
1.1.3. Profil Kat 2D.....	31
1.1.4. Profil Kat 2V.....	31
1.1.5. Profil Kat 3.....	32
1.2. Evolution de l'activité biologique.....	32
1.2.1. Analyse des courbes cumulées de la quantité de CO ₂ dégagée.....	32
1.2.2. Discussion.....	37
1.3. Caractéristiques physiques et chimiques des sols.....	42
1.3.1. Résultats d'analyses physiques et chimiques - Interprétation.....	42
1.3.2. Fertilité chimique des sols.....	46
1.3.3. Discussion.....	46

CHAPITRE II : Etude des pâturages.....	49 -59
2.1. Phénologie.....	49
2.2. Physiologie et caractéristiques des pâturages.....	53
2.2.1. Pâturage de dune sableuse.....	53
2.2.2. Pâturage de glacié décapé.....	54
2.2.3. Pâturage de dépression.....	55
2.2.4. Pâturage de l'ensablement.....	56
 CHAPITRE III : Analyse des relations entre le type de sol et les données sur les pâturages.....	 60-71
CONCLUSION GENERALE.....	72
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	74
ANNEXES.....	79

AVANT PROPOS

Si ce document est à mon actif, force est de reconnaître que sa réalisation a connu la contribution d'autres personnes morales et physiques qui ont fait montre de bonne volonté et de dévouement pour la réussite de l'étude. Je leur exprime ma profonde gratitude. Cependant une mention spéciale mérite d'être faite à l'endroit de :

M. NIANOGO A. Joseph, mon directeur de mémoire, chef de Programme Productions Animales à l'IN.E.R.A qui, outre son encadrement technique, n'a ménagé aucun effort pour créer les conditions favorables au bon déroulement du travail. La bonne formation technique et scientifique demeure l'une de ses préoccupations majeures.

M. ZOMBRE N. Prosper, co-directeur de mémoire, pour son appui technique et ses nombreuses sorties de terrains malgré ses occupations à l'IDR. Son souci de faire de moi un bon pédologue a prévalu tout le long du stage ;

M^{lle} SANON H. Oumou, mon maître de stage, pour son assistance technique constante et ses multiples déplacements sur le terrain. Sa franche collaboration et son esprit de solidarité ont été déterminants pour la réalisation de cette étude.

M. OUEDRAOGO Tinrmegson, chef du CRRA du Nord (Dori), pour sa contribution technique et ses conseils.

M. KOANDA Seydou, pour avoir facilité mon intégration au niveau du service et dont les aides sur le terrain et les conseils techniques m'ont été d'une utilité appréciable ;

M. ZOURE Honorat pour m'avoir aidé à faire les traitements statistiques. Sa bonne volonté et son esprit de collaboration franche sont à saluer.

M. ILBOUDO Jean-Baptiste pour sa contribution sur le terrain et ses conseils.

Mes remerciements vont ensuite au Projet Optimisation de l'Elevage, une convention de financement Burkina Faso - Pays Bas, pour son appui financier ayant permis l'aboutissement de ce travail. Je saisis l'occasion pour remercier la coordination dudit Projet en l'occurrence M. KAFANDO Abdoulaye pour avoir résolu, durant tout le stage, mes problèmes de logistique.

Que soient également remerciés :

M. SINON Boukari, au laboratoire de bromatologie du Programme Productions Animales et MOYENGA Moumouni au laboratoire du Programme ESFIMA pour leur dévouement lors des analyses bromatologiques.

M. PARE et M. SAWADOGO Moussa, au BUNASOLS, pour l'aide et les faveurs qu'ils m'ont accordées lors des analyses des échantillons de sol.

M. DOUNDOULOUGOU Seydou, au laboratoire de pédologie de l'Université de Ouaga, pour sa contribution lors des analyses biologiques.

Les conducteurs de la station de Katchari, notamment BAYALA Placide pour sa contribution et sa compréhension. Il a beaucoup contribué à mes travaux de terrain et est souvent resté avec moi au - delà des heures de service.

Le personnel du service, à tous mes amis, sans oublier mes parents pour leur soutien moral et matériel.

Que tous ceux qui, trop nombreux pour être cités nommément, m'ont apporté leur soutien et contribution trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ACC :	Lutte Contre l'Aridité
AFC :	Analyse Factorielle des Correspondances
AFCM :	Analyse Factorielle des Correspondances Multiples
BUNASOLS :	Bureau National des Sols
C :	Carbone
CE :	Conductivité Electrique
CEC ou T :	Capacité d'Echange Cationique
CEPE :	Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques
CNRS :	Centre National de Recherche Scientifique
CO ₂ :	Dioxyde de Carbone
CPCS :	Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols
CRRA :	Centre Régional de Recherches Agricoles
CTA :	Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale
DGRST :	Direction Générale à la Recherche Scientifique et Technique
ESFIMA :	Eau , Sol, Fertilisation, Irrigation et Machinisme Agricole.
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FDC :	Fondation pour le Développement Communautaire
IDR :	Institut du Développement Rural
IEMVT :	Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux
IN.E.R.A. :	Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles
INSD :	Institut National des Statistiques et de la Démographie
MA t :	Matière Azotée totale
MARA :	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
MARP :	Méthode Accélérée de Recherche Participative
MCD :	Ministère de la Coopération et du Développement
MDCRA :	Ministère Délégué Chargé des Ressources Animales
MM :	Matière Minérale
MO :	Matière Organique
MS :	Matière Sèche
N :	Azote
ORSTOM :	Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer
PDIS :	Projet de Développement Intégré du Sahel
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PSB :	Programme Sahel Burkinabé
S :	Somme des bases échangeables
SPA :	Sous Produits Agricoles

UBT : Unité Bétail Tropical

UNSO : United Nations Soudano - Sahelian Office

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Pages
Tableau n° 1 :	Les unités de végétation.....11
Tableau n° 2 :	Espèces dominantes.....11
Tableau n° 3 :	Effectifs du cheptel vif.....13
Tableau n° 4 :	Disponibilité annuelle du fourrage.....19
Tableau n° 5 :	Evolution du taux d'azote.....20
Tableau n° 6 :	Evolution de la quantité moyenne de CO ₂ dégagée et des concentrations de matière organique totale et de l'azote Kjeldahl.....41
Tableau n° 7a :	Caractéristiques physico-chimiques des sols de dépression, de glacis dénudé et végétalisé.....43
Tableau n° 7b :	Caractéristiques physico-chimiques des sols d'ensablement et de dune sableuse.....45
Tableau n° 8 :	Classification de la fertilité des sols étudiés.....46
Tableau n° 9 :	Hauteur maximale et vitesse maximale de croissance de quelques espèces herbacées.....50
Tableau n° 10 :	Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur la dune sableuse.....54
Tableau n° 11 :	Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur le glacis.....55
Tableau n° 12 :	Espèces ligneuses et herbacées dominantes dans la dépression.....56
Tableau n° 13 :	Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur l'ensablement.....57
Tableau n° 14 :	Récapitulatif des valeurs bromatologiques des pâturages.....58
Tableau n° 15 :	Récapitulatif des caractéristiques des quatre types de sols et de pâturages.....67-68
Tableau n° 16 :	Fertilité chimique des sols et production de biomasse herbacée.....69

LISTE DES FIGURES

Figures	Pages
Figure 1 : Carte de situation.....	4
Figure 2 : Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle de 1975 à 1995 - Dori.....	6
Figure 3 : Diagramme pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN - Dori (1995).....	6
Figure 4 : Climogramme de Dori (1995).....	8
Figure 5 : Abaque hydrothermique - Dori (1995).....	8
Figure 6a : Quantité de CO ₂ dégagée selon la période dans un sol de dune sableuse.....	33
Figure 6a.1 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison pré-hivernale selon la strate dans un sol de dune sableuse.....	33
Figure 6a.2 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison hivernale selon la strate dans un sol de dune sableuse.....	33
Figure 6a.3 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison post-hivernale selon la strate dans un sol de dune sableuse.....	33
Figure 6b : Quantité de CO ₂ dégagée selon la période dans un sol de dépression.....	35
Figure 6b.1 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison pré-hivernale selon la strate dans un sol de dépression.....	35
Figure 6b.2 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison hivernale selon la strate dans un sol de dépression.....	35
Figure 6b.3 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison post-hivernale selon la strate dans un sol de dépression.....	35
Figure 6c : Quantité de CO ₂ dégagée selon la période dans un sol de glacis végétalisé.....	36
Figure 6c.1 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison pré-hivernale selon la strate dans un sol de glacis végétalisé.....	36
Figure 6c.2 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison hivernale selon la strate dans un sol de glacis végétalisé.....	36
Figure 6c.3 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison post-hivernale selon la strate dans un sol de glacis végétalisé.....	36
Figure 6d : Quantité de CO ₂ dégagée selon la période dans un sol de glacis dénudé.....	38
Figure 6d.1 : Quantité de CO ₂ dégagée en saison pré-hivernale selon la strate dans un sol de glacis dénudé.....	38

Figure 6d.2 :	Quantité de CO ₂ dégagée en saison hivernale selon la strate dans un sol de glacis dénudé.....	38
Figure 6d.3 :	Quantité de CO ₂ dégagée en saison post-hivernale selon la strate dans un sol de glacis dénudé.....	38
Figure 6e :	Quantité de CO ₂ dégagée selon la période dans un sol ensablé.....	39
Figure 6e.1 :	Quantité de CO ₂ dégagée en saison pré-hivernale selon la strate dans un sol ensablé.....	39
Figure 6e.2 :	Quantité de CO ₂ dégagée en saison hivernale selon la strate dans un sol ensablé.....	39
Figure 6e.3 :	Quantité de CO ₂ dégagée en saison post-hivernale selon la strate dans un sol ensablé.....	39
Figure 7a :	Courbe de croissance en hauteur dans le sol de dépression.....	52
Figure 7b :	Courbe de croissance en hauteur dans le sol de glacis.....	52
Figure 7c :	Courbe de croissance en hauteur dans le sol de dune.....	52
Figure 7d :	Courbe de croissance en hauteur dans le sol ensablé.....	52
Figure 8 :	Projection des modalités des variables.....	61
Figure 9 :	Projection des individus et des modalités des variables.....	64

RESUME

L'élevage au Nord du Burkina Faso, plus particulièrement dans sa zone sahélienne, connaît de nombreux problèmes au nombre desquels on peut citer la dégradation des pâturages liée à celle des sols, supports trophiques des plantes, et à la mauvaise gestion des parcours elle-même liée à d'autres facteurs notamment l'insuffisance d'eau en saison sèche.

La recherche de solutions adéquates à ces problèmes passe par une connaissance des sols, source de vie des végétaux terrestres, et des capacités de production des pâturages liées aux propriétés édaphiques.

C'est dans cette optique que cette étude pédologique et agrostologique a été entreprise. Elle vise à déterminer les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de quatre types de sols (sols de dépression, de glacis, de dune et de l'ensablement) et à évaluer leurs potentialités pastorales.

Les sols ont dans l'ensemble une mauvaise fertilité globale qui est la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques. La physionomie et la structure des pâturages diffèrent selon les sols. La variation périodique de la qualité des pâturages est liée aux conditions climatiques. Des quatre types de sols évalués, les sols de dune présentent les meilleures potentialités pastorales, probablement à la faveur de leurs propriétés physiques. La production estimée pour ces sols est d'environ 4,92 tonnes de MS/ha/an soit une capacité de charge de 2,75 ha/UBT/an contre 0,84 tonne de MS/ha/an (capacité de charge de 9,23 ha/UBT/an) pour les sols de glacis qui semblent avoir les moins bonnes potentialités ; cela est lié à leur état de dégradation physique.

Mots clés : Sol ; Caractéristiques physico-chimiques et biologiques ; Potentialités pastorales ; Evaluation ; Sahel ; Burkina Faso.

INTRODUCTION GENERALE

Le milieu sahélien peut être considéré dans un sens général comme un écosystème défini par des conditions spécifiques d'aridité : caractère saisonnier et sporadique des pluies, longueur de la saison sèche, intensité de l'évaporation, forte variabilité des précipitations, précarité de la réserve en eau du sol, couverture végétale d'allure steppique...(LEVANG, 1978). C'est une région de « stress » typique (VON MAYDELL, 1992). Cependant, son climat sied bien à l'élevage, faisant d'emblée du Sahel une région d'élevage par excellence.

De telles conditions climatiques imposent des limites, souvent non respectées, à l'exploitation de cette région par les populations.

Selon OREV (1987), les ressources naturelles (sol et végétation) des zones arides et semi-arides se dégradent de plus en plus sous l'effet d'une pression anthropique accrue et du changement des conditions des populations qui exploitent ces ressources.

Les sols y sont très variables, avec des influences profondes locales sur la végétation, surtout causées par la disponibilité de l'eau (GEERLING, 1988). Cette végétation est essentiellement la steppe, donc à épineux et à tapis herbacé plus ou moins discontinu selon les unités géomorphologiques. Ainsi, nous observons des zones à recouvrement plus ou moins dense (cas des dépressions) et des zones à recouvrement quasi-nul (cas des affleurements cuirassés, des glacis décapés et/ou érodés, etc.).

La question fondamentale que se posent aujourd'hui de nombreux intervenants (chercheurs, vulgarisateurs, décideurs politiques, etc.) en productions animales est comment valoriser cette région à potentialités pastorales indéniables ? Comment assurer une exploitation rationnelle et durable des ressources naturelles ?

La connaissance de la production primaire et ses variations liées à celles des facteurs écologiques constitue un préalable important dans cette recherche de solutions durables (SICOT, 1976).

L'étude des sols et de leurs potentialités pastorales suscite pourtant quelques interrogations quant aux propriétés des sols et de leurs influences sur les pâturages :

- quelles sont les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols ?

- quelle est la physionomie des pâturages selon la nature du sol ?

- quelle est la phénologie des espèces selon les propriétés édaphiques et surtout les variations climatiques ?

- quelles sont l'abondance, la diversité et la qualité des espèces fourragères sahéennes relatives aux propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols ?...

Autant de questions qui ont conduit à cette étude couplée sol-végétation sur quatre types de sols : sols de dépression, de glacis, de dune et d'ensablement. Ces sols étant les plus représentés au Sahel. Ce mémoire issu de l'étude est organisé autour de trois (3) points principaux :

- dans une première partie, revue bibliographique, nous avons situé géographiquement et caractérisé sur le plan climatique la zone d'étude et fait l'état des connaissances sur les sols et leurs potentialités pastorales ;

- dans une deuxième partie, sont présentés les méthodes et matériels utilisés ;

- enfin les résultats obtenus constituent la troisième partie qui se compose de trois chapitres indiqués sous les dénominations : étude agro-pédologique, étude des pâturages, analyse des relations entre le type de sol et les données sur les pâturages.



PREMIERE PARTIE :
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

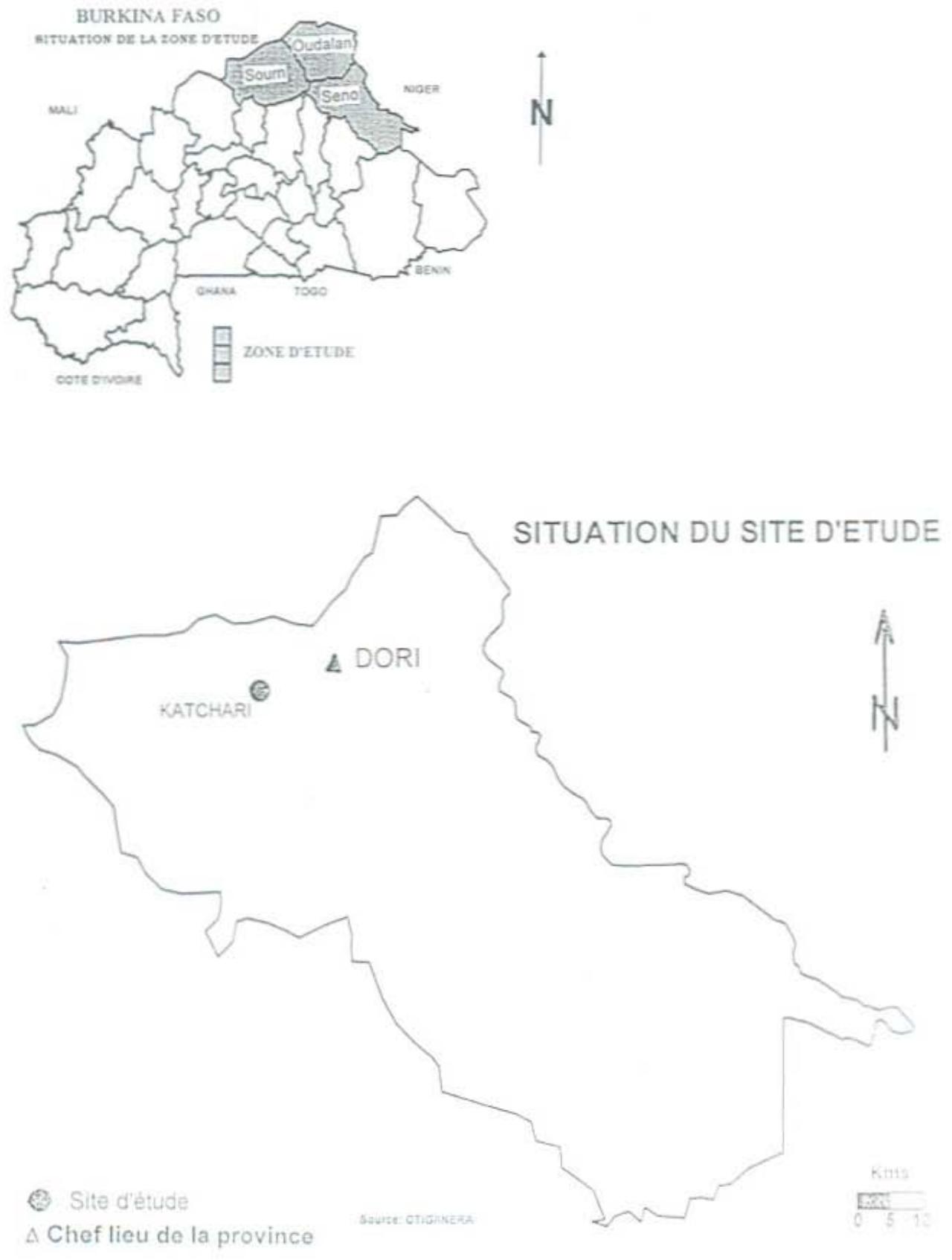
Le Sahel est généralement défini comme une zone écologique qui se trouve parmi les différentes zones climatiques et de végétation qui s'étendent de la côte Atlantique de l'Afrique de l'Ouest jusqu'au Soudan. Il est compris entre les 13^e et 17^e degrés de latitude Nord (DE RIDDER et al. , 1982).

Le Sahel du Burkina, notre foyer d'étude, occupe essentiellement la partie Nord du pays notamment les provinces du Soum, de l'Oudalan et du Seno (Fig.1). Il est compris entre 13° et 15° de latitude Nord (ZOUNGRANA, 1992).

L'étude s'est déroulée à la station de Katchari (station de recherche de l'IN.E.R.A.) et environnants soit « entre les latitudes 13°55' et 14°05' Nord et les longitudes 0°00' et 0°10' » (ZERBO, 1993). Elle est située à onze (11) Km à l'Ouest de Dori, chef lieu de la province du Seno (Fig.1).

Le site d'étude, à l'instar des autres parties du Sahel burkinabé, a une particularité basée essentiellement sur ses activités agro-pastorales et son environnement physique.

Figure 1 : Carte de situation



II. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

2.1. Climat

Pluviosité : elle est le facteur météorologique le plus important au Sahel car c'est le seul facteur qui varie de façon significative du Nord au Sud de la région. La pluviosité moyenne annuelle se situe entre 100 et 600 mm.

Pour sa part, le Sahel burkinabé a une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 400 et 600 mm.

La station de Katchari (données climatiques assimilables à celles de Dori), quant à elle, reçoit en moyenne 439,58 mm ($\sigma = \pm 93,66$) de pluie par an de 1975 à 1995 (Fig.2). Le climat y est caractérisé par une pluviométrie qui évolue de façon très marquée d'une année à une autre. Le risque d'apparition d'année déficitaire par rapport à la moyenne est élevé ; il est d'environ 50% (Fig.2).

A travers le diagramme pluviothermique (Fig.3), nous remarquons au cours de l'année 1995 :

- une période humide allant de la première décade de juin à la première décade du mois de septembre ;
- une période sèche, plus longue et encadrant la période humide ; elle part de janvier à la première décade du mois de juin et de la première décade de septembre à la fin de l'année.

Température : en 1995, les moyennes mensuelles de température variaient entre 21,14°C en janvier à 35,20°C en mai ; les maxima moyens mensuels sont élevés en avril - mai (42°C). Les minima moyens se situent en janvier (11,66°C) et février (14,67°C).

Figure 2 : Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle de 1975 à 1995 - Dori

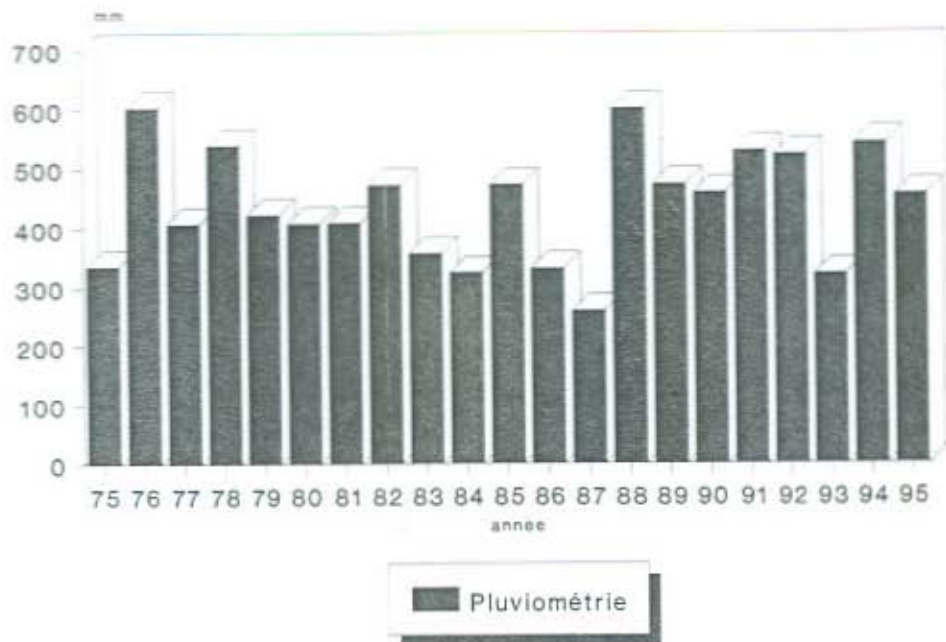
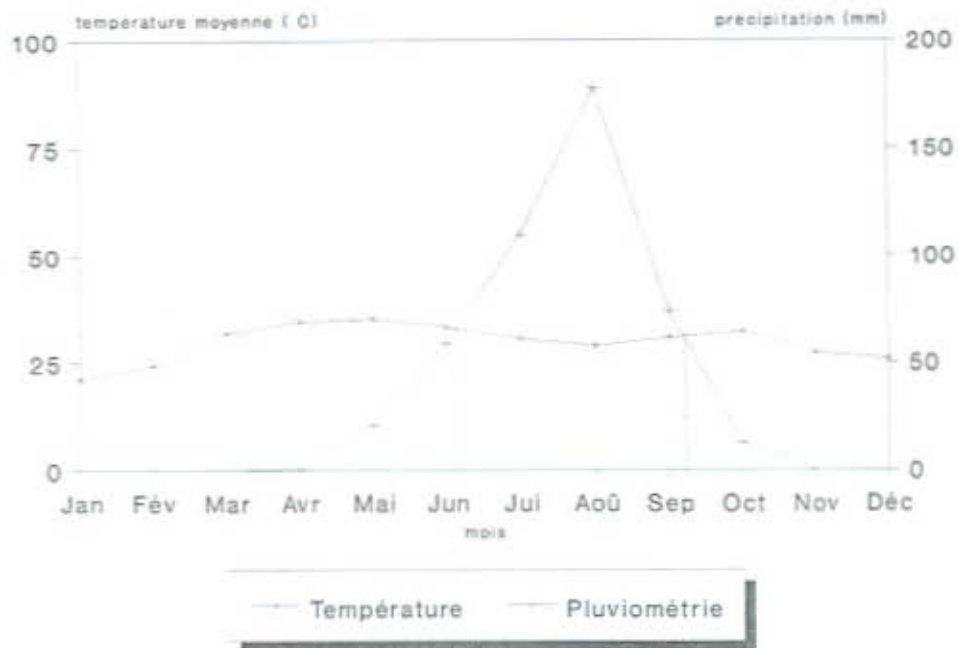


Figure 3 : Diagramme pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN - Dori (1995)



Le climogramme thermique (Fig.4) de cette année montre :

- quatre mois frais : novembre, décembre, janvier et février ;
- cinq (5) mois chauds : mars, avril, mai, juin et octobre ;
- enfin trois (3) mois intermédiaires : juillet, août et septembre.

Période active de végétation : une approche de la période de végétation active est obtenue à l'aide de l'abaque hydrothermique (Fig.5). Les températures moyennes et les pluies mensuelles sont reportées sur l'abaque. La période de végétation active correspond à celle où la pluviométrie est supérieure à celle de la courbe $(T - 6)$, c'est-à-dire température moins 6°C (TOUTAIN et al. , 1977). L'abaque offre donc, pour l'année 1995 à Dori, une période de végétation active d'environ un mois et demi allant de la première décade de juillet à la deuxième décade du mois d'août.

2.2. Sols et géomorphologie

Le Sahel burkinabé est caractérisé, à l'instar de la géomorphologie générale du pays, par un aplanissement très poussé résultant d'une longue évolution géomorphologique (ORSTOM, 1969). Selon cet organisme, dans les régions septentrionales du Burkina Faso, les sols ont des profils pédologiques moins profonds et les affleurements rocheux ou cuirassés sont plus abondants. Les sols y sont très diversifiés ; ils sont dans leur majorité de mauvais supports physiques pour la végétation en raison de leur compacité et de leur imperméabilité qui freinent

la circulation de l'eau. Ils sont généralement bien saturés et bien pourvus en éléments minéraux (LEPRUN, 1977 cité par GROUZIS, 1984).

Figure 4 : Climogramme de Dori (1995)

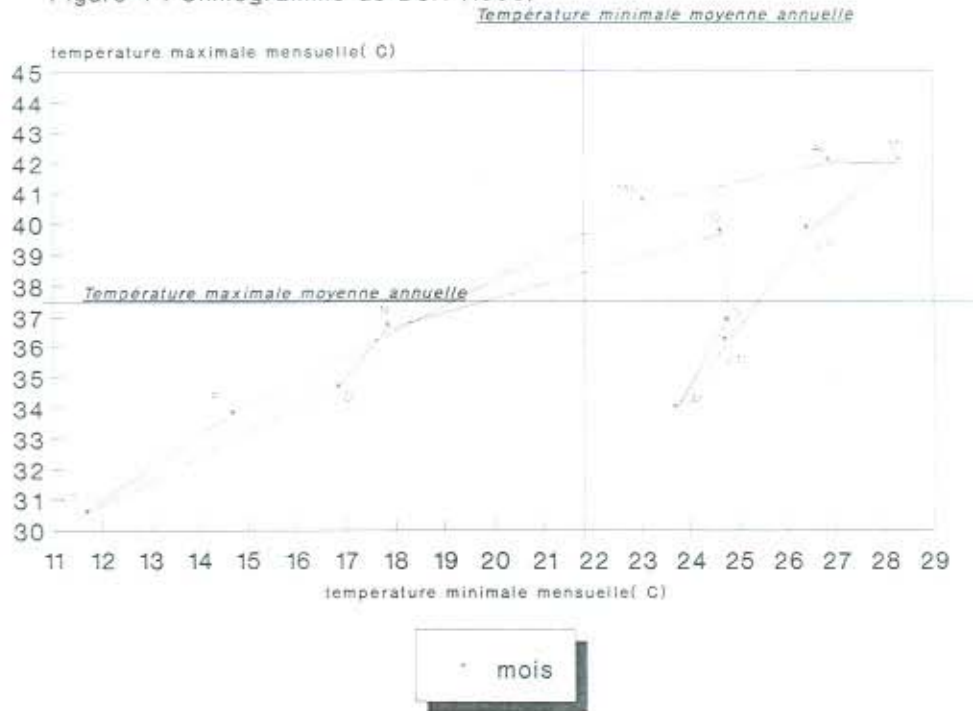
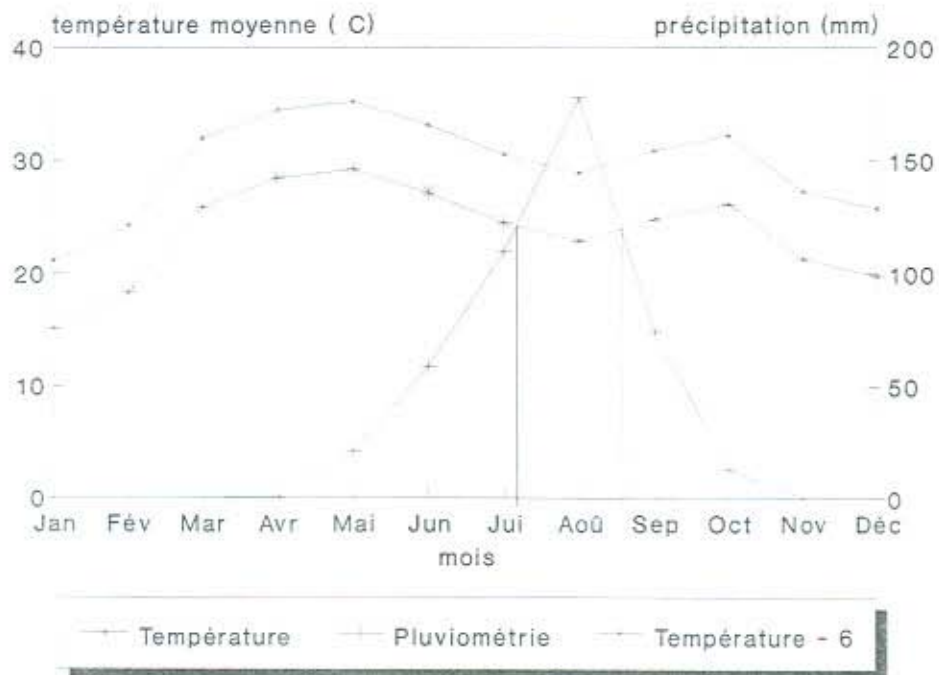


Figure 5: Abaque hydrothermique-Dori(1995)



Le Sahel est dominé selon la CPCS (1967) par les classes :

- des sols minéraux bruts ;
- des vertisols ;
- des sols peu évolués ;
- des sols hydromorphes ;
- des sols salsodiques ;
- des sols brunifiés ;
- des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse ;

En témoignent les études pédologiques réalisées par l'ORSTOM (1969) dans la région Centre-Nord du pays, par LEPRUN (1977) dans l'Oudalan et enfin par ZERBO (1993) dans la zone Katchari.

A l'issue de cette dernière étude, les données géomorphologiques et pédologiques ci-après sont recensées.

Le relief est peu élevé et constitué de buttes et affleurements cuirassés et de dunes sableuses. Ces buttes se rattachent aux talwegs par l'intermédiaire de glacis dont les formes et surtout l'intensité de l'érosion varient beaucoup et constituent des facteurs de distinction des glacis.

Sept (7) unités géomorphologiques ont été distinguées :

- buttes cuirassées démantelées et zones à recouvrement gravillonnaires ;
- glacis décapés ;
- glacis moyennement érodés ;
- les bas-fonds et les dépressions ;
- les dunes sableuses ;
- les glacis à recouvrement sableux d'épaisseur variable.

Une mention particulière doit être faite sur les quatre (4) dernières unités suscitées. En fait, c'est sur celles-ci que porte notre travail (évaluation des potentialités pastorales - détermination des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols).

On dénombre dans ces unités principalement :

- les sols peu évolués d'apport colluvial modaux ;
- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés ;
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions ;
- les sols bruns eutrophes peu évolués ;
- les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley ;
- les solonetz à structure peu dégradée ;
- les lithosols sur cuirasses ferrugineuses.

2.3. Végétation

Selon ZOUNGRANA et ZOUNGRANA (1992) la végétation du Burkina Faso est essentiellement constituée de savane soudanaise (2/3) au sud et de steppe (1/3) au Sahel dans le nord.

Le Sahel est le domaine des steppes à épineux du genre *Acacia*. On y distingue la steppe arborée et/ou arbustive et la steppe herbeuse. Ce sont des formations ouvertes c'est-à-dire à faible recouvrement végétal.

Les thérophytes (plantes annuelles) représentent plus de 50% des espèces végétales et jusqu'à 75% dans certains groupements (GROUZIS, 1984). Quant aux ligneux, le recouvrement ne dépasse pas en général 5% sauf dans les dépressions où on peut rencontrer des fourrés assez denses (DJITEYE et al. , 1982).

L'étude de la zone de Katchari par ZERBO (1993) montre que la végétation y est ouverte et constituée essentiellement de plantes annuelles en ce qui concerne la strate herbacée et de ligneux bas. Cela est illustré par les tableaux n°1 et n°2 ci-après.

Tableau n°1 : Les unités de végétation

Unités géomorphologiques	Unités de végétation
Buttes cuirassées et glacis décapés	herbacée très ouverte
Buttes cuirassées et glacis à ravines	herbacée ouverte
Glacis à ravines et glacis moyennement érodés	herbacée assez ouverte
Glacis à ravines	herbacée peu ouverte
Glacis à ravines Glacis dégradés Glacis moyennement érodés	herbacée/ligneuse basse ouverte
	herbacée/ligneuse basse assez ouverte
	herbacée/ligneuse basse peu ouverte
	herbacée/ligneuse basse fermée
Glacis moyennement érodé à erg ancien, glacis à ravines et glacis moyennement érodé	herbacée/ligneuse basse/ligneuse haute fermée
Glacis à ravines	herbacée/ligneuse haute peu ouverte
Bas-fonds et glacis moyennement érodés à erg ancien	ligneuse haute claire à assez dense

Tableau n°2 : Espèces dominantes

Strate herbacée	Strate ligneuse
<i>Schoenefeldia gracilis</i> (a)	<i>Acacia raddiana</i>
<i>Panicum laetum</i> (a)	<i>Combretum micranthum</i>
<i>Aristida adscensionis</i> (a)	<i>Balanites aegyptiaca</i>
<i>Cassia tora</i> (a)	<i>Ziziphus mauritiana</i>
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (a)	<i>Acacia seyal</i>
<i>Cenchrus biflorus</i> (a)	<i>Combretum aculeatum</i>
<i>Andropogon gayanus</i> (p)	<i>Guiera senegalensis</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (a)	<i>Acacia albida</i>
<i>Brachiaria deflexa</i> (a)	<i>Maerua crassifolia</i>
<i>Brachiaria distichophylla</i> (a)	<i>Diospyros mespiliformis</i>
<i>Zornia glochidiata</i> (a)	

(a) = annuelles

(p) = pérennes

III. ENVIRONNEMENT HUMAIN

3.1. Population

Le Sahel burkinabé compte une population de 604 224 habitants soit une densité de 16 habitants au km² (INSD, 1990 cité par TRAORE, 1995). Cette population comprend une dizaine d'ethnies dont les plus représentées sont :

- les Peuls (35%) ;
- les Rimaïbé ou Songhaï (20%) ;
- les Mossi (19%) ;
- les Fulsés (15%) ;
- Autres : Songhraï, Touareg, Gourmantché,... (11%).

Katchari, avec une superficie de l'ordre de 31,52 km², comptait 987 habitants en 1994 (FDC, cité par IN.E.R.A., 1995) soit une densité moyenne de 29,8 habitants au km². Les Peuls, les Malébés, les Machobés et les Bella sont les ethnies les plus rencontrées.

3.2. Activités socio-économiques

Une des caractéristiques socio-économiques fondamentales du Sahel burkinabé réside dans la coexistence généralisée de l'agriculture et de l'élevage, et donc, dans la pratique de l'agro-pastoralisme.

3.2.1. Agriculture

Pour mieux appréhender les potentialités et les contraintes de l'élevage, il faut considérer le développement de l'agriculture au Sahel car les deux (2) activités utilisent une ressource commune : le sol.

Extensive, l'agriculture au Sahel burkinabé occupait une faible superficie. Selon les chiffres de la FAO (1979) donnés par DJITEYE et al. (1982) les superficies des cultures et jachères ne représentaient qu'un dixième de la superficie exploitée par l'élevage. Cependant de nos jours on constate une augmentation des surfaces cultivées. Ainsi, selon UNSO (1991) l'agriculture est actuellement la principale activité économique de 82% des sahétiens interrogés dans le Yagha au Sud - Est de la province du Seno. *Pennisetum thyphoïdes* et accessoirement *Sorghum bicolor* se révèlent comme les cultures importantes au Sahel du Burkina.

3.2.2. Elevage

L'activité de l'élevage concerne directement 28 à 35% de la population active du Burkina et contribue pour 8,5% au Produit Intérieur Brut (P.I.B.).

Au Sahel, les densités par rapport à l'espace pastoral (21 000 km²) étaient de 0,16 bovin et 0,22 ovins et caprins à l'hectare en 1982. Les effectifs du cheptel vif au Burkina en général et au Sahel en particulier se présentent comme suit, d'après les enquêtes menées par la Cellule Statistiques Animales du MARA (1991), dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°3 : Effectifs du cheptel vif

Espèces	Burkina Faso	Sahel
Bovins	4 015 600	501 500
Caprins	6 692 600	1 406 800
Ovins	5 198 400	601 600
Porcins	518 000	1 000
Asins	419 100	45 800
Camélins	12 400	12 400

IV. SYSTEME DE PRODUCTION

Le corollaire des potentialités et des contraintes de l'environnement ainsi que des conditions socio-économiques est la diversité des systèmes de production suivant les zones.

Actuellement, les systèmes de production au Sahel Burkinabé tendent vers l'agropastoralisme (MILLEVILLE et al. , 1982 cité par OUEDRAOGO, 1991). En effet, OUEDRAOGO (1991), dans son document sur les systèmes de production dans le Sahel Burkinabé, distingue trois zones homogènes en la matière :

- la zone pastorale ouverte en détresse, la plus septentrionale du Sahel Burkinabé, qui s'étend d'Est en Ouest sur les provinces de l'Oudalan et du Soum. Sa limite Sud correspond à l'isohyète 300 mm ;

- la zone agro-pastorale ou le domaine des éleveurs - agriculteurs qui va de la limite Sud de la zone pastorale jusqu'à l'isohyète 450 mm touchant ainsi toutes les trois (3) provinces du Sahel Burkinabé ;

- enfin, la zone en équilibre instable ou le domaine des agro-éleveurs; c'est la zone de transition entre le climat Sahélien typique et soudanien dont la limite Nord correspond à l'isohyète 550 mm.

Divers sous-systèmes sont observés dans ces zones.

4.1. Domaine pastoral ouvert

4.1.1. Sous-système « grand élevage peul »

C'est un élevage de type extensif basé essentiellement sur les bovins avec des troupeaux ayant plusieurs centaines de têtes. Ce type d'élevage se caractérisait aussi par la mobilité quasi-permanente des éleveurs avec leurs animaux que l'on qualifie tantôt de transhumance tantôt de nomadisme. La production laitière constituait l'unique fonction

productive du troupeau et l'animal était considéré comme un objet d'accumulation et d'épargne. Mais de nos jours la taille des troupeaux est telle que les grands déplacements s'avèrent inutiles et une autre fonction, la vente des animaux, s'ajoute à celle de la production de lait. De petits champs de mil viennent en appui à l'élevage.

4.1.2. Sous-système « petit élevage » des agriculteurs sédentaires

Agriculteurs de tradition, ces producteurs sont devenus aussi des éleveurs suite à l'insuffisance accrue de production végétale liée aux caprices pluviométriques au fil des années. Cette tendance, l'association de l'élevage aux activités de culture, vise à atténuer l'effet de la sous-production des cultures vivrières (les animaux pouvant être vendus pour s'approvisionner en vivres). Etant sédentaires, les producteurs élèvent essentiellement les petits ruminants, surtout les chèvres, qui sont conduits en saison hivernale par les enfants et laissés à eux-mêmes en saison sèche.

4.2. Zone agro-pastorale saturée ou domaine des éleveurs-agriculteurs

Elle comprend deux sous-systèmes. Ce sont:

4.2.1. Sous-système des éleveurs-agriculteurs : élevage peul confié

Ce sous-système est une transformation du grand élevage peul de la zone pastorale ouverte. Sédentarisés, les éleveurs (peul) traditionnels suite à une restriction des espaces pastoraux et aux années de mauvaise pluviométrie, se sont vus obligés d'associer à l'élevage l'agriculture créant du même coup une difficulté dans la gestion de la main d'oeuvre familiale. Ce qui conduit à un confiage du troupeau. On distingue deux cas :

- l'élevage confié à d'anciens captifs : la conduite du troupeau est assurée par un « captif » sous le contrôle du « maître » et propriétaire. Le contrat entre bouvier et propriétaire est tacite et fondé sur des vestiges de domination de nature « féodale ». Cependant, on peut constater des appuis alimentaires et des gratifications en bétail de la part du propriétaire. Les produits,

notamment le lait qui est l'objectif premier de ce sous-système, reviennent en grande partie au propriétaire ;

- éleveurs sans bétail ou élevage des propriétaires absentéistes : à la différence du premier cas, une main d'oeuvre salariale est utilisée pour le gardiennage des troupeaux. Les animaux appartiennent à des fonctionnaires et/ou à des commerçants résidents dans les grands centres tels que Dori, Gorom, Djibo, et parfois même Bobo ou Ouagadougou,...Ils ne visitent le troupeau qu'en cas de prélèvement périodique. La conduite du troupeau et la décision d'aller en transhumance relèvent du bouvier. Dans ce cas le lait n'est plus un objectif majeur ; l'élevage est plutôt axé sur des taurillons destinés à l'exportation.

4.2.2. Petit élevage individuel ou élevage des femmes

Cet élevage est réalisé par la femme sahélienne afin de combler le manque à gagner dû à l'insuffisance du lait et d'autres problèmes que connaît l'élevage contemporain au Sahel Burkinabé. Il est basé sur les petits ruminants, essentiellement sur l'espèce ovine et est pratiqué non loin des cases ; c'est de l'embouche traditionnelle qui dure six (6) à douze (12) mois. L'animal bénéficie des résidus de cuisine, de l'herbe naturelle et des SPA. L'objectif de ce type d'élevage est la vente.

4.3. Zone agro-pastorale en équilibre instable : domaine des agro-éleveurs

Cette zone d'agriculteurs, récemment peu peuplée, connaît l'arrivée et la sédentarisation des éleveurs peul du Nord. Elle se caractérise par une disponibilité en terres arables. Il y existe des relations de type concurrentiel voire conflictuel entre agriculteurs sédentaires et pasteurs peul venus du Nord et des pays voisins.

Ces relations de type conflictuel sont généralement liées à la mauvaise gestion de l'espace agro-pastoral. Le plus souvent les éleveurs se sentent encombrés par la présence de champs dans les zones pastorales et désapprouvent une réduction de la production primaire.

V. IMPORTANCE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE

La production secondaire, viande et lait surtout, revêt une importance fondamentale sur le plan alimentaire compte tenu de leur teneur élevée en protéines d'origine animale.

Le lait a une teneur en matière protéique de 35 g.l^{-1} ; sa valeur énergétique atteint 690 Kcal.l^{-1} . Il contient des éléments minéraux tels que les ions calcium (Ca^{2+}) avec une teneur de $1,25 \text{ mg.l}^{-1}$ et le phosphore à $0,96 \text{ mg.l}^{-1}$. OUEDRAOGO (1990) et KERVEN (1987) cités par KOANDA (1995) indiquent que la digestibilité du lait est élevée ($95\% \pm 3\%$) et que 25% des besoins énergétiques de nos populations peuvent être couverts par le lait contre 30 à 50% pour les céréales.

Les zootechniciens traduisent souvent la production primaire en Kg de ces produits (viande, lait). Les besoins d'un bovin de 250 Kg sont évalués à 6,25 Kg de matière sèche par jour (DE RIDDER, 1982).

La quantité et la qualité de la production primaire déterminent la production secondaire. De façon générale, comment se présentent cette production primaire (sa physionomie et ses caractéristiques) et les facteurs affectant sa productivité ?

5.1. Les pâturages naturels

Dans la plupart des travaux de classification effectués au Sahel, les unités de pâturages sont définies à partir des composantes du substrat (BADIARA, 1986).

Les sept (7) unités morphopédologiques précédemment distinguées correspondent à sept (7) classes de pâturages (POISSONET, 1992). Cependant on peut distinguer essentiellement trois (3) unités de pâturages :

- les pâturages des systèmes dunaires ou des ensablements qui sont dominés par des espèces annuelles comme *Cenchrus biflorus*, *Aristida adscensionis*, *Eragrostis tremula* en association avec des ligneux tels que *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca* ;
- les pâturages des glacis : ils sont également constitués presque exclusivement d'herbacées annuelles parmi lesquelles nous pouvons citer *Schoenefeldia gracilis*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, *Eragrostis tremula*, *Aristida adscensionis*. Les espèces ligneuses qui y sont rencontrées fréquemment sont *Acacia raddiana* et *Ziziphus mauritiana* ;
- les pâturages de dépressions : la végétation y est abondante. Elle garde sa strate herbacée verte trois (3) mois ou même au delà après la saison pluvieuse (BOUDET, 1991). Les herbacées annuelles rencontrées sont *Panicum laetum*, *Echinochloa colona*, *Ctenium elegans* et les vivaces se résument à *Andropogon gayanus* et certaines espèces de *Cyperus*. Les dépressions sont aussi les lieux privilégiés des ligneux tels que *Anogeissus leiocarpus*, *Piliostigma reticulatum* et *Acacia seyal*.

5.2. Disponibilité du fourrage

La biomasse annuellement produite (potentiel fourrager) n'est pas directement convertible en disponible fourrager. En effet, la quantité et la qualité du fourrage disponible dépendent non seulement de la production mais également des pertes, de l'accessibilité et de la sélectivité du bétail.

5.2.1. Disponibilité du fourrage herbacé

Selon BREMAN et al. (1991) citant BOUDET (1978) la norme selon laquelle la fraction consommable représente un tiers de la production herbacée annuelle, tient compte des diverses pertes et de la nécessité de protéger le sol.

TOUTAIN et LHOSTE (1978) constatent aussi que dans le nord du Burkina le coefficient réel d'utilisation est de plus de 40% dans le cas d'une utilisation intensive des pâturages.

Pourtant, compte tenu des indications en matière de surpâturage, ils trouvent que le coefficient de 35% apparaît comme le plus adéquat.

5.2.2. Disponibilité du fourrage ligneux

La différence entre la production annuelle des ligneux et la disponibilité est déterminée surtout par l'appétibilité qui demeure une caractéristique relative. Il paraît impératif de noter que tout le pâturage n'est pas accessible par le « bétail » à moins que l'homme n'intervienne par la coupe.

Pour le bétail du Sahel, 25% de la production primaire est accessible (BREMAN, 1991). Selon le même auteur, le tableau suivant présente la disponibilité annuelle totale en fourrage (en $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) et les parts respectives des strates herbacée et ligneuse pendant des années normales et sèches.

Tableau n°4 : disponibilité annuelle du fourrage(1991)

	Nord du Sahel		Sud du Sahel*	
	années normales	années sèches	années normales	années sèches
total (Kg)	250	50	800	500
strate herbacée	0,92	0,80	0,80	0,80
fourrage ligneux	0,08	0,20	0,20	0,20

* : le Sahel burkinabé se situe dans cette zone

5.3. Qualité du fourrage

Le taux d'azote est une donnée importante dans l'appréciation de la qualité du fourrage. Il fluctue selon le milieu et la période.

Le tableau n°5 indique le taux d'azote par zone climatique au cours de la saison sèche, des années normales et sèches pour la strate herbacée et le fourrage ligneux.

Tableau n°5 : évolution du taux d'azote

	Nord du Sahel		Sud du Sahel	
	années normales	années sèches	années normales	années sèches
Fin de saison de croissance :				
herbacées	14,6	22,7	9,7	10,7
ligneux	18,2	18,2	17,5	17,5
Fin de saison sèche :				
herbacées	7,7	11,3	5,4	6,0
ligneux	12,0	12,0	11,6	11,6
moyenne pondérée de la saison sèche :				
herbacées	9,9	14,9	5,9	6,5
ligneux	15,1	15,1	14,6	14,6

Source : BREMAN (1991) Unité : en g.Kg⁻¹ de MS

5.4. La capacité de charge

Selon BOUDET (1978) cité par GROUZIS (1984), la capacité de charge d'un pâturage est la quantité de bétail qu'il peut supporter sans se dégrader, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids ou produire du lait.

Sur la base de la disponibilité totale du fourrage pendant une saison sèche (mauvaise saison), les pâturages sahéliens présentent de façon générale des capacités respectives de 45,5 et 3,9 ha par UBT pour le Nord et le Sud du Sahel (BREMAN, 1991).

Selon POISSONET(1992), la station de Katchari offre, singulièrement, une possibilité de pâturage de 120 UBT/ha/ an soit 17 UBT pour la production ligneuse et 103 pour les herbacées.

5.5. Facteurs de productivité du pâturage

La quantité et la qualité du fourrage produit sont fonction de divers facteurs dont les principaux sont ceux du milieu et ceux liés à la plante elle-même.

5.5.1. Facteurs du milieu

Ce sont essentiellement le climat, le sol et l'exploitation.

Climat : la pluviosité est le facteur climatique principal. DJITEYE et al. (1982) remarquent qu'il y a plus de biomasse à un endroit donné au fur et à mesure que la pluviosité est plus élevée. L'une des raisons fondamentales pour laquelle la disponibilité en eau et la biomasse produite sont en relation est que le déficit pluviométrique réduit la dilution des éléments nutritifs et par conséquent la productivité s'en trouve affectée suite à une insuffisance en éléments assimilables.

Sol et topographie : l'action de l'eau est fortement influencée par celle du sol et de la topographie. L'eau de pluie ruisselle des hauteurs vers les dépressions transportant les éléments qui sont nécessaires notamment l'azote qui est indispensable à une croissance normale de la plante.

L'intensité du ruissellement augmente avec la pente et avec la finesse de la texture du sol. La topographie et la texture du sol conditionnent la quantité d'eau disponible qui, avec la fertilité et la profondeur (une faible profondeur entraîne un mauvais développement du système racinaire) du sol, conditionnent pour leur part l'activité de la végétation.

Exploitation : la pression anthropique est le facteur d'évolution le plus déterminant du milieu. Les pâturages sont traumatisés par l'action directe et/ou indirecte de l'homme. Cette action peut concerner le sol dont la dégradation (physique et /ou chimique) influe sur la production de la phytomasse. Le moment de l'exploitation est de la plus grande importance en

ce qui concerne l'influence directe. En effet, de façon générale, une exploitation intensive au cours de la croissance peut empêcher les espèces de produire et/ou de se reproduire.


5.5.2. Facteurs liés à la plante

Ils sont essentiellement d'ordre physiologique. Nous pouvons signaler :

- la longueur du cycle ;

- l'aptitude de la plante à résister aux attaques et à la sécheresse ;

- la productivité (avec et sans fertilisation) : DJITEYE et al. (1982) affirment que la biomasse totale qu'une espèce peut produire au cours d'une saison dépend pour une bonne part de la vitesse de germination, de l'efficacité d'utilisation de l'eau et du temps pendant lequel elle profite de la période où l'eau est disponible dans le sol.



DEUXIEME PARTIE :
METHODOLOGIE

I. Méthodes d'étude des pâturages

Elles portent sur l'inventaire des herbacées, la mesure de biomasse herbacée, la phénologie des herbacées et la mesure de recouvrement des ligneux.

1. 1. Inventaire des herbacées

Il a été réalisé par la méthode des points quadrats alignés ou points contacts. Cette méthode, mise au point en Nouvelle-Zélande, a été adaptée à l'étude des pâturages sahéliens par POISSONET en 1969.

Son principe permet de caractériser l'importance de chacune des espèces dans le tapis végétal en mesurant son recouvrement par l'observation de fréquences sous des points alignés. Elle est également adaptée pour l'estimation et l'évolution de la composition floristique d'un pâturage (POISSONET et al., 1985).

En effet, nous avons effectué cet inventaire sur quatre (4) sites correspondant chacun à une unité morphopédologique donnée (glacis, dépression, ensablement et dune sableuse) et comportant chacun trois (3) à quatre (4) parcelles. Le recensement des différentes espèces rencontrées s'est fait tous les vingt (20) centimètres le long d'une ligne de 20 mètres (nous avons 4 lignes par parcelle) matérialisée par une cordelette graduée de vingt (20) cm soit au total cent (100) points. Une fine tige métallique est placée à la verticale de ces points et sur une fiche toutes les plantes herbacées ayant un contact avec ladite tige sont repérées et notées.

Les fiches obtenues nous ont permis de déterminer la fréquence spécifique (FS) et la contribution spécifique (CS) de chaque espèce à l'aide de la formule :

$$CS_i = \frac{FS_i}{\sum_{i=1}^n FS_i} \times 100$$

FS est l'effectif des contacts d'une espèce sur la ligne

CS est le pourcentage de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces recensées.

Nous notons parallèlement sur le site toutes les espèces n'ayant pas été rencontrées sur les lignes afin d'obtenir la liste floristique complète.

La connaissance des CS permet de calculer la valeur pastorale avec la formule

$$VP = 0,2 \cdot \sum_{i=1}^n (CS_i \cdot Is_i)$$

où Is_i = indice spécifique de l'espèce i ou coefficient de valeur

1.2. Mesure de la biomasse herbacée

Les valeurs de production des parties aériennes des strates herbacées ont été estimées par la méthode de la récolte intégrale de biomasse sur une surface de 1 m² à raison de dix (10) répétitions par unité de pâturage suivant un (1) ou deux (2) transect(s) pour tenir compte des gradients d'hétérogénéité ; ce qui correspond à une précision de l'ordre de 16%, 50%, 23% et 5% respectivement dans la dépression, sur les glacis, sur la dune et sur l'ensablement (LEVANG, 1978).

Les récoltes sont pesées, mises dans des sacs en tissu et portées au séchage solaire. La périodicité de la récolte était d'un mois pour permettre de suivre l'évolution de la production et la valeur nutritive.

La détermination des productions permet le calcul de la capacité de charge des pâturages (CC) par la formule :

$$CC = \frac{\text{Production(enKgdeMS / ha)} \cdot U}{C_j \cdot PU}$$

U est le taux d'utilisation en pourcentage

C_j est la consommation journalière, en Kg de MS, d'un UBT

PU est la période d'utilisation en jour

1.3. La phénologie des espèces herbacées

La phénologie végétale est l'étude des relations entre la périodicité des phénomènes morphologiques et physiologiques des plantes et celles des variables écologiques actives, plus particulièrement des variables climatiques (LE FLOC'H, 1969). Le suivi phénologique des herbacées a porté sur la croissance c'est-à-dire une augmentation de taille sans modification qualitative des organes et sur le développement qui désigne une série de changements qualitatifs aboutissant normalement à la production du fruit.

Les observations, tous les quinze (15) jours, ont consisté d'une part à mesurer la taille des trois (3) espèces herbacées dominantes de chaque site et d'autre part à noter les stades de développement en ce qui concerne la floraison et la fructification de ces espèces dominantes. Ainsi, nous avons défini quatre (4) stades pour la floraison et trois (3) pour la fructification ;

* pour la floraison :

- f_1 = début de la floraison = boutons floraux + quelques fleurs épanouies ;
- f_2 = pleine floraison = la majorité des fleurs sont épanouies ;
- f_3 = déclin de la floraison = début de séchage et de chute des pièces florales ;
- f_4 = chute des pièces florales ;

* pour la fructification :

- F_1 = jeunes fruits ;
- F_2 = plénitude de la fructification = fruits mûrs ;
- F_3 = chute ou éclatement des fruits = dissémination.

1.4. Mesure de recouvrement des ligneux

Les mesures ont été faites sur toutes les parcelles de nos quatre sites. La méthode de comptage par l'hectare circulaire dite méthode de PIOT a été utilisée. Elle consiste à un dénombrement des espèces ligneuses par strate (< 1 m, 1-3 m, 3-5 m, 5-7 m et > 7 m) puis à la mesure des houppiers afin d'évaluer le recouvrement. Trois (3) mesures de houppier par strate ont été effectuées et pour chaque houppier c'est la moyenne des mesures qui est prise en compte. En fait, nous avons pris deux (2) dimensions par houppier suivant deux (2) directions perpendiculaires.

Il faut remarquer que la méthode de comptage par l'hectare circulaire n'a pas été utilisée en ce qui concerne les parcelles mises en défens du fait que celles-ci ne font que 0,25 ha. Nous avons donc simplement dénombré les espèces ligneuses y présentes et procédé à la mesure de houppier telle que précédemment décrite.

1.5. Analyses des échantillons

Les valeurs bromatologiques des échantillons, concernant la mesure de biomasse herbacée, ont été déterminées au laboratoire du Programme Production Animale à Kamboinsé.

Le taux d'azote a été déterminé par la méthode de dosage des protéines brutes de KJELDAHL. Elle consiste à minéraliser l'échantillon par voie humide. La solution acide est alcalinisée par une solution d'hydroxyde de sodium. L'ammoniac libéré est entraîné par distillation et recueilli dans une quantité déterminée d'acide sulfurique dont l'excès est titré par une solution d'hydroxyde de sodium.

La matière sèche est déterminée par la méthode de dosage de l'humidité. Elle consiste à soumettre une prise d'essai à la dessiccation à 65°C pendant environ 24 heures. La perte de masse est déterminée par pesée.

II. Méthodes d'étude et d'appréciation des sols

Elles ont consisté à des observations de profil et de prélèvement d'échantillons qui ont fait l'objet d'analyses physiques, chimiques et biologiques.

2.1. Prélèvements des échantillons de sol

Les prélèvements ont été effectués sur les mêmes sites où les études agrostologiques ont été réalisées. Un échantillonnage composite a été fait pour tenir compte de la microvariabilité des sols. Il consiste à obtenir un échantillon moyen c'est-à-dire constitué à partir de plusieurs (5 dans notre cas) échantillons prélevés dans un rayon de cent mètres (100 m). Seuls les échantillons de la même strate sont mixés. Pour ce qui est de la mesure de l'activité biologique les échantillons moyens des strates 0-5 cm, 5-20 cm et 20-40 cm ont été constitués.

Sur chaque site une fosse pédologique a été réalisée et décrite selon les normes FAO, dont une fiche de description est présentée en annexe. Un échantillonnage simple a été également effectué à l'occasion de la description des profils pédologiques.

2.2. Analyses biologiques, chimiques et physiques

2.2.1. Etude biologique : mesure de l'activité biologique

Elle a été réalisée au laboratoire de pédologie de l'université de Ouagadougou située dans l'enceinte du lycée Bogodogo.

L'activité biologique d'un sol correspond au métabolisme de tout ce qui y vit c'est-à-dire à l'ensemble des processus complexes de transformation de matière première et d'énergie au cours des phénomènes d'anabolisme et de catabolisme qui s'effectue au sein de son peuplement (BACHELIER, 1973).

Le principe de la mesure de l'activité biologique est basé sur la fixation par la soude (NaOH) du CO₂ dégagé par les micro-organismes vivants. Un dosage par l'acide chlorhydrique (HCl) permet de déterminer la quantité de CO₂ dégagée.

La mesure de la quantité de CO₂ dégagée nécessite un préalable qui est la détermination de la capacité de rétention (cr) de chaque échantillon de sol. Elle indique la quantité d'eau retenue par un sol après une humectation excessive suivie d'un ressuyage.

En effet, pour déterminer la capacité de rétention des échantillons nous avons utilisé 50 ml d'eau pour humecter 50 g de terre contenus dans un papier filtre tapissant le fond d'un entonnoir. La quantité d'eau utilisée doit être excédentaire et l'excédent recueilli dans une éprouvette a permis de déduire la quantité d'eau retenue par l'échantillon. La capacité de rétention est égale à la différence entre la quantité d'eau introduite et la quantité d'eau recueillie.

Après la détermination de la capacité de rétention, on a procédé ensuite à l'incubation des échantillons dans les bocaux : 100 g de chaque échantillon, humectés avec une quantité d'eau distillée sensiblement égale à la capacité de rétention respective (la moyenne des capacités de rétention a été utilisée), ont été placés dans un bocal. L'échantillon humecté a été bien homogénéisé. Deux (2) godets contenant l'un dix (10) ml d'eau distillée et l'autre dix (10) ml de soude à 0,1N sont également placés dans le bocal. Trois (3) bocaux contenant uniquement deux (2) godets ont servi de témoins. Les godets ont été étiquetés pour éviter les confusions. L'eau du godet a pour rôle le maintien de l'humidité du bocal.

Pendant la première semaine après l'incubation, les godets contenant la soude (NaOH) sont retirés des bocaux tous les jours à partir d'une heure fixe pour le dosage et tous les deux jours après cette semaine. Ces godets ont été immédiatement remplacés par d'autres contenant les mêmes quantités de soude et de même normalité.

Au moment du dosage on utilise du chlorure de baryum à 30% pour éviter la fixation par la soude, exposée dans le becher, du CO₂ atmosphérique. La phénolphtaléine est utilisée aussi comme indicateur coloré. L'incubation a duré vingt et un (21) jours.


Si Q₁ représente le nombre de ml d'HCl N/10 utilisés pour les bocaux temoins et Q₂ la quantité d'HCl N/10 utilisée pour les bocaux renfermant la terre humidifiée, le poids en mg du CO₂ dégagé pour 100g de sol est :

$$P = (Q_1 - Q_2) \cdot 2,2$$

puisque 2,2g de CO₂ correspond 1 ml d'HCl N/10 (DOMMERGUES, 1960)

2.2.2. Analyses physiques et chimiques

Les analyses portant sur les pF_{2,5}, pF_{4,2}, la CEC, les bases échangeables, le carbone total, l'azote total, la matière organique totale, la conductivité, les pH eau et KCl ont été réalisées au laboratoire du BUNASOLS. Les méthodes classiques en vigueur dans ce service ont été utilisées (BUNASOLS, 1987).



**TROISIEME PARTIE :
RESULTATS - ANALYSES ET DISCUSSIONS**

CHAPITRE I :
ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

Le sol est défini par DEMOLON cité par SOLTNER (1986) comme la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche-mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques. En effet, le sol n'est pas un milieu inerte et stable, mais il se forme et évolue sous l'influence des facteurs dits actifs du milieu, le climat et la végétation, aux dépens d'un matériau minéral (DUCHAUFOUR, 1977). Cependant, le développement des végétaux semble dépendre des caractéristiques du sol.

Afin de mieux comprendre le comportement et la répartition des végétaux, la lumière doit être faite sur ces caractéristiques.

Dans ce chapitre, il est question donc de présenter les caractères morphologiques, physiques, chimiques et biologiques des quatre types de sols dont on a fait cas précédemment.

1.1. Description sommaire des profils pédologiques

Les profils ont été décrits conformément aux directives FAO (1977) de description des sols, la classification suivant la taxonomie française et enfin la détermination des couleurs à l'aide du code "Munsell". Les informations générales sur les profils et les descriptions détaillées des horizons sont présentées en annexe.

1.1.1. Profil Diom 1

Il est situé sur la dune avec un relief vallonné. La pente à l'emplacement du profil est assez forte. Ce profil est jaune rougeâtre, profond, excessivement drainé à l'intérieur et d'aspect remarquablement uniforme sur toute son épaisseur à l'état sec comme à l'état humide. Sa structure est massive à particulaire partout. Le profil est perméable et présente de nombreux pores interstitiels. La répartition des racines est normale, leur plus grande densité s'observant au delà des 27 cm superficiels. Les limites entre les différentes strates sont graduelles. Le matériau parental est le sable. C'est un sol brun rouge sub-aride peu différencié sur erg récent.

1.1.2. Profil Kat 1

Profil gris à brun, profond, à drainage interne pauvre situé dans la dépression. La pente à l'emplacement du profil est modérée et le relief plat. Sa texture est sableuse en surface, de plus en plus argileuse en profondeur. On observe des graviers à partir de 40 cm. Sa structure est polyédrique subangulaire moyennement à fortement développée en éléments grossiers, moyens et fins et sa consistance dure. De fines racines peu nombreuses à nombreuses explorent les quarante premiers centimètres du profil. Un examen plus approfondi du profil révèle un horizon calcaire en profondeur. On observe également des faces de pressions en profondeur notamment dans les deux dernières strates. Les limites entre les différents horizons sont distinctes et en général régulières. Les alluvions argileuses constituent le matériau parental. C'est un sol brun sub-aride vertique fortement alcalisé en profondeur.

1.1.3. Profil Kat 2D

Il est situé sur une pente faible sur le glaciaire. Le relief environnant est plat. Ce profil présente des similitudes morphologiques avec le profil Kat 1. La différence fondamentale entre ces deux profils est l'absence des faces de pression dans le profil Kat 2D et une augmentation de la quantité de nodules calcaires en profondeur pour le profil Kat 1. C'est un sol brun sub-aride moyennement alcalisé en profondeur.

1.1.4. Profil Kat 2V

Ce profil est situé sur le glaciaire et sur une pente faible avec un relief environnant plat. Il est brun à jaune brunâtre, profond, à drainage interne normal. Sa texture est sableuse en surface et argilo-sableuse à argileuse en profondeur. On observe quelques graviers dans la dernière strate. Sa structure est feuilletée en surface et polyédrique subangulaire moyennement développée en profondeur. Sa consistance est tendre en surface et devient dure en profondeur. Le développement du système racinaire est normal et les racines atteignent les 63 premiers cm. La différenciation en horizon est nette. Le matériau parental c'est des alluvions. C'est un sol brun sub-aride fortement alcalisé en profondeur à recouvrement sableux.

1.1.5. Profil Kat 3

C'est une coupe profonde, jaune brunâtre à brun jaunâtre, à drainage interne excessif. Il est situé sur l'ensablement et sur une pente faible à modérée. Le relief est faiblement ondulé. Sa texture est sableuse et sa structure massive sur tout le profil. Sa consistance est meuble dans les premiers horizons et peu dure dans le dernier horizon. On rencontre quelques racines fines sur le premier horizon (15 cm). Les limites entre les strates sont distinctes. Son matériau parental est l'erg ancien. C'est un sol ferrugineux tropical peu lessivé sur sable éolien.

1.2. Evolution de l'activité biologique

L'activité des micro-organismes se manifeste s'ils sont en nombre suffisant et si leurs exigences nutritionnelles sont satisfaites (BONNEAU, 1979). Les figures 6a à 6e présentent les variations de la quantité de CO₂ dégagée dans les quatre types de sols (dépression, glacis, ensablement et dune sableuse) et selon différentes strates (0-5 cm, 5-20 cm, 20-40 cm). Ce dégagement du CO₂, mesuré au laboratoire, correspond à l'évaluation du potentiel d'activité biologique (BACHELIER, 1973).

L'intérêt de connaître l'activité biologique globale des sols se justifie par le rôle de la vie dans la définition et le maintien des équilibres pédologiques, et plus particulièrement le maintien de leurs caractéristiques physico-chimiques (BACHELIER, 1973).

1.2.1. Analyse des courbes cumulées de la quantité de CO₂ dégagée

L'activité biologique fluctue, pour un même type de sol, suivant la période de la saison et d'une strate à une autre.

Dans les sols dunaires sableux le dégagement de CO₂ est plus important en fin de saison pluvieuse qu'en début de saison mais moins qu'en pleine saison des pluies. Il diminue dans les strates profondes. La figure 6a.2 montre une diminution de plus de la moitié au vingt-et-unième jour en pleine saison pluvieuse quand on passe de la strate 0-5 cm à la strate 5-20 cm (Fig. 6a).

Figure 6a : Quantité de CO2 dégagée selon la période de la saison pluvieuse dans un sol de dune sableuse

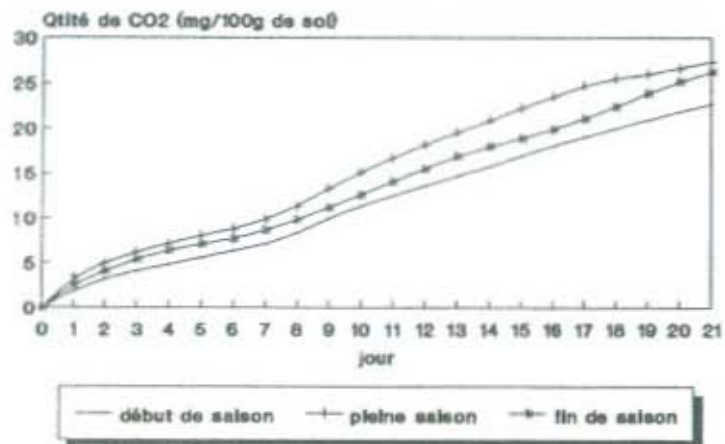


Figure 6a.1 : Quantité de CO2 dégagée en début de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dune sableuse

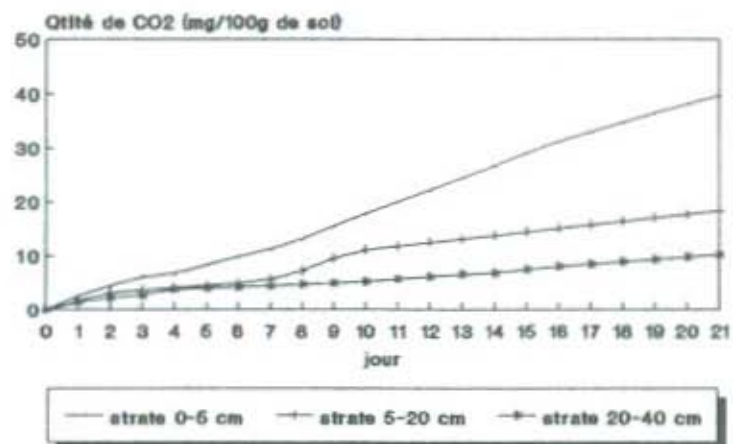


Figure 6a.2 : Quantité de CO2 dégagée en pleine saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dune sableuse

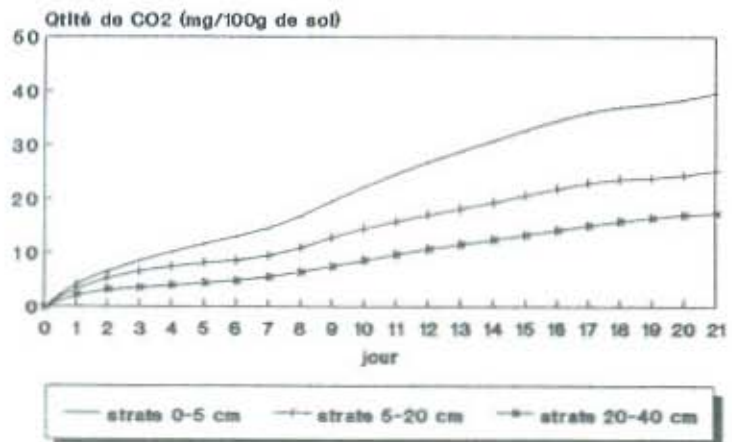
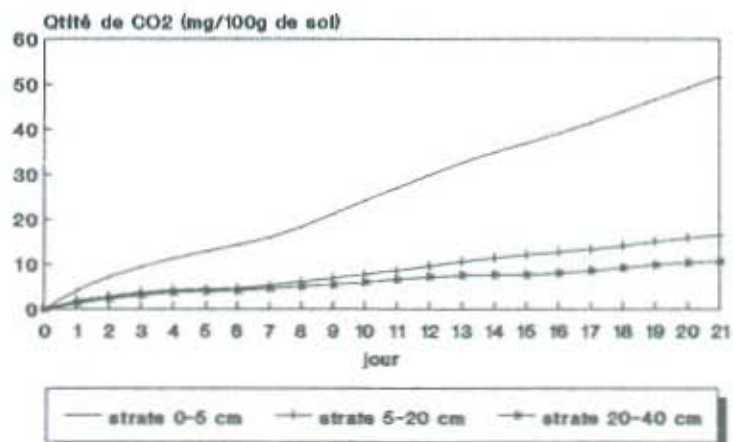


Figure 6a.3 : Quantité de CO2 dégagée en fin de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dune sableuse



Quant aux sols de dépression l'activité biologique est meilleure en début de saison pluvieuse et dans les strates superficielles (0-5 cm) ; elle baisse pendant les périodes suivantes et surtout avec la profondeur (Fig.6b).

L'évolution de la quantité de CO₂ dégagée, selon les saisons, dans les « jupes sableuses » du glacier décapé est similaire à celle des dunes sableuses avec, cependant, une différence quant à la quantité de CO₂ dégagée et les variations selon les strates en ce qui concerne la fin de la saison des pluies. Pendant cette période l'activité est plus intense dans les strates supérieures (Fig. 6c).

Figure 6b : Quantité de CO2 dégagée selon la période de la saison pluvieuse dans un sol de dépression

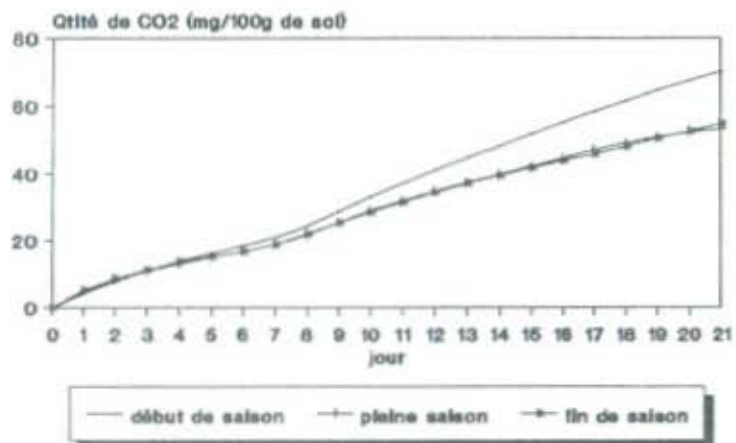


Figure 6b.1 : Quantité de CO2 dégagée en début de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dépression

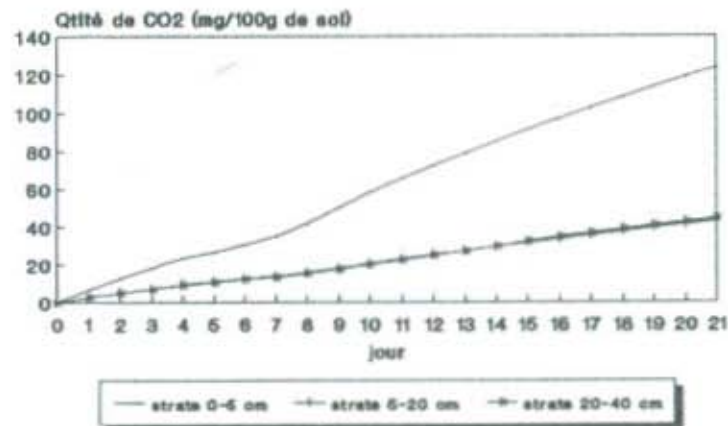


Figure 6b.2 : Quantité de CO2 dégagée en pleine saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dépression

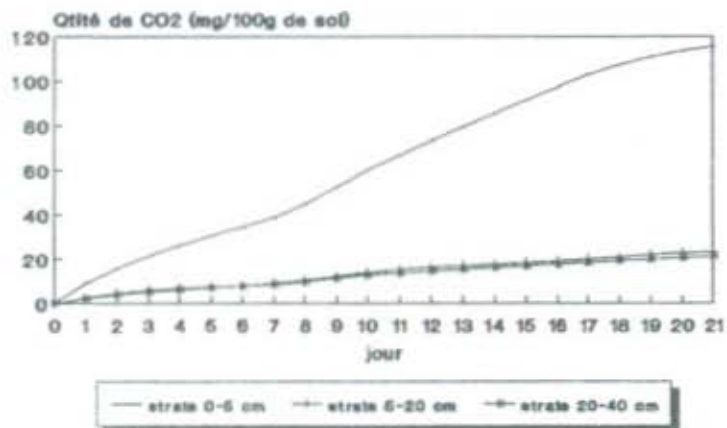


Figure 6b.3 : Quantité de CO2 dégagée en fin de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de dépression

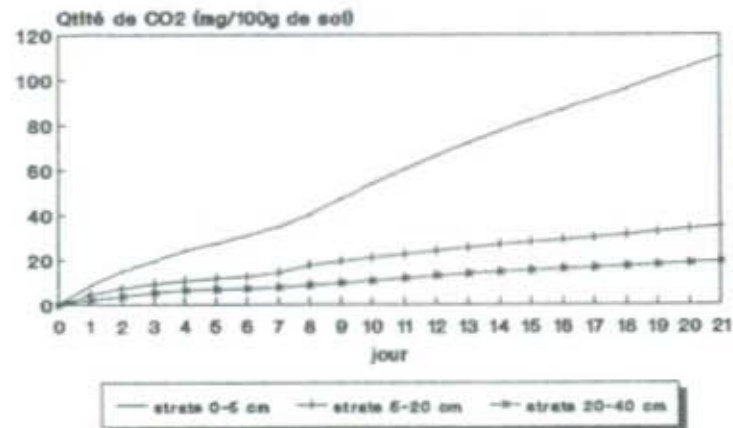


Figure 6c : Quantité de CO₂ dégagée selon la période de la saison pluvieuse dans un sol de glacis végétalisé

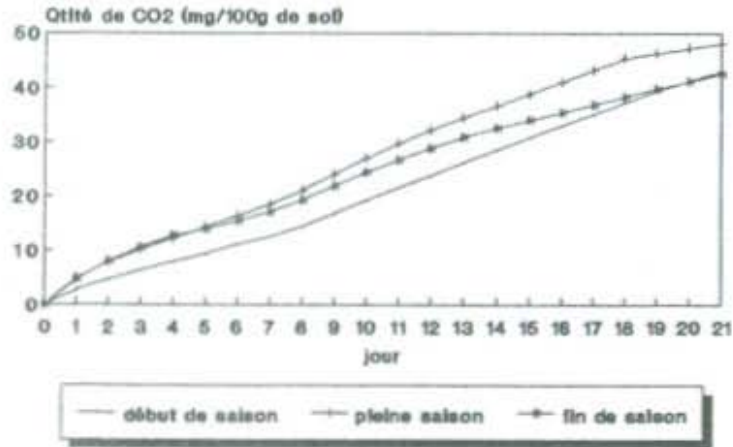


Figure 6c.1 : Quantité de CO₂ dégagée en début de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis végétalisé

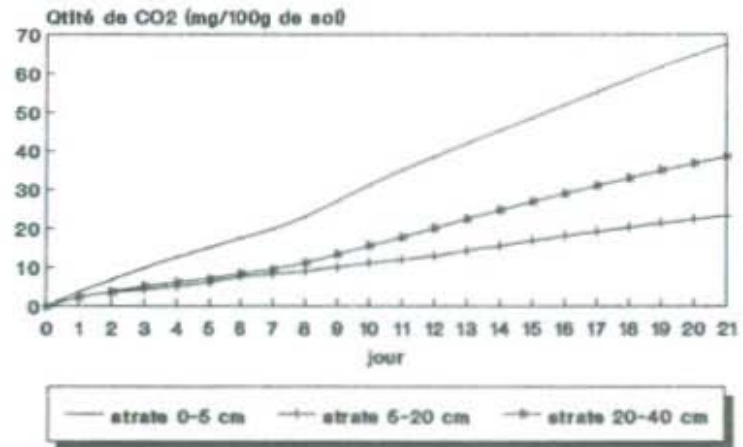


Figure 6c.2 : Quantité de CO₂ dégagée en pleine saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis végétalisé

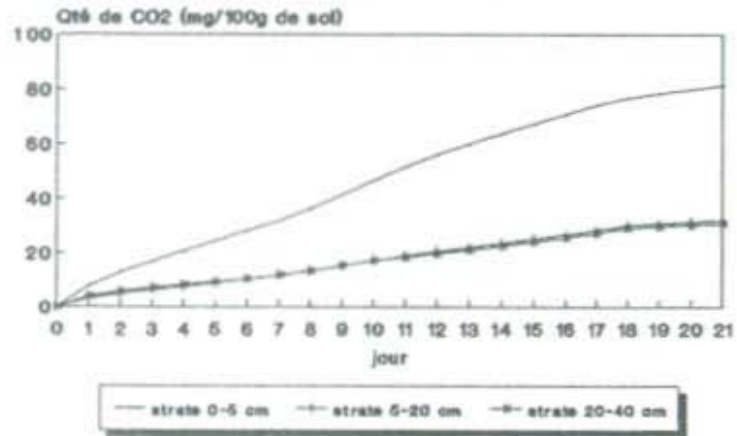
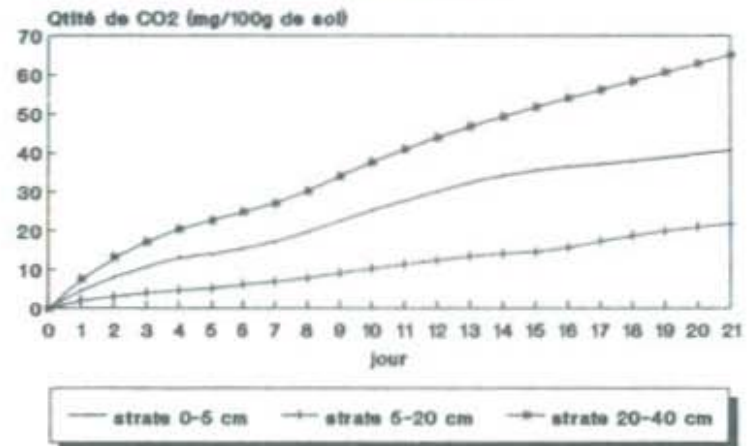


Figure 6c.3 : Quantité de CO₂ dégagée en fin de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis végétalisé



Dans les sols de glacis décapé et dénudé l'activité biologique est faible et se révèle meilleure en pleine saison hivernale par rapport aux autres périodes et quelle que soit la période cette activité baisse suivant la profondeur (Fig. 6d).

Enfin dans les zones d'ensablement l'activité biologique est élevée en fin de saison des pluies qu'en début de saison pluvieuse. L'évolution du dégagement de CO₂ selon les strates est comparable à celle des sols de dépression (Fig. 6e).

1.2.2. Discussion

Toutes les courbes présentent au moins deux (2) phases. Le dégagement du CO₂ est moins prononcé dans la première phase que dans la deuxième phase. Selon DOMMARGUES et MANGENOT (1970) la première phase est une phase de latence correspondant à une période d'adaptation des micro-organismes aux conditions expérimentales et la deuxième phase en relation avec la croissance des micro-organismes actifs.

L'observation des courbes cumulées de la quantité de CO₂ dégagée dans les différents sols laisse entrevoir un meilleur dégagement dans les strates superficielles en toute saison dans la plupart des cas. Les résultats des analyses d'échantillons de sol montrent des concentrations plus élevées en matière organique et en azote dans ces strates. Cela fait penser aux résultats de STROOSNIJDER (1991) cité par THIOMBIANO (1995) qui montrait l'existence d'une corrélation étroite entre l'activité biologique et les concentrations en matière organique et en azote du sol. Pourtant des cas de figure inverses ont été enregistrés. Remarquons que les concentrations en éléments nutritifs ne constituent pas à elles seules les conditions optimales de vie des micro-organismes du sol. De nombreux facteurs limitants : source d'énergie, pH, la température, l'humidité, le potentiel d'oxydoréduction (Eh),... contrôlent cette activité (BONNEAU, 1979). Ces facteurs sont plus ou moins favorables à une espèce animale ou végétale qu'à une autre en ce qui concerne leur teneur.

Une forte valence écologique peut susciter un mouvement ascendant ou descendant des micro-organismes du sol. Nous pensons singulièrement à l'humidité du sol qui varie avec la

Figure 6d : Quantité de CO2 dégagée selon la période de la saison pluvieuse dans un sol de glacis dénudé

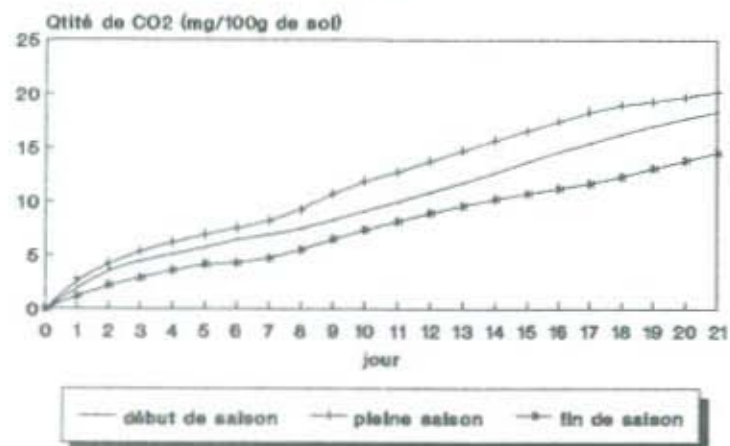


Figure 6d.1 : Quantité de CO2 dégagée en début de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis dénudé

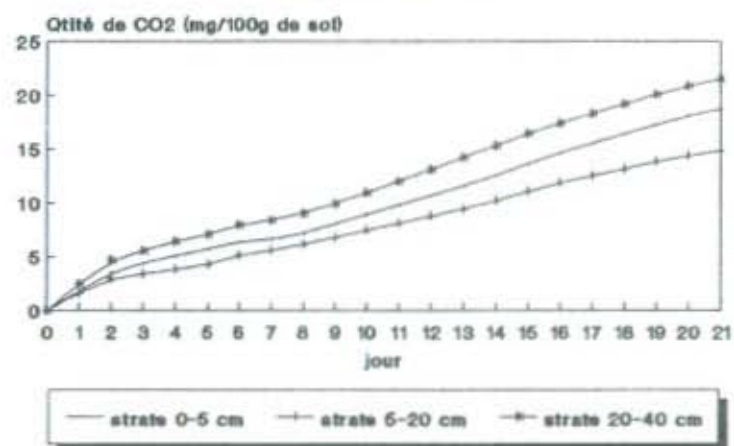


Figure 6d.2 : Quantité de CO2 dégagée en pleine saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis dénudé

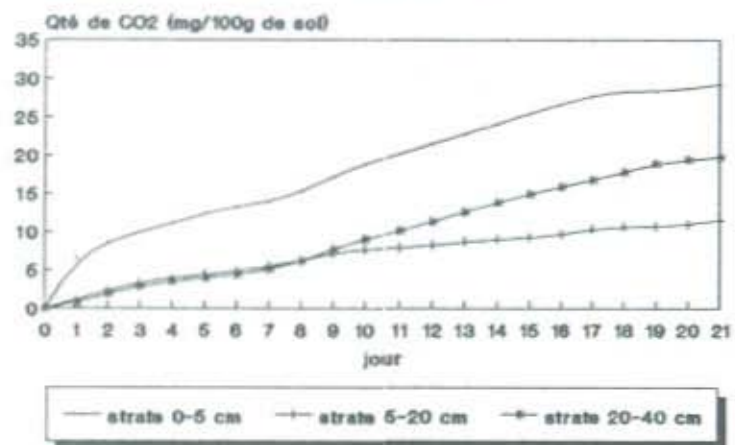


Figure 6d.3 : Quantité de CO2 dégagée en fin de saison pluvieuse selon la strate dans un sol de glacis dénudé

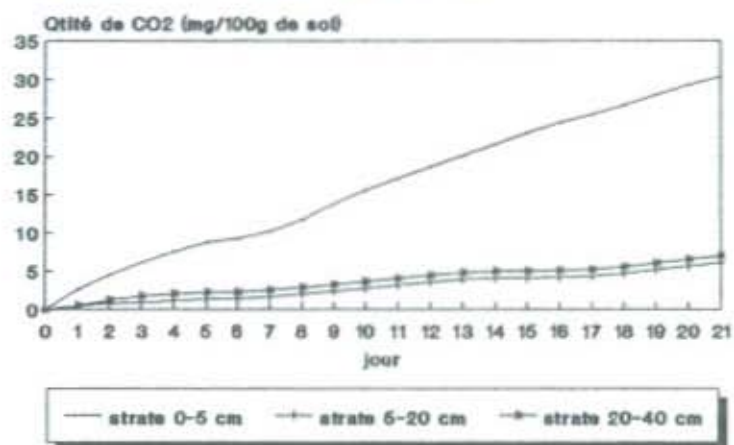


Figure 6e : Quantité de CO2 dégagée selon la période de la saison pluvieuse dans un sol ensablé

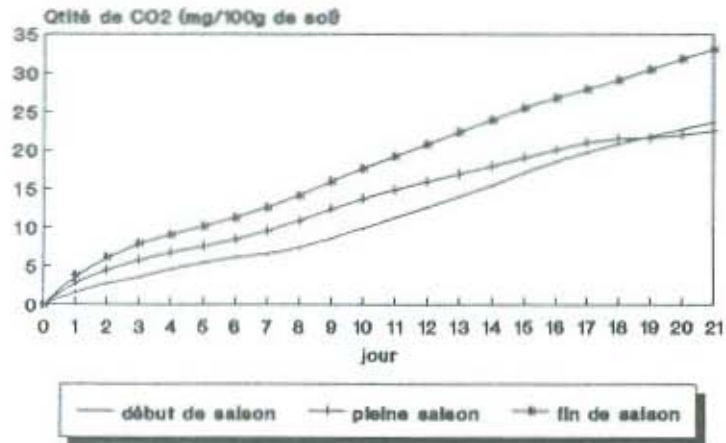


Figure 6e.1 : Quantité de CO2 dégagée en début de saison pluvieuse selon la strate dans un sol ensablé

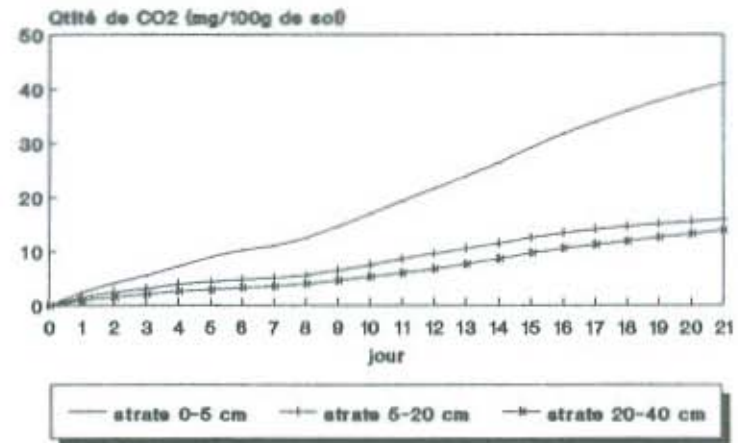


Figure 6e.2 : Quantité de CO2 dégagée en pleine saison pluvieuse selon la strate dans un sol ensablé

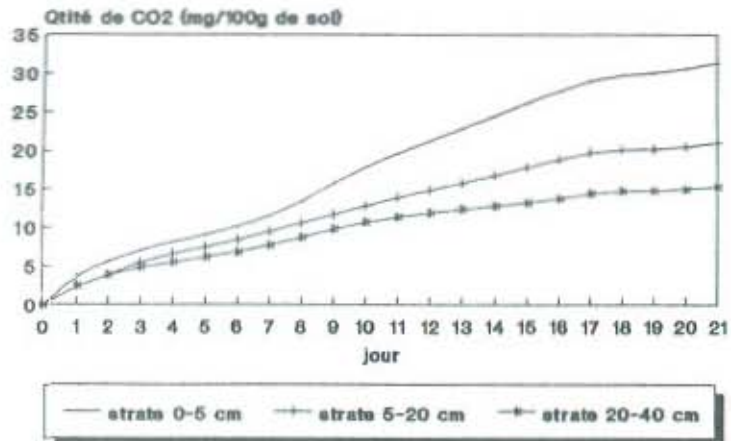
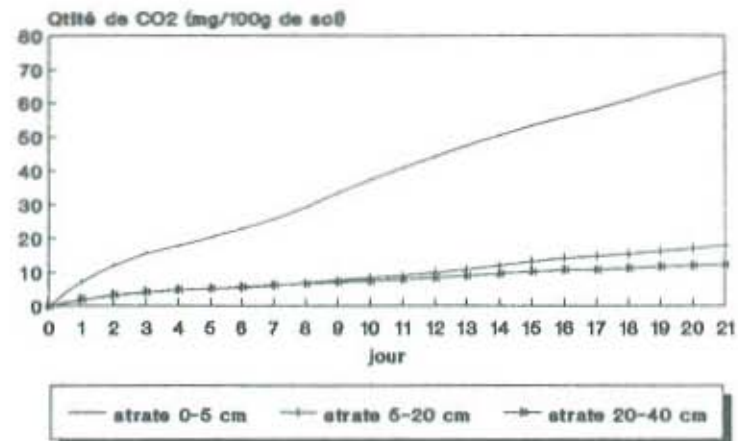


Figure 6e.3 : Quantité de CO2 dégagée en fin de saison pluvieuse selon la strate dans un sol ensablé



saison. Les variations de l'activité biologique, en dépit des concentrations appréciables de matière organique et d'azote, sont sans doute liées aux variations du taux d'humidité dans les différentes strates, celles-ci n'ayant pas la même capacité de rétention en eau.

Il faut pourtant rappeler que l'excès d'eau réduit l'activité biologique, ce qui explique en ce qui concerne les sols de dépression un meilleur dégagement de CO_2 en début de saison pluvieuse, c'est-à-dire après plusieurs mois de sécheresse, par rapport aux deux (2) autres périodes ; car ces sols ont une texture fine, argileuse, donc à forte capacité de rétention en eau.

Le tableau n°6, en guise d'illustration, permet de mieux cerner les variations de la quantité de CO_2 dégagée dans les différents sols selon les périodes et les strates. Il met également en exergue la corrélation entre l'activité biologique et les concentrations en matière organique et en azote.

Tableau n°6 : Evolution de la quantité moyenne (\pm écart-type) de CO₂ dégagée (en mg/g de sol) et des concentration de matière organique totale (en % de MS) et de l'azote Kjeldahl (en % MS)

type de sol	sol de dépression			sol de glacis végétalisé			sol de glacis dénudé			sol de dune sableuse			sol d'ensablement		
	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40
strate (en cm)															
début de saison pluvieuse	5,9 \pm 1,3	2,1 \pm 0,4	2,1 \pm 0,4	3,2 \pm 0,5	1,1 \pm 0,4	1,8 \pm 0,5	0,9 \pm 0,3	0,7 \pm 0,3	1,0 \pm 0,5	1,9 \pm 0,5	0,9 \pm 0,5	0,5 \pm 0,3	2,0 \pm 0,5	0,8 \pm 0,3	0,7 \pm 0,2
pleine saison pluvieuse	5,5 \pm 1,7	1,1 \pm 0,6	1,0 \pm 0,4	3,9 \pm 1,4	1,5 \pm 0,6	1,5 \pm 0,7	1,4 \pm 1,3	0,6 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3	1,9 \pm 0,8	1,2 \pm 0,7	0,8 \pm 0,4	1,5 \pm 0,8	1,0 \pm 0,5	0,7 \pm 0,5
fin de saison pluvieuse	5,3 \pm 1,3	1,7 \pm 0,9	0,9 \pm 0,4	1,9 \pm 1,0	1,0 \pm 0,4	3,1 \pm 1,3	1,4 \pm 0,4	0,3 \pm 0,2	0,3 \pm 0,2	2,5 \pm 0,6	0,8 \pm 0,3	0,5 \pm 0,3	3,3 \pm 1,1	0,8 \pm 0,3	0,6 \pm 0,4
matière organique	1,08	0,89	0,93	0,65	0,72	0,67	0,81	0,71	0,65	0,41	0,28	0,24	0,40	0,59	0,67
azote	0,031	0,025	0,023	0,017	0,022	0,025	0,015	0,021	0,019	0,008	0,008	0,016	0,015	0,017	0,032

1.3. Caractéristiques physiques et chimiques des sols

Les résultats d'analyses obtenus ont fait l'objet d'une interprétation, en général selon les normes du BUNASOLS (1990). Cependant l'interprétation concernant l'acidité actuelle et l'acidité potentielle est faite respectivement selon les normes de GAUCHER (cité par DUCHAUFOR, 1991) et SOLTNER (1986). Les rapports C/N ont été appréciés par rapport aux normes indiquées dans le MEMENTO (1991) de l'agronome.

1.3.1. Résultats d'analyses physiques et chimiques - Interprétation

Le tableau 7a présente les résultats d'analyses physiques et chimiques des sols de dépression, de glacis dénudé et végétalisé. Ces résultats permettent de dire que :

Les sols de dépression sont des sols eutrophes sur tout le profil et neutres à très basiques selon les strates. Le pH augmente avec la profondeur, il passe de 6,78 au premier horizon (0 - 10 cm) à 9,55 au dernier horizon (91 - 120 cm). La matière organique totale est moyenne en surface et très basse dans les strates inférieures avec des rapports C/N moyens à élevés. Leur capacité de stockage d'eau est élevée sur les deux (2) premières strates et très élevée dans les deux (2) dernières. Ces sols ont une salinité très forte et une acidité potentielle forte le long du profil.

Les sols du glacis dénudé sont eutrophes et présentent une acidité actuelle modérée à fortement alcaline avec la profondeur. L'acidité potentielle est forte dans toutes les strates. Ils ont une salinité forte sur tout le profil. Les sols de glacis dénudé ont une capacité de rétention en eau moyenne dans les deux (2) strates superficielles et élevée dans les strates profondes. La matière organique totale est basse et diminue dans les horizons profonds avec des rapports C/N moyens à élevés. Ils ont une forte salinité tout le long du profil.

Les sols du glacis végétalisé sont des sols eutrophes sur tout le profil avec des capacités de stockage d'eau très basses en surface, moyennes dans la strate intermédiaire et élevées dans la strate profonde. Ils présentent un pH neutre dans les deux (2) premières

Tableau n° 7a : Caractéristiques physico-chimiques des sols de dépression, de glacis dénudé et végétalisé

Caractéristiques	Paramètres	Sol de dépression				Sol de glacis dénudé					Sol de glacis végétalisé		
		Profondeur en cm				Profondeur en cm					Profondeur en cm		
		0-10	10-40	40-91	91-120	0-9	9-21	21-42	42-71	71-120	0-41	41-63	63-120
Caractéristiques hydriques	pF 2,5 %	16,99	19,10	26,56	36,46	10,76	14,34	23,69	22,44	23,32	3,58	18,03	23,95
	pF 4,2 %	6,74	8,49	10,82	13,69	1,92	5,68	12,85	11,45	12,12	1,00	9,17	13,14
	RU %	10,25	10,61	15,74	22,77	8,84	8,66	10,84	10,99	11,2	2,58	8,86	10,81
Matière organique %	MO totale %	1,19	0,48	0,31	0,30	0,74	0,63	0,48	0,42	0,32	0,37	0,60	0,35
	C total %	0,69	0,28	0,18	0,17	0,43	0,37	0,28	0,24	0,19	0,22	0,35	0,20
	N total %	0,06	0,02	0,10	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
	C/N	11,69	15,04	22,48	14,62	12,52	14,71	11,08	20,72	23,57	10,96	12,69	9,66
Bases échangeables (méq / 100 g de terre fine)	Ca ²⁺	5,23	12,20	13,77	10,28	3,13	5,77	8,01	9,68	8,29	8,53	11,66	16,85
	Mg ²⁺	2,07	3,66	3,00	3,11	1,20	2,24	2,05	1,84	1,49	1,48	3,38	3,20
	K ⁺	0,08	0,06	0,07	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
	Na ⁺	0,17	0,43	0,78	1,30	0,34	0,06	0,11	0,11	0,09	0,16	0,08	0,13
	S	7,55	16,36	17,62	14,80	4,71	8,09	10,20	11,66	9,90	10,20	15,16	20,21
	T	9,31	15,81	17,52	18,18	5,92	5,99	9,29	9,31	9,66	9,43	13,19	16,38
	saturation (S/T)%	81,1	saturé	saturé	81,4	79,5	saturé	saturé	saturé	saturé	saturé	saturé	saturé
Réaction du sol	pH eau	6,78	8,10	9,43	9,55	5,85	6,18	7,72	8,62	8,64	7,04	7,32	8,36
	pH KCl	4,62	6,19	7,14	7,39	4,74	4,85	6,05	6,97	7,17	5,15	5,32	7,07
	pH eau - pH KCl	2,16	1,91	2,29	2,16	1,11	1,33	1,67	1,65	1,47	1,89	2	1,29
	CE (mmho/cm)	0,10	0,30	0,42	0,50	0,27	0,26	0,19	0,19	0,21	0,08	0,08	0,24

strates et modéré dans la dernière strate ; le risque d'acidification est fort sur tout le profil. Ils possèdent une forte salinité dans tous les horizons. La matière organique totale est basse à très basse selon les strates avec des rapports C/N faibles à moyens.

Le tableau 7b présente les résultats des sols d'ensablement et de dune. Ces résultats permettent de dire que :

Les sols dunaires sont des sols dystrophes à ombitrophes selon les strates et à acidité actuelle forte dans la strate superficielle et très forte dans les dernières strates ; le risque d'acidification est élevé dans les strates de surface et moyen dans la dernière strate. Ces sols sont également pauvres en matière organique totale qui diminue en profondeur. Ils ont une salinité forte dans les dernières strates et très forte dans la strate de surface. Leur capacité de rétention en eau est très basse sur tout le profil.

Les sols d'ensablement sont mesotrophes à eutrophes selon les strates. Leur capacité de stockage d'eau est basse à moyenne et augmente avec la profondeur. L'acidité actuelle est une fonction décroissante de la profondeur ; elle va de neutre à modérément acide. Quant à l'acidité potentielle, elle est forte sur tout le profil. La salinité dans ces sols est forte à très forte selon les horizons. La matière organique est très basse sur toutes les strates avec des rapports C/N élevés à très élevés.

Tableau n° 7b : Caractéristiques physico-chimiques des sols d'ensablement et de dune sableuse

Caractéristiques	Paramètres	Sol ensablé				Sol de dune sableuse		
		Profondeur en cm				profondeur en cm		
		0-15	15-33	33-48	48-120	0-27	27-101	101-120
Caractéristiques hydriques	pF 2,5%	3,73	4,41	9,30	10,47	2,96	2,59	3,40
	pF 4,2%	0,74	0,80	1,01	2,26	0,20	0,26	0,17
	RU %	2,99	3,61	8,29	8,21	2,76	2,33	3,23
Matière organique %	MO totale %	0,33	0,32	0,42	0,46	0,55	0,47	0,17
	C total %	0,19	0,19	0,24	0,27	0,32	0,27	0,10
	N total %	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01
	C/N	18,09	17,68	18,65	29,14		29,69	10,81
Bases échangeables (méq / 100 g de terre fine)	Ca ²⁺	1,13	1,43	1,99	3,01	0,52	0,24	0,17
	Mg ²⁺	0,63	0,58	0,98	2,03	0,15	0,06	0,01
	K ⁺	0,07	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	< 0,01
	Na ⁺	0,02	0,05	0,02	0,02	< 0,01	0,03	0,01
	S	1,86	2,13	3,04	5,09	0,69	0,35	0,19
	T	4,07	2,17	4,74	6,43	2,43	2,86	3,01
	saturation (S/T)%	45,6	98,3	64,2	79,1	28,3	12,1	6,5
Réaction du sol	pH eau	6,92	6,22	5,70	5,93	5,45	4,91	4,90
	pH KCl	5,31	4,27	3,95	4,12	4,15	3,91	4,02
	pH eau - pH KCl	1,61	1,95	1,75	1,81	1,3	1	0,88
	CE (mmho/cm)	0,08	0,04	0,05	0,05	0,06	0,03	0,03

1.3.2. Fertilité chimique des sols

La fertilité chimique des sols a été déterminée à partir des paramètres chimiques issus des résultats d'analyses. Les normes du BUNASOLS (1990) concernant les cotations des différents paramètres selon leur valeur respective et les classes de fertilité ont été utilisées. (voir annexe).

Le tableau n° 8 présente pour les sols étudiés les paramètres avec leur cotation respective et la somme de ces dernières.

Tableau n° 8 : Classification de la fertilité des sols étudiés

Paramètres \ Type de sol	MO	S/T	P total	N total	K total	S	T	pH eau	Somme
sol de dépression	2	4	2,5	2,5	2,75	4	3	3	23,75
sol de glaciais dénudé	2	4	2,5	2,5	2,75	3	2,5	5	24,25
sol de glaciais végétalisé	1	4	2,5	2,5	2,75	3	2,5	5	23,25
sol ensablé	1	3,5	2,75	2	2,75	2	2	5	21
sol de dune	2	2,5	2,5	2	2,5	1	2	2	16,5

Le minimum de la somme des cotations des paramètres disponibles doit être égal à 12 et le maximum 30 (BUNASOLS, 1990). Les sommes de cotation observées selon les sols permettent de conclure que les sols de dépression et glaciais ont une fertilité chimique élevée tandis que les sols d'ensablement et de dune ont respectivement une fertilité chimique moyenne et basse.

1.3.3. Discussion

La quasi-totalité des sols étudiés sont favorables à la croissance des plantes en raison de leur taux de saturation en bases élevé, excepté le sol dunaire sableux (LOZET, 1990). Ces

résultats s'accordent avec ceux de LEPRUN (1977) cité par GROUZIS (1984) qui a montré que les sols sahéliens sont en général bien saturés et bien pourvus en éléments minéraux. Par ailleurs SOLTNER (1986) présente les sols formés sur roche-mère sableuse pauvre en bases et filtrants, comme des sols ayant un taux de saturation souvent inférieur à 20%.

Aussi, l'essentiel des sols (dune sableuse, sol ensablé, sols de glacis) sont faiblement pourvus en matière organique totale et retiennent peu d'eau surtout dans les strates exploitables par les racines de la plupart des plantes ; cela affecte la croissance des plantes car la matière organique, en se décomposant libère des oligo-éléments sous des formes assimilables par la plante (SOLTNER, 1986) et l'eau intervient dans la nutrition des plantes, à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissouts (DUCHAUFOR, 1991). Pourtant, le sol dunaire sableux malgré son acidité et sa pauvreté en éléments nutritifs possède une flore riche et dominée par les légumineuses ; les trois premières espèces dominantes de la dune sableuse sont *Cassia mimosoides*, *Zornia glochidiata* et *Tephrosia spp*, toutes des légumineuses. La richesse en légumineuses de ce sol peut expliquer en partie la richesse floristique et une croissance relativement normale des espèces qui s'y développent. Les légumineuses, par définition, sont des plantes fixatrices d'azote atmosphérique et peuvent enrichir les sols en azote au moment opportun ; l'azote à lui seul n'explique pas cette situation constatée sur la dune, mais nous gardons en mémoire qu'il est, avec l'humidité, l'un des facteurs déterminants de la croissance normale des plantes.

Seuls les sols à texture sableuse (dune et ensablement) ont une acidité actuelle appréciable tout le long des profils respectifs ; tandis que tous les sols montrent une acidité potentielle forte voire très forte ; cela suppose que ces sols, dans l'avenir, porteront uniquement des plantes acidophiles si ceux-ci ne sont pas amendés.

Conclusion partielle

Les analyses agro-pédologiques et les interprétations qui en découlent permettent de dire que les sols de dépression et de glacis ont une fertilité chimique élevée alors que les sols de dune ont une fertilité basse et l'ensablement une fertilité moyenne. Cependant tous les sols

montrent une fertilité biologique relativement faible. Ce sont des sols potentiellement acides. Les profils, tous profonds, montrent des horizons nettement différenciés sauf le profil « diom 1 » qui présente un horizon homogène par rapport à la texture et à la couleur.

CHAPITRE II :
ETUDE DES PATURAGES

Selon TOUTAIN (1977) le pâturage peut être défini comme l'environnement végétal dans lequel les animaux herbivores trouvent leur nourriture.

Dans les régions où toutes les formations végétales sont plus ou moins soumises au pâturage, l'évaluation des ressources pastorales amène à faire une étude botanique détaillée conduisant à l'inventaire de ces formations (BOUDET, 1961). Le même auteur présente l'étude des pâturages naturels comme une étude phytogéographique et phytosociologique, sans toutefois aller jusqu'à définir les associations végétales ainsi que leur complexe écologique, permettant de mettre en évidence pour chaque association et sa valeur pastorale et ses possibilités agro-forestières.

L'étude des pâturages de la zone de Katchari a porté essentiellement sur la phénologie de quelques espèces herbacées, l'inventaire des herbacées, la mesure de biomasse herbacée et la mesure de recouvrement des ligneux. Ces différentes études, conduites sur quatre (4) types de sols, nous ont permis de caractériser les pâturages des sols. Quelles possibilités ces formations offrent-elles donc ?

2.1. Phénologie

Si l'on envisage uniquement et séparément, dans leurs rapports avec les plantes, la température, les pressions, les précipitations, on risque de méconnaître la vérité synthétique qui est faite de la combinaison et des réactions réciproques de ces facteurs (KÖPPEN cité par LE FLOC'H, 1969).

L'intérêt d'une étude phénologique réside dans le fait qu'elle permet d'une part de détecter les particularités climatiques et d'autre part de mettre en évidence les écotypes.

Analyse et discussion

Le tableau n° 9 présente les hauteurs maximales moyennes (en cm), la vitesse de croissance (en cm.j^{-1}) et la longueur du cycle des espèces suivies sur quatre (4) types de sols.

Tableau n° 9 : Hauteur maximale (en cm) et vitesse maximale de croissance (en cm.j^{-1}) de quelques espèces herbacées

type de sol	sol de dépression			sol de glacis			sol de dune sableuse			sol d'ensablement		
espèce	Schoenefeldia gracilis	Cassia tora	Brachiaria deflexa	Schoenefeldia gracilis	Aristida adscensionis	Cenchrus biflorus	Zornia glochidiata	Cassia mimosoïdes	Tephrosia spp	Borreria radiata	Alysicarpus ovalifolius	Zornia glochidiata
hauteur maximale (en cm)	64,3 ± 6,6	59,0 ± 18,3	33,7 ± 7,5	66,8 ± 8,6	51,0 ± 11,4	43,8 ± 4,6	33,2 ± 5,8	51,6 ± 11,3	49,0 ± 16,5	32,6 ± 5,1	38,8 ± 6,2	29,2 ± 3,5
vitesse maximale de croissance (en cm.j^{-1})	2,5	1,5	0,9	2,3	0,9	1,5	0,4	2,1	2,6	1,2	0,3	0,7
cycle	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2

1 = cycle relativement long

2 = cycle relativement court

Ce tableau montre que les hauteurs moyennes maximales sont comprises entre $29,2 \pm 3,5$ cm pour *Zornia glochidiata* sur un sol ensablé et $66,8 \pm 8,6$ cm pour *Schoenefeldia gracilis* sur une jupe sableuse de glacis. Les vitesses de croissance fluctuent entre $0,3 \text{ cm.j}^{-1}$ pour *Alysicarpus ovalifolius* sur sol ensablé et $2,6 \text{ cm.j}^{-1}$ pour *Tephrosia spp* sur sol dunaire sableux.

Les courbes de croissance de ces espèces sont linéaires. Cependant des diminutions de taille appréciables sont observées à certaines périodes (Fig. 7a, 7b, 7c, 7d) ; ce qui est loin d'être expliqué par la physiologie des espèces concernées. Cela est plutôt lié au fait que les espèces observées aient été traumatisées (piétinement et broutage) par les animaux. Cet état de fait ne porte pourtant pas préjudice à la connaissance, sur le plan phénologique, des espèces étudiées. Nous le considérons comme un facteur du milieu. A propos, KÖPPEN cité par LE FLOC'H (1969) qualifie la plante d'un appareil enregistreur qui intègre les facteurs du milieu dont elle est la résultante vivante.

La quasi-totalité des espèces observées ont leur vitesse maximale de croissance située entre la période allant du 10 - 08 au 25 - 08 ; ce qui correspond aux périodes humide (Cf. Fig.3) et de végétation active (Cf. Fig.5) déterminées. La croissance des plantes est intimement liée à l'humidité du sol. Il faut remarquer que depuis le début de la saison hivernale il n'y a presque pas eu de changement brutal de conditions écologiques sauf pour la pluviosité donc l'humidité du sol. DE RIDDER (1982) attribue le démarrage brusque de la croissance et l'obtention de la vitesse maximale de croissance des plantes à une augmentation abrupte du stock d'eau du sol. La croissance maximale de la plupart des espèces qui ont fait l'objet d'observation est atteinte en septembre, cela correspond à la période générale de la fin de la croissance totale donnée par DE RIDDER (1982). En cette période les pièces florales des espèces observées sèchent et les espèces présentent des fruits pour la plupart.

Si nous considérons une date d correspondant et à la date de germination des espèces et à la date du début des observations, certaines plantes verraient leur vitesse maximale de croissance située entre cette date d et le 10/08 ; c'est le cas de *Zornia glochidiata* sur la dune et l'ensablement, *Aristida adscensionis* sur les glacis et *Alysicarpus ovalifolius* sur l'ensablement. En fait, la date de début des observations paraît tardive et ne nous a pas permis

Figure 7a : Courbe de croissance en hauteur dans le sol de dépression



Figure 7b : Courbe de croissance en hauteur dans le sol de glaciais

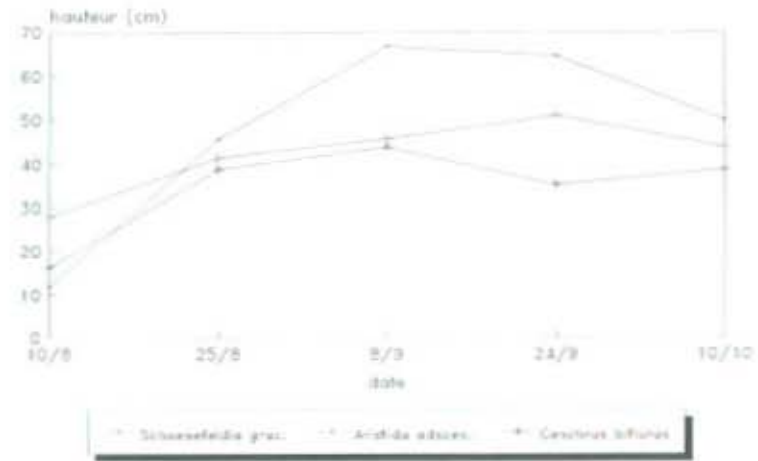


Figure 7c : Courbe de croissance en hauteur dans le sol de dune

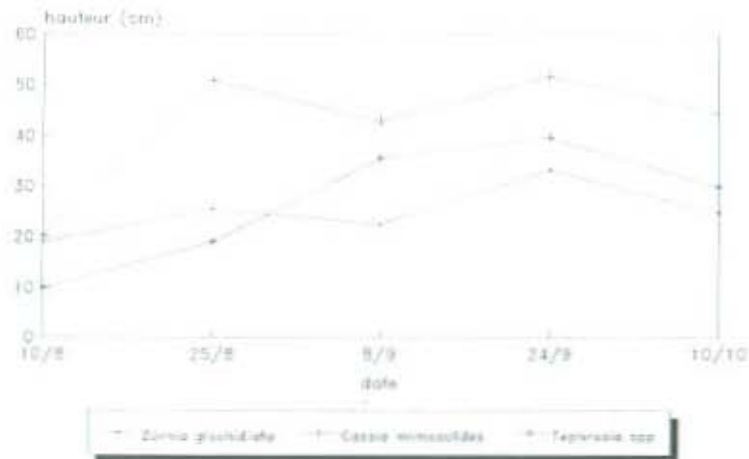
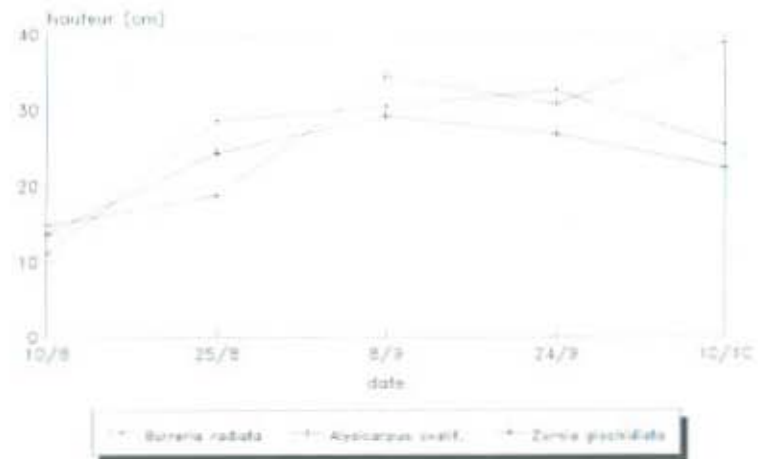


Figure 7d : Courbe de croissance en hauteur dans un sol ensablé



d'observer certains aspects ; cela trouve son excuse dans le fait que les herbacées ne sont identifiables qu'à partir d'un certain stade, plus facilement à l'épiaison. Ainsi, l'observation précoce pouvait nous amener à considérer des mesures de croissance de deux (2) à trois (3) espèces pour une seule. Il convient de signaler que *Aristida adscensionis* et *Schoenefeldia gracilis* présentent à l'âge très jeune des morphologies pouvant favoriser la confusion.

Les observations nous permettent de distinguer comme :

- espèces à cycle relativement court : *Cenchrus biflorus*, *Cassia mimosoïdes*, *Zornia glochidiata*
- espèces à cycle relativement long : *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Tephrosia spp*, *Borreria radiata*, *Cassia tora*, *Alysicarpus ovalifolius* et *Brachiaria deflexa*.

Ces constats concordent avec ceux de TRAORE (1978) en ce qui concerne *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida adscensionis* et *Zornia glochidiata*.

2.2. Physionomie et caractéristiques des pâturages

Aux quatre (4) types de sols étudiés correspondent quatre (4) types de pâturages qui diffèrent les uns des autres par le type et la structure de la végétation. Comment se présente le paysage de chacune de ces unités morphopédologiques ?

2.2.1. Pâturage de dune sableuse

C'est une steppe herbeuse à recouvrement moyen ligneux très faible de l'ordre de $1,22 \pm 0,2\%$ à l'hectare. Le recouvrement moyen des herbacées étant de $87 \pm 7\%$ sur une superficie de quatre (4) ha. Les espèces ligneuses et herbacées dominantes sont inscrites dans le tableau n° 10. Le nombre de pieds par ha concernant les ligneux et les contributions spécifiques « contact » (CSC) des herbacées y sont également mentionnés.

Tableau n° 10 : Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur la dune sableuse

Ligneux							Herbacées	
Espèces	Nombre de pieds par ha / strate						Espèces	CSC (%)
	< 1 m	1-3 m	3-5 m	5-7 m	> 7 m	total		
<i>Combretum glutinosum</i>	1	3	2	4	1	11	<i>Zornia glochidiata</i>	25,80
<i>Acacia laeta</i>	5					5	<i>Cassia mimosoïdes</i>	23,59
<i>Acacia albida</i>	4	1				5	<i>Aristida sieberiana</i>	13,58
							<i>Borreria radiata</i>	9,14
							<i>Cenchrus spp</i>	6,34
							<i>Tephrosia spp</i>	3,62
							<i>Eragrostis tremula</i>	3,26
							<i>Andropogon gayanus</i>	3,08
							<i>Digitaria horizontalis</i>	2,99
							<i>Cenchrus biflorus</i>	2,85

Ce pâturage a une valeur pastorale de 63 / 100. Sa production annuelle oscille entre 1,13 et 4,92 tonnes de MS / ha / an selon les périodes de l'année ; ce qui offre une capacité de charge maximale de 2,75 ha / UBT / an.

2.2.2. Pâturage de glacis

La végétation est une steppe arbustive claire avec $2,48 \pm 0,68\%$ de taux de recouvrement ligneux à l'hectare ; celui des herbacées est de $37 \pm 21\%$ sur une superficie de huit (8) ha. Les espèces dominantes sont recensées dans le tableau n° 11.

Tableau n°11 : Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur les glacis

Ligneux							Herbacées	
Espèces	Nombre de pieds par ha / strate						Espèces	CSC (%)
	< 1 m	1-3 m	3-5 m	5-7 m	> 7 m	total		
<i>Acacia raddiana</i>	41	11	4	2		58	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	91,47
<i>Grewia tenax</i>	24					24	<i>Aristida adscensionis</i>	4,13
<i>Maerua crassifolia</i>	11					11	<i>Sporobolus festivus</i>	1,98
							<i>Panicum laetum</i>	1,19
							<i>Zornia glochidiata</i>	0,53

Il peut supporter une charge de 9,23 ha / UBT/ an avec une production variant entre 0,57 et 0,84 tonne de MS par ha/an selon les périodes. Sa valeur pastorale est de 41/100.

2.2.3. Pâturage de dépression

Il a une végétation à allure steppique à savane arbustive dense, $30,20 \pm 11,17\%$ de recouvrement ligneux à l'hectare, et à composition floristique riche. Le recouvrement herbacé est de $86 \pm 9\%$ sur une superficie de quatre (4) hectare. Les espèces qui y sont dominantes sont présentées dans le tableau n°12.

Tableau n°12 : Espèces ligneuses et herbacées dominantes dans la dépression

Espèces	Ligneux						Herbacées	
	Nombre de pieds par ha / strate						Espèces	CSC (%)
	< 1 m	1-3 m	3-5 m	5-7 m	> 7 m	total		
<i>Acacia seyal</i>	61	35	21	25		142	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	80,75
<i>Combretum aculeatum</i>	129	11		1		141	<i>Sporobolus festinus</i>	3,10
<i>Acacia raddiana</i>	40	30	12	1		83	<i>Cassia tora</i>	3,04
<i>Combretum micranthum</i>	2	13	6			21	<i>Panicum laetum</i>	2,77
<i>Guiera senegalensis</i>	13	6				19	<i>Borreria radiata</i>	2,52
<i>Grewia tenax</i>	11					11	<i>Zornia glochidiata</i>	2,28
							<i>Aristida adscensionis</i>	1,97

Ce pâturage produit par an et selon les périodes 1,13 à 2,40 tonnes de MS /ha ; ce qui permet une charge supportable de 3,97 ha / UBT / an. Sa valeur pastorale est de 41 / 100.

2.2.4. Pâturage de l'ensablement

C'est une steppe herbeuse à arbustive ouverte. Les taux de recouvrement ligneux, faible, est de $3,67 \pm 0,23\%$ à l'hectare. Sur une superficie de 2 ha, le recouvrement moyen des herbacées est de $76 \pm 17\%$.

Tableau n°13 : Espèces ligneuses et herbacées dominantes sur l'ensablement

Ligneux							Herbacées	
Espèces	Nombre de pieds par ha / strate						Espèces	CSC (%)
	< 1 m	1-3 m	3-5 m	5-7 m	> 7 m	total		
<i>Balanites aegyptiaca</i>	29	5	5	3	4	46	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	32,1
<i>Acacia raddiana</i>	11	8	2	1	1	23	<i>Aristida adscensionis</i>	21,74
<i>Ziziphus mauritiana</i>	3	4				7	<i>Zornia glochidiata</i>	14,71
							<i>Eragrostis tremula</i>	10,69
							<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	7,78
							<i>Cenchrus biflorus</i>	7,74
							<i>Borreria radiata</i>	4,69

Sa valeur pastorale est de 55 / 100 ; il produit suivant les périodes 1,13 à 2,32 tonnes de MS / ha/an. Sa capacité de charge est de 4,34 ha / UBT / an.

Le tableau n°14 récapitule quelques valeurs caractéristiques des pâturages selon les périodes.

Tableau n° 14 : Récapitulatif des valeurs bromatologiques des pâturages

Paramètres Pâturage	Biomasse (tonne de MS/ha/an)			MA d (en g/Kg de MS)			MM (en %)			MO (en %)		
	septembre	octobre	novembre	septembre	octobre	novembre	septembre	octobre	novembre	septembre	octobre	novembre
pâturage de dépression	2,40	1,97	1,13	69,78	17,75	23,33	8,01	10,00	15,25	91,99	90,00	84,75
pâturage de glacié	0,72	0,57	0,84	59,56	27,04	29,83	8,84	10,17	16,49	91,16	89,83	83,51
pâturage d'ensablement	2,32	1,48	1,13	106,94	60,49	49,34	8,27	10,08	11,00	91,73	89,92	93,25
pâturage de dune	4,92	-	1,60	127,38	59,56	38,19	5,85	6,01	6,75	94,15	93,99	89,00

Conclusion partielle

Cette évaluation du potentiel pastoral montre la dominance par les herbacées annuelles basses (< 100 cm) et la richesse de la flore des pâturages étudiés. Ils se caractérisent également par des variations considérables de la qualité et quantité du fourrage au cours de la saison. En effet, en début de saison les plantes en croissance sont meilleures en raison de leur richesse en eau et en azote. En fin de saison de croissance, elles flétrissent et se lignifient. Le taux d'azote diminue pendant cette période.

CHAPITRE III :

ANALYSE DES RELATIONS ENTRE LE TYPE DE SOL ET LES DONNEES SUR LES PATURAGES

Les analyses statistiques des données de l'inventaire des herbacées ont été faites à l'aide du logiciel STATITCF. L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) qui est une méthode descriptive a été utilisée. Son but est d'étudier les correspondances, les liaisons existantes entre les variables. Elle permet d'analyser trois sortes de tableaux :

- les tableaux comportant uniquement des variables qualitatives ;
- les tableaux comportant uniquement des variables quantitatives recodées en classes ;
- les tableaux comportant des variables qualitatives et quantitatives (analyse factorielle des correspondances multiples).

Les variables étant de nature très différentes, le préalable nécessaire a une AFCM est une opération de codage qui a pour but d'homogénéiser les variables c'est-à-dire de les rendre toutes qualitatives.

Son principe est de construire un système d'axes ; ces axes sont des combinaisons linéaires des variables initiales et sont hiérarchisés : le premier axe apporte plus d'information que le second, le second plus que le troisième et ainsi de suite. A partir des axes pris deux à deux, le programme réalise des graphes dans lesquels les individus et les variables sont représentés ensemble et séparément dans un plan. L'interprétation a été faite par rapport aux axes qui donnent beaucoup plus de précision. Nous nous sommes limités aux deux premiers axes qui donnent des contributions respectives à la variation totale de 40% et 22%.

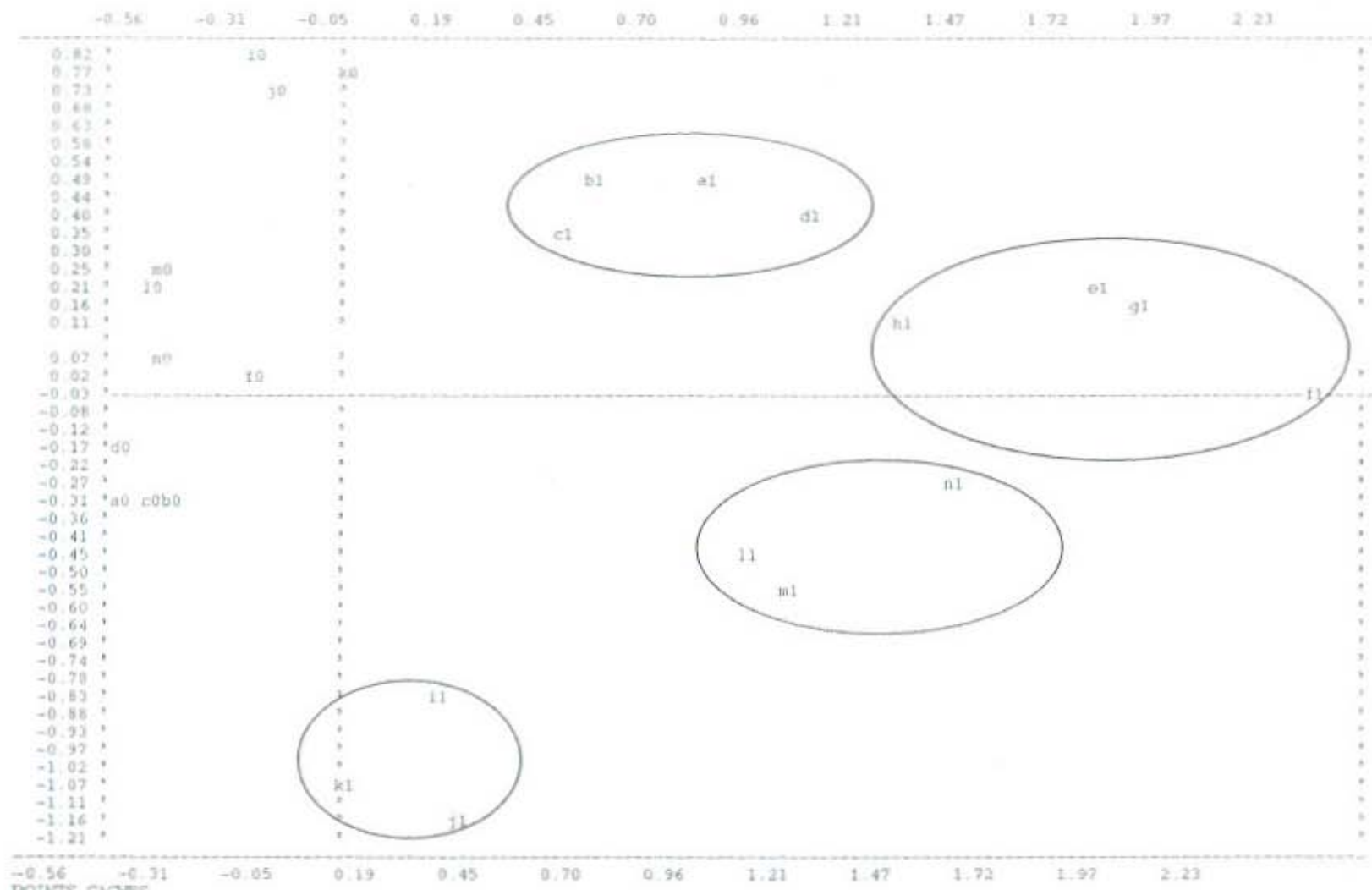
Analyse et interprétation

Sur la représentation graphique (fig.8), selon le plan 1/2, les parcelles se regroupent en quatre ensembles :

- le premier ensemble formé par les points a_1 , b_1 , c_1 et d_1 représente les parcelles de la dépression ;

GRAPHE 1 2
 AXE HORIZONTALE 1 AXE VERTICALE 2

Figure 8 PROJECTION DES MODALITES DES VARIABLES



POINTS CACHES		ABSCISSE	ORDONNEE
71	e0	- 2496312	-2.817811E-02
71	q0	- 2636144	-2.065171E-02

- le deuxième ensemble constitué par les points e_1, f_1, g_1, h_1 représente les parcelles du glacis
- le troisième ensemble formé par les points i_1, j_1 et k_1 représente les parcelles de l'ensablement
- enfin le dernier ensemble formé par les points m_1, n_1 et o_1 représente les parcelles de la dune sableuse.

Les caractéristiques morphologiques, biologiques et physico-chimiques de ces différentes unités morphopédologiques et la composition floristique des pâturages constituent les facteurs de discrimination.

L'analyse de cette figure permet de constater par rapport à l'axe deux (axe vertical) un gradient décroissant d'ensablement et des gradients croissants du degré d'humidité et du taux de matière organique. Les analyses physico-chimiques montrant une différence nette entre les différentes propriétés de ces sols confirment cela.

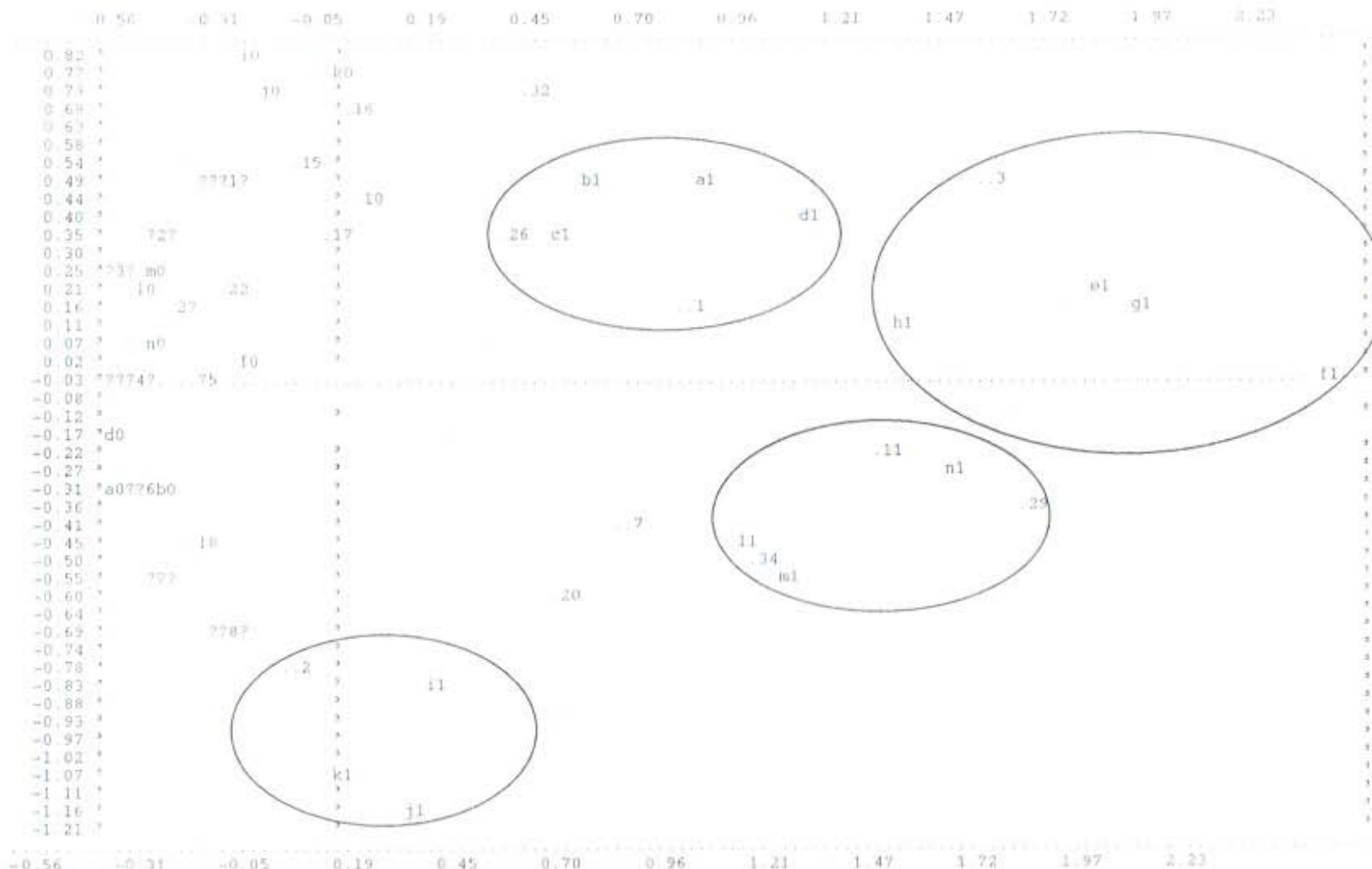
Par rapport à l'axe 1 (axe horizontal) : la dépression et le glacis se distinguent de la dune et de l'ensablement. Les différents gradients, surtout le gradient textural, suscités peuvent expliquer ce regroupement. Aussi, l'ensablement et le glacis semblent avoir des liens quand on observe leur position par rapport à cet axe. En effet, la ressemblance entre le glacis et l'ensablement repose sur la texture sableuse des quarante premiers centimètres des glacis et de tout le profil pédologique pour ce qui est de l'ensablement ; l'observation directe sur le terrain laisse comprendre que les glacis étaient autrefois des zones ensablées qui, sous l'effet de l'érosion hydrique et éolienne, ont perdu par endroit tout le recouvrement sableux. C'est justement sur ces endroits dénudés par l'érosion appelés « zippelés » qu'il n'y a aucune végétation. Ces " zippelés " sont entrecoupés par des recouvrements sableux appelés « jupes sableuses » qui portent la végétation. Toujours selon cet axe il n'y a aucune tendance entre la dune sableuse et le glacis ; la dune est située à l'origine tandis que le glacis tend vers " l'infini ". Et pourtant, le lien textural observé entre glacis et ensablement pouvait exister ici. Ce problème

de dissemblance entre le glacis et la dune peut être lié au fait que les graphes de l'AFCM sont des images déformées de la réalité.

Le deuxième graphe (Fig.9) présentant simultanément les individus et les variables dans les plans des axes factoriels permet de donner les espèces caractéristiques des différents sites. Ainsi, on remarque que :

GRAPHE 1 2
 AXE HORIZONTALE 1 AXE VERTICALE 2

Figure 9 PROJECTION DES INDIVIDUS ET DES MODALITES DES VARIABLES



POINTS CACHES

POINTS VUS	POINTS CACHES	ABSCISSE	ORDONNEE
71	30	- .3391524	.4714167
71	31	- .3391524	.4714167
71	19	- .3391524	.4714167

- la dépression est caractérisée par *Panicum laetum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Cassia tora*, *Chloris prierii*, *Sporobolus festivus*, *Cyperus rotundus*, *Alysicarpus ovalifolius* et *Aristida adscensionis* ;
- le glacis par *Aristida adscensionis*, *Schoenefeldia gracilis* et *Cenchrus biflorus* ;
- les espèces herbacées les plus représentées dans l'ensablement sont *Zornia glochidiata*, *Borreria radiata*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus* et *Schoenefeldia gracilis* ;
- enfin les espèces caractérisant la dune sont *Andropogon gayanus*, *Fimbristylis exilis*, *Eragrostis tremula* et *Tephrosia spp.*

Il est nécessaire de signaler que *Schoenefeldia gracilis* et *Cassia mimosaoides* sont, en réalité, bien représentés respectivement dans la dépression et sur la dune même si l'AFC ne révèle pas cela. Le caractère cosmopolite de *Schoenefeldia gracilis* peut expliquer cet état de fait. En effet, cette espèce a tendance à coloniser tous les milieux.

Ce sont ces caractéristiques édaphiques et de la végétation révélées par l'AFC qui ont servi de base à l'analyse de l'influence des sols sur la végétation. Ainsi, le tableau n°15 regroupe les caractéristiques des sols et celles des pâturages étudiés. Les quarante premiers centimètres, strate explorée par les racines, ont été pris en compte.

Les valeurs caractéristiques des pâturages (production, valeur pastorale, capacité de charge, ...) indiquées varient selon le type de pâturage en relation avec le type de sol, et selon les périodes. Ces résultats avoisinent ceux de ZOUNGRANA (1992) en ce qui concerne les pâturages des dunes et des glacis au Sahel burkinabé. Cet auteur a estimé la production des pâturages des dunes à 4 - 4,5 tonnes de MS/ha/an, leur capacité de charge à 1,31 ha/UBT/an et leur valeur pastorale à 50-65 / 100 ; quant aux glacis, il a donné 0,5 - 1,2 tonnes de MS/ha/an comme production avec une charge supportable de 5,5 ha/UBT/an et 30 - 45 / 100 comme valeur pastorale. Il a qualifié ces pâturages de dune de satisfaisants et ceux des glacis de pauvres. Par ailleurs, les travaux de SANON et al. (1995) réalisés dans l'OU DALAN

donnaient aux dépressions une charge possible de 1,24 ha/UBT/an avec une production de 1,6 tonnes de MS/ha/an et une valeur pastorale de 20 / 100. TOUTAIN (1977) situe la production moyenne de fourrage des ensablements sahéliens entre 1,5 et 2,4 tonnes de MS/ha/an, ce qui correspond à une capacité de charge de 3 à 4,5 ha/UBT/an.

L'observation du tableau n° 15 permet de se rendre compte de l'évolution du taux d'azote exprimé en matière azotée digestible (en g/kg de MS) suivant les périodes de l'année et selon le type de sol. Sur la base de la valeur azotée et selon les normes de BOUDET (1991) (voir annexe), les pâturages sont classés dans l'ordre suivant :

- pâturages de qualité fourragère bonne à excellente : pâturages de la dune et de l'ensablement
- pâturages de qualité fourragère moyenne à excellente : pâturage de glacis
- pâturages de qualité fourragère médiocre à excellente : pâturage de la dépression.

Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols diffèrent également d'un sol à un autre.

Toutes ces différences de production, de qualité, de composition floristique, ... constatées entre les différents pâturages ne sont pas le fait du hasard. Les caractéristiques des pâturages dépendent de celles des sols dont l'une des fonctions essentielles consiste à fournir aux plantes les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires (DUCHAUFOR, 1991). En effet, les études antérieures, notamment celles de DE RIDDER (1982), ont montré que la disponibilité de l'azote et du phosphore dans le sol et les besoins des plantes sont des facteurs déterminants pour la croissance et la production. Les analyses chimiques des sols montrent que les teneurs en ces éléments à l'instar de celles de la matière organique et du potassium n'offrent pas de garantie pour un meilleur développement des plantes. Les micro-organismes dont le rôle essentiel est d'une part la formation d'agrégats stables et l'amélioration de la porosité d'autre part l'enrichissement en éléments minéraux par décomposition de la matière

Tableau n°15 : Récapitulatif des caractéristiques des quatre types de sols et de pâturages

Type de pâturage	Caractéristiques du sol			Espèces dominantes		Croissance des plantes		Biomasse		Capacité de charge	VP	Observations
	Physiques	Chimiques	biologiques	ligneux	Herbacée	hauteur (en cm)	vitesse maximale (en cm/j)	en tonnes MS/ha/an	MAd (g/kg MS) (tonnes MAT/ha/an)	en ha/UBT/an	en %	
Pâturage de dépression	texture : argilo-sableuse à argileuse structure : polyédrique ; faiblement perméable consistance : peu dure à très dure à l'état sec RU : 10,43 % (élevé)	MO totale : 0,84 % MS (basse) N total : 0,04 % (bas) P total : 94 mg/kg MS (très bas) K total : 858 mg/kg MS (bas) S/T : 92,3 % (très élevé) pH eau : 7,44 (faiblement alcalin)	activité biologique meilleure en début de saison des pluies (70,33 mg/100 g de sol)	<i>Acacia seyal</i> (142 pieds/ha) <i>Combretum aculeatum</i> (141 pieds/ha) avec R=30,2±11,2%	<i>Schoenefeldia gracilis</i> (80,75%) <i>Cassia tora</i> (3,04%)	64,3±6,6 59,0±18,3	2,5 1,5	1,13 à 2,4	17,75 (7.10 ⁻³) à 69,78 (3.10 ⁻³)	3,97	41	bon pâturage mieux exploité en saison sèche ; utilisation en toute saison ; problème d'érosion en nappe et de mort de ligneux surtout <i>Acacia seyal</i>
Pâturage de glacis	texture : sableuse structure : feuilletée à polyédrique ; perméable consistance : tendre à l'état sec RU : 2,58 % (très bas)	MO totale : 0,37 % (très basse) N total : 0,02 % (bas) P total : 68 mg/kg MS (très bas) K total : 509 mg/kg MS (bas) S/T : 108,2 % (très élevé) pH eau : 7,04 (neutre)	activité biologique meilleure en pleine saison des pluies (48,14 mg/100 g de sol)	<i>Acacia raddiana</i> (58 pieds/ha) <i>Grewia tenax</i> (24 pieds/ha) avec R=2,48±0,68%	<i>Schoenefeldia gracilis</i> (91,47%) <i>Aristida adscensionis</i> (4,13%)	66,8±8,6 51,0±11,4	2,3 0,9	0,57 à 0,84	27,04 (4.10 ⁻³) à 59,56 (6.10 ⁻³)	9,23	41	pâturage pauvre utilisé en toute saison ; problème d'érosion éolienne, en nappe, en rigole et en ravin ; mortalité de ligneux

NB : * R = recouvrement ligneux/ha

* les valeurs qui sont entre parenthèses pour les herbacées indiquent la contribution spécifique contact en %

* les MA d (Matières Azotées digestibles) ont été calculées à partir des MA t (Matières Azotées totales) à l'aide de la formule de BOUDET (1991) : MA d (en g/kg de MS) = 9,29 x MA t (en % de MS) - 35,2

* VP = valeur pastorale

suite du tableau n° 15

Type de pâturage	Caractéristiques du sol			Espèces dominantes		Croissance des plantes		Biomasse		Capacité de charge	VP	Observations
	Physiques	Chimiques	biologiques	ligneux	Herbacée	hauteur (en cm)	vitesse maximale (en cm/j)	en tonnes MS/ha/an	MAd (g/kg MS) (tonnes MAT/ha/an)	en ha/UBT/an	en %	
Pâturage de l'ensablement	texture : sableuse structure : massive ; perméable consistance : meuble à l'état sec RU : 4,96 % (basse)	MO totale : 0,36 % (très basse) N total : 0,01 % (très bas) P total : 115 mg/kg MS (bas) K total : 585 mg/kg MS (bas) S/T : 69,37 % (élevé) pH eau : 6,28 (faiblement acide)	activité biologique meilleure en fin de saison pluvieuse (33,07 mg/100 g de sol)	<i>Balanites aegyptiaca</i> (46 pieds/ha) <i>Acacia raddiana</i> (23 pieds/ha) avec R=3,67± 0,23%	<i>Schoenefeldia gracilis</i> (32,06%) <i>Aristida adscensionis</i> (21,74%)	----- -----	----- -----	1,13 à 2,32	49,34 (10 ⁻²) à 106,94 (4.10 ⁻²)	4,34	55	bon pâturage ; culture de mil en saison pluvieuse et pâturage en saison sèche ; problème d'érosion éolienne et en rigole
Pâturage de dune	texture : sableuse structure : particulière ; perméable consistance : meuble à l'état sec RU : 2,55 % (très basse)	MO totale : 0,51 % (basse) N total : < 0,01 % (très bas) P total : 77 mg/kg MS (très bas) K total : 281 mg/kg MS (très bas) S/T : 20,2 % (bas) pH eau : 5,18 (acide)	activité biologique meilleure en pleine saison des pluies (27,38 mg/100 g de sol)	<i>Combretum glutinosum</i> (11 pieds/ha) <i>Acacia laeta</i> (5 pieds/ha) avec R=1,22± 0,2%	<i>Zornia glochidiata</i> (25,80%) <i>Cassia mimosoïdes</i> (23,59%)	33,2 ± 5,8 51,6 ± 11,3	0,4 2,1	1,60 à 4,92	38,19 (1,2.10 ⁻²) à 127,38 (9.10 ⁻²)	2,75	63	bon pâturage ; culture de mil en saison hivernale et pâturage en saison sèche

organique, sont peu actifs dans tous les sols. Les mesures biologiques montrent des valeurs faibles à très faibles de la quantité de CO₂ dégagée dans ces sols en comparaison avec la valeur optimale de 22 mg par 100 g de sol par jour donnée par DOMMERGUES (1960).

Les mesures de croissance et de la vitesse de croissance étant portées sur les espèces dominantes de chaque site et celles-ci étant différentes selon les sites ainsi que leur physiologie, il n'est pas aisé de faire des comparaisons. Cependant, *Schoenefeldia gracilis* sur la dune présente une vitesse maximale de croissance légèrement supérieure à celle du glacis.

Ces observations permettent de dire donc que la quantité de biomasse herbacée annuellement produite ne dépend pas seulement de la fertilité chimique des sols. Le tableau n° 16 présente les sols classés par ordre croissant de fertilité chimique avec leur production respective.

Tableau n° 16 : Fertilité chimique des sols et production de biomasse herbacée

Types de sols	Fertilité chimique	Production (en tonnes de MS/ha/an)
sol de la dépression	élevée	1,13 à 2,4 (moyenne = 1,83 ± 0,53)
sol du glacis	élevée	0,57 à 0,84 (moyenne = 0,71 ± 0,11)
sol de l'ensablement	moyenne	1,13 à 2,32 (moyenne = 1,64 ± 0,50)
sol de la dune	basse	1,6 à 4,92 (moyenne = 3,26 ± 1,66)

En fait, les caractéristiques physiques des sols (texture, structure, consistance et la réserve en eau) ont aussi une influence sur la physiologie des plantes. Une comparaison des productions de biomasse herbacée des différents sols montre que les sols à texture sableuse, bien qu'ayant une capacité de rétention en eau basse, produisent mieux. Cela s'explique par le fait que ces sols ont une consistance meuble donc favorables à l'enracinement ; une texture grossière par conséquent ils sont bien aérés. L'oxygène conditionne la respiration des racines. En cas de manque d'oxygène, les racines s'atrophient, leur activité diminue et l'absorption de tous les nutriments est rapidement freinée, notamment l'azote et l'eau également même si elle existe en excès (sécheresse physiologique) (DUCHAUFOR, 1991). La structure massive à

particulière des sols est aussi favorable au développement et au fonctionnement des racines, organes assimilateurs. L'utilisation de l'eau dans ces sols est plus facile en raison de la faiblesse de la force de succion qu'exercent ces sols sur l'eau. En effet, l'utilisation de l'eau du sol n'est possible que lorsque la force de succion des racines est supérieure à celle du sol. Dès que les conditions climatiques sont satisfaites, les plantes (en général peu exigeantes à la richesse chimique des sols) des sols sableux se développent normalement. Le sol du glacis pourtant sableux par endroit (partie végétalisée) a une production de biomasse herbacée médiocre ; cela est imputable à son état de dégradation (érosion en rigole et en ravin ; plages nues : « zippellés ») très avancé.

Ces sols ont par contre un recouvrement ligneux faible. Ce sont des lieux privilégiés de *Combretum glutinosum* et des épineux du genre *Acacia* particulièrement *Acacia raddiana*. Tandis que les sols de dépression ont un recouvrement ligneux assez élevé (30,2% par ha).

Les sols sableux représentent les sols potentiels pour l'agriculture au Sahel. Ils se prêtent mieux au mil et secondairement au sorgho, au niébé, ...

Outre les contraintes climatiques, les pâturages sahéliens se trouvent confronter à deux problèmes essentiels qui sont le surpâturage et la dégradation des sols, supports des plantes constituant les pâturages. En effet, les actions du vent et de l'eau favorisées par un recouvrement végétal dans l'ensemble faible provoquent une instabilité notable des sols dont l'incidence sur la végétation ne suscite pas de discussion. Quant aux pâturages, l'insuffisance d'eau et/ou la répartition de celle-ci dans l'espace engendrent des problèmes de gestion. Les pâturages éloignés des points d'eau sont sous-exploités tandis que ceux situés non loin des points d'eau sont surexploités. BOUDET (1961) affirme que si l'élevage sahélien est conditionné par le pâturage, il l'est encore plus par les conditions d'abreuvement.

Afin de protéger et d'améliorer les capacités productives des pâturages et par conséquent l'élevage au Nord du pays, nous suggérons que les efforts soient essentiellement axés :

Au niveau du sol

sur la conservation et l'amélioration des propriétés des sols ; il faut principalement :

- s'opposer à l'entraînement du sol par érosion en plaçant des diguettes et en plantant des haies en bas de pente ;
- éviter de mettre le sol à nu surtout en saison hivernale ;
- neutraliser l'acidité du sol par amendements calcaires ;

Au niveau des pâturages

* le domaine de l'hydraulique pastorale : assurer une répartition rationnelle des points d'eau en vue de :

- rendre accessibles pendant des temps plus longs, les zones abandonnées dès la fin des pluies faute d'eau ;
- permettre une déconcentration des troupeaux autour des points d'eau permanents ;
- permettre un abreuvement plus régulier des animaux.

* la culture d'une ou de quelques espèces fourragères ayant la réputation d'être d'une valeur nutritive assez bonne et résistantes à la sécheresse et à la pâture ;

* le contrôle de la pâture pour assurer le repos des pâturages.

CONCLUSION GENERALE

Le présent mémoire est le résultat d'une année d'observations, de mesures et d'analyses d'échantillons sur les sols et les pâturages au Sahel notamment à la station de Katchari. A l'issue de cette étude de caractérisation physico-chimique et biologique des sols et d'évaluation des potentialités pastorales, un certain nombre de points sont apparus saillants et méritent une mention spéciale.

Les sols de dépression et de glacis ont une fertilité chimique élevée ; ceux de l'ensablement et de la dune ont respectivement une fertilité moyenne et basse. Ils ont tous des propriétés biologiques relativement faibles. Les sols à texture sableuse bien qu'ayant une faible capacité de stockage d'eau et une fertilité chimique basse semblent être plus favorables à la production de biomasse herbacée. Cela est sans doute lié à la faiblesse de la force de succion qu'exercent ces sols sur l'eau, l'eau étant un facteur limitant à la croissance des plantes. En effet, l'utilisation de l'eau par les plantes n'est possible que lorsque les plantes ont une force de succion supérieure à celle des sols. Les sols de la dépression, lourds et à forte force de succion en raison de leur texture argileuse, apparaissent moins favorables à la production évidemment en les comparant aux sols sableux.

Par conséquent le meilleur pâturage est celui de la dune avec une production de 4,92 tonnes de MS/ha/an tandis que le pâturage du glacis est pauvre. Il produit 0,84 tonne de MS/ha/an. Les parcours sont peuplés d'essences xérophiiles, peu exigeantes à la fertilité du sol et à grande amplitude écologique. C'est le cas par exemple de *Schoenefeldia gracilis* qui est bien représenté dans la zone d'étude.

Nous signalons, en accord avec BOUDET (1970) que les plantes ne sont jamais réparties au hasard. Leur présence ou leur absence tient au climat évidemment, mais au sol qui les porte.

Le nombre insuffisant de paramètres en ce qui concerne les analyses tant au niveau des échantillons de sol qu'au niveau des fourrages, a été un frein à une caractérisation plus poussée des sols et de la végétation qui s'y développe.

Ce qui serait important et intéressant à savoir c'est l'effet d'un apport d'éléments fertilisants aux sols sableux sur la production de biomasse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BACHELIER G., 1973- Activité biologique des sols et techniques simples qui en permettent l'évaluation. Cahier de l'ORSTOM, série pédologique, vol. XI, n°1, pp 65-77.

BADIARA L., 1986- Contribution à l'étude de l'évolution saisonnière des états de surface des zones pâturées sur le bassin versant de la mare d'Oursi. Mémoire de fin d'études, I.D.R, Université de Ouagadougou, 137p.

BONNEAU M., SOUCHIER B., 1979- Pédologie. Constituants et propriétés du sol. Ed. Masson, 459p.

BOUDET G. , DUVERGER E. , 1961- Etude des pâturages sahéliens. IEMVT/SOTUBA. Ed. 30/439, 160p

BOUDET G., BILLE J. C., LEBRUN J. P., RIVIERE R., 1970- Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT, 183p.

BOUDET G., 1991- Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT. Deuxième éd., 266p.

BREMAN H., DE RIDDER N., KETELAARS J. J. M. H. et KEULEN H., 1991- Manuel sur les pâturages des pays tropicaux. Ed., ACCT - CTA - KARTHALA; 471p.

BUNASOLS, 1984 - Méthodes d'analyse physique et chimiques des sols, eaux et plantes. Documentations techniques N°3, 159p.

BUNASOLS, 1990- Manuel pour l'évaluation des terres. Document technique N°6. PNUD/FAO/Projet BKF/87/020 "création d'un bureau national des sols", phase III, 181p.

MARA, 1991- Bulletin annuel statistique de l'élevage. MDCRA/ CELLULE STATISTIQUES ANIMALES, 49p.

DE RIDDER N., STROOSNIJDER L. et CISSE A. M., 1982- La productivité des pâturages sahéliens : Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Textes du cours PPS, Tome 1, Théorie; 233p.

DJITEYE M. A. et PENNING DE VRIES F. W. T., 1982- La productivité des pâturages sahéliens : Une étude des sols, des végétations et l'exploitation de cette ressource naturelle. Centre for agricultural publishing and documentation Wageningen, 520p.

DOMMERGUES Y., 1960- La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. ORSTOM, vol.XV, N°1, pp 56-60

DOMMERGUES Y., MANGENOT F., 1970- Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson et Cie, Paris VI, 796p.

DUCHAUFOR Ph., 1977- Pédologie. Pédogenèse et classification. CNRS, édition Masson, 477p.

DUCHAUFOR Ph., 1991- Abrégés de pédologie ; sol, végétation, environnement. Troisième éd., Masson, 289p.

FAO, 1977- Directives pour la description des sols. Seconde édition. Service des ressources en sols, de leur mise en valeur et de leur conservation /Division de la mise en valeur des terres et des eaux, 72p.

GEERLING C., 1988- Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéen, 339p.

GROUZIS M., 1984- Pâturages sahéliens du nord du Burkina Faso : capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de qualité fourragère, 34p.

IN.E.R.A., 1995- Etude des systèmes d'élevage de Katchari par la Méthode Active de Recherche Participative (M.A.R.P.), 34p.

KOANDA S., 1995- Etude des systèmes d'élevage et de la production laitière bovine dans le terroir de Sambonay. Mémoire de fin d'étude, IDR, Université de Ouagadougou, 88p.

LE FLOC'H E., 1969- Caractérisation morphologique des stades et phases phénologiques dans les communautés végétales. CNRS/CEPE, Montpellier, 136p.

LEPRUN J. C., 1977- Esquisse pédologique à 1/50 000 des alentours de la mare d'Oursi avec notice et analyse des sols. A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan. ORSTOM/ DGRST, 53p.

LEVANG P., 1978- Biomasse herbacée de formations sahéliennes : étude méthodologique et application au bassin versant de la mare d'Oursi. Vol 1 (texte). ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, 34p.

LOZET J., MATHIEU C., 1990- Dictionnaire de science du sol. Deuxième éd., 384p.

MCD, 1991- Mémento de l'agronome. Quatrième édition, collection « techniques rurales en Afrique, 1635p.

OREV Y., 1987- Manuel pratique pour l'amélioration des pâturages en zones semi-arides. CTA, 123p.

ORSTOM, 1969- Etude pédologique de la Haute-Volta. Rapport général de synthèse, 30p.

OUEDRAOGO T., 1991- Systèmes de production dans le Sahel burkinabé. Rapport final, 67p.

POISSONET J. et al., 1985- Méthodologie pour l'étude des pâturages sahéliens. Aide mémoire, pp 9-11.

POISSONET J., 1992- Evaluation du potentiel pastoral. Station de Katchari - Dori, 8p.

SANON O. H., KONE N., LIEHOUN E., POISSONET J., MORANT Ph., SOMDA M., 1995- Etude agrostologique du terroir de Menegou. Rapport, I.N.E.R.A., 61p

SICOT M., 1976- Evaluation de la production fourragère herbacée. ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta), 43p.

SOLTNER D., 1986- Les bases de la production végétale. Tome 1 : le sol, 14^e éd., col. sciences et techniques agricoles, 464p.

THIOMBIANO L., DIANOU D., [1995]- Variabilité de l'activité biologique des états de surface du sol de Katchari en milieu désertifié au Burkina Faso, 9p.

TOUTAIN B., DE WISPELAERE G., BOUDET G., RIVIERE R., LEBRUN J.P., FORGIARINI G., DE ZBOROWSKI I., PROVOST A., 1977- Pâturage de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de délestage au Nord-Est de Fada N'Gourma. Tome I : Les pâturages naturels et leur mise en valeur. I.E.M.V.T. ; 134p + annexes.

TOUTAIN B., LHOSTE P., 1978- Essai d'estimation du coefficient d'utilisation de la biomasse herbacée par le bétail dans un périmètre sahélien. IEMVT, Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., pp95-101.

TRAORE B., 1978- Observation sur la phénologie de quelques espèces herbacées et ligneuses sahéliennes. Mémoire de fin d'études, I.D.R., Université de Ouagadougou, 29p.

TRAORE O., 1995- Identification des organisations d'éleveurs et la commercialisation des produits animaux au Sahel Burkinabé. Mémoire de fin d'étude, IDR, Université de Ouagadougou, 96p.

UNSO/BKF/90 X01, 1991- Situation socio-économique du département de Sebba (Province du Seno). Eléments d'analyse et proposition d'une stratégie d'intervention en aménagement de terroirs pour le projet UNSO, PSB/PDIS, 180p.

VON MAYDELL H-J., 1992- Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractérisations et leurs utilisations, 531p.

ZERBO L., 1993- Caractérisation des stations de recherches agronomiques : DI- KATCHARI - KOUARE. Rapport, 106p.

ZOUNGRANA I., GUINKO S., ZOUNGRANA C., 1992- Typologie des pâturages du Burkina Faso. Ouagadougou : IDR ; FAST, 18p.

ANNEXES 1 :

- Fiche de description FAO (1977)
- Descriptions détaillées des profils pédologiques
- Normes d'interprétation des données physiques et chimiques sur les sols

Burkina Faso-Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage-Secrétariat général
BUREAU NATIONAL DES SOLS : Fiche de description de profil pédologique

Numéro profil: _____ Date description: _____ Unité cartogr. _____

Auteur(s): _____ Classification: CPCS 1967 _____

Légende révisée FAO: _____

Localisation: _____ Altitude: _____

Position physiogr.: _____ Topographie envir.: _____

Microtopographie: _____ Pente: _____

Végétation et/ou utilisation: _____

Roche-mère: _____ Drainage: _____

Etat hydrique: _____ Nappe: _____

Cailloux en surface/affleurements rocheux: _____

Erosion: _____ Influence humaine: _____

Classif. technique: _____

HORIZON/ Profon- deur	COULEUR(S)		TACHES	TEXTURE	ELEMENTS GROSSIERS	STRUCTURE	CONSISTANCE		
	sec	humide					S	P	H

HORIZON/ Profon- deur	Cutans, faces de pression /gliss.	PORES	Fragments minéraux	Cimentation /induration	Ca CO ₃	pH	RACINES	ACTIVITE BIOLOGIQUE	TRANSI- Beh. TION

Notes additionnelles: _____

* Informations générales

Classification CPCS (1967) : Sol brun rouge sub-aride peu différencié sur erg récent

Date de description : 24-02-1996

Auteur : SANOU Seydou

Localisation du profil : à Diomga à sept (7) Km environ de Dori sur l'axe Dori - Gorom-Gorom

Physiographie : dune sableuse

Relief : vallonné

Pente à l'emplacement du profil : assez forte

Végétation : savane arbustive claire à *Combretum glutinosum*, *Acacia laeta*, *Acacia albida*, *Zornia glochidiata*, *Cassia mimosoïdes*, *Tephrosia spp*, *Aristida sieberiana*, *Andropogon gayanus*

Matériau parental : sable

Etat de surface : sableux

Erosion : éolienne et en nappe

Drainage interne : excessif

Etat hydrique : sec sur tout le profil

* Description du profil

0 - 27 cm : rose (5YR 8/4) à l'état sec, jaune rougeâtre (5YR 7/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure massive à particulaire ; consistance meuble ; peu nombreux pores moyens ; nombreuses racines très fines ; activité biologique très intense ; limite graduelle ; pH = 5,45

27 - 101 cm : rose (5YR 8/4) à l'état sec, jaune rougeâtre (5YR 7/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure particulaire ; consistance meuble ; peu nombreux pores fins ; nombreuses racines très fines ; activité biologique moyennement développée ; limite graduelle ; pH = 4,91

101 - 120 cm : rose (5YR 8/4) à l'état sec, jaune rougeâtre (5YR 7/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure élémentaire ; consistance meuble ; rares racines fines ; activité biologique peu développée ; pH= 4,90

I.1.2. Profil Kat 1

* Informations générales

Classification CPCS (1967) : Sol brun sub-aride vertique fortement alcalisé en profondeur

Date de description : 24-02-1996

Auteurs : ZOMBRE Prosper et SANOU Seydou

Localisation du profil : à la station de Katchari située à 11 Km de Dori sur l'axe Dori-Djibo
(14°02,31' N et 0°08,30' W)

Physiographie : dépression

Relief : plat

Pente à l'emplacement du profil : modérée

Végétation : savane arbustive à *Acacia seyal*, *Acacia raddiana*, *Combretum micranthum*,
Combretum glutinosum, *Maerua crassifolia*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*,
Panicum laetum, *Cassia tora*

Matériau parental : alluvions argileuses

Etat de surface : sableux

Erosion : en nappe

Drainage interne : pauvre

Etat hydrique : sec sur tout le profil

* Description du profil

0 - 10 cm : gris clair (7,5YR 7/0) à l'état sec, brun fort (7,5YR 4/6) à l'état humide ; texture sablo-limono-argileuse ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en éléments grossiers et moyens ; consistance peu dure ; peu nombreux pores fins ; racines fines peu nombreuses ; activité biologique moyennement développée ; limite distincte et régulière ; pH= 6,78

10 - 40 cm : brun (7,5YR 5/2) à l'état sec, brun (7,5YR 5/4) à l'état humide ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique subangulaire fortement développée en éléments grossiers et moyens ; consistance très dure ; racines fines très nombreuses ; activité biologique peu développée ; limite graduelle ; pH= 8,10

40 - 91 cm : brun (10YR 5/3) à l'état sec, brun jaunâtre sombre (10YR 4/4) à l'état humide ; texture argilo-sableuse peu caillouteuse et peu graveleuse ; structure prismatique avec des faces de pression ; consistance très dure ; activité biologique peu développée ; limite distincte et régulière ; pH= 9,43

91 - 120 cm : blanc (2,5Y 8/2) à l'état sec, gris clair (5Y 7/2) à l'état humide ; nombreuses taches rougeâtres et nombreux nodules calcaires ; texture argilo-sableuse peu graveleuse ; structure polyédrique angulaire moyennement développée en éléments moyens et fins ; consistance très dure ; activité biologique peu développée ; pH= 9,55

I.1.3. Profil Kat 2D

* Informations générales

Classification CPCS (1967) : sol brun sub-aride moyennement alcalisé en profondeur

Date de description : 22-02-1996

Auteur : SANOU Seydou

Localisation du profil : à la station de Katchari située à 11 Km de Dori sur l'axe Dori-Djibo (14°01,14' N et 0°08,09' W)

Physiographie : glacis

Relief : plat

Pente à l'emplacement du profil : faible à très faible

Végétation : steppe arbustive claire à *Acacia raddiana*, *Acacia laeta*, *Grewia tenax*, *Balanites aegyptiaca*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*

Matériau parental : alluvions

Etat de surface : croûte de décantation

Erosion : éolienne, en nappe et en rigole

Drainage interne: modéré

Etat hydrique : sec tout le long du profil

* Description

0 - 9 cm : jaune (10YR 7/6) à l'état sec, brune à brun sombre (7,5YR 4/4) à l'état humide ; texture sablo-limoneuse ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en

éléments grossiers, moyens et fins ; consistance peu dure ; peu nombreux pores très fins ; grosses racines rares ; activité biologique peu développée ; limite graduelle ; pH= 5,85

9 - 21 cm : rouge clair (2,5Y 6/8) à l'état sec, brun fort (7,5YR 5/6) à l'état humide ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique angulaire moyennement développée en éléments moyens et fins ; consistance dure ; peu nombreux pores fins ; racines très fines peu nombreuses ; activité biologique peu développée ; limite distincte et irrégulière ; pH= 6,18

21 - 42 cm : blanc (10YR 8/2) à l'état sec, jaune brunâtre (10YR 6/8) à l'état humide ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en éléments fins ; consistance dure ; peu nombreux pores fins ; activité biologique peu développée ; limite graduelle ; pH= 7,72

42 - 71 cm : couleur jaune (5Y 7/6) à l'état sec, brun rougeâtre (2,5YR 5/4) à l'état humide ; texture sablo-argileuse peu graveleuse ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en éléments moyens et fins ; consistance peu dure ; peu nombreux pores fins ; activité biologique faiblement développée ; limite distincte et irrégulière ; pH= 8,62

71 - 120 cm : blanc (7,5YR 8/0) à l'état sec, blanc rosâtre (7,5YR 8/2) ; texture argilo-sableuse peu graveleuse (graviers granitiques) ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en éléments moyens et fins ; consistance dure ; peu nombreux pores très fins et fins ; activité biologique très faiblement développée ; pH = 8,64

I.1.4. Profil Kat 2V

*** Informations générales**

Classification CPCS (1967) : sol brun sub-aride fortement alcalisé en profondeur à recouvrement sableux

Date de description : 22-02-1996

Auteur : SANOU Seydou

Localisation du profil : à la station de Katchari située à 11 Km de Dori sur l'axe Dori-Djibo - (14°01,14' N et 0°08,09' W)

Physiographie : glacis

Relief : plat

Pente à l'emplacement du profil : faible

Végétation : steppe arbustive claire à *Acacia raddiana*, *Acacia laeta*, *Grewia tenax*, *Balanites aegyptiaca*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*

Matériau parental : alluvions

Etat de surface : sableux

Erosion : éolienne, en nappe et en rigole

Drainage interne : normal

Etat hydrique : sec tout le long du profil

* Description du profil

0 - 41 cm : rose (7,5YR 7/4) à l'état sec, jaune brunâtre (10YR 6/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure moyennement feuilletée ; consistance tendre ; peu nombreux pores fins et très fins ; racines fines nombreuses ; activité biologique peu développée ; limites distincte et irrégulière ; pH = 7,04

41 - 63 cm : brun (10YR 5/3) à l'état sec, brun à brun sombre (7,5YR 4/4) à l'état humide ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique subangulaire moyennement développée en éléments grossiers ; consistance très dure ; peu nombreux pores fins ; peu nombreuses racines fines ; activité biologique moyennement développée ; limite distincte irrégulière ; pH = 7,32

63 - 120 cm : jaune pâle (5Y 8/3) à l'état sec, brun jaunâtre (10YR 5/8) à l'état humide ; taches blanchâtres très nombreuses ; texture argileuse peu graveleuse ; structure polyédrique subangulaire fortement développée en éléments très grossiers ; consistance et très dure à l'état sec ; peu nombreux pores fins ; activité biologique faiblement développée ; pH = 8,36

I.1.5. Profil Kat 3

* Informations générales

Classification CPCS (1967) : Sol ferrugineux tropical peu lessivé sur sable éolien

Date de description : 21-02-1996

Auteur : ZOMBRE Prosper

Localisation du profil : à la station de Katchari située à 11 Km de Dori sur l'axe Dori-Djibo (14°02,91' N et 0°07,92' W)

Physiographie : zone d'ensablement

Relief : faiblement ondulé

Pente : faible à modérée

Végétation : steppe arbustive à *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*

Matériau parental : erg ancien

Etat de surface : sableux

Erosion : éolienne et en nappe

Drainage interne : excessif

Etat hydrique : sec tout le long du profil

* Description du profil

0 - 15 cm : jaune brunâtre (10YR 6/6) à l'état sec, brun jaunâtre sombre (10YR 4/6) à l'état humide ; texture sableuse ; structure massive ; consistance meuble ; peu nombreux pores moyens et fins ; racines fines peu nombreuses ; activité biologique moyennement développée ; limite distincte et irrégulière ; pH = 6,92

15 - 33 cm : jaune brunâtre (10YR 6/8) à l'état sec, brun jaunâtre (10YR 5/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure massive ; consistance meuble ; activité biologique faiblement développée ; limites graduelles ; pH = 6,22

33 - 48 cm : rouge jaunâtre (5YR 5/8) à l'état sec, rouge jaunâtre (5YR 5/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure massive ; consistance meuble ; activité biologique faiblement développée ; limite distincte et régulière ; pH = 5,70

48 - 120 cm : jaune rougeâtre (7,5YR 6/6) à l'état sec, brun jaunâtre (10YR 5/8) à l'état humide ; texture sableuse ; structure massive ; consistance peu dure ; nombreux pores fins ; activité biologique moyennement développée ; pH = 5,93.

Exemple de classification de la fertilité de deux sols fictifs différents

Sol I :	Matière organique	0,9 %	(0 - 40 cm)
	Azote total	0,04 %	(0 - 40 cm)
	P assimilable	2 ppm	(0 - 40 cm)
	P total	230 ppm	(0 - 40 cm)
		180 ppm	(40 - 100 cm)
	K total	2300 ppm	(0 - 40 cm)
		2800 ppm	(40 - 100 cm)
	Somme des bases	5 meq/100gr	(0 - 40 cm)
		4 meq/100gr	(40 - 100 cm)
	pH eau	5,2	(0 - 40 cm)
4,9		(40 - 100 cm)	
Sol II :	Matière organique	1,9 %	(0 - 40 cm)
	Azote total	0,11 %	(0 - 40 cm)
	P assimilable	7 ppm	(0 - 40 cm)
	P total	210 ppm	(0 - 40 cm)
		300 ppm	(40 - 100 cm)
	K total	1800 ppm	(0 - 40 cm)
		1950 ppm	(40 - 100 cm)
	Somme des bases	7 meq/100gr	(0 - 40 cm)
		12 meq/100g	(40 - 100 cm)
	pH eau	6,1	(0 - 40 cm)
5,9		(40 - 100 cm)	

Tableau de classification

Para- mètres	M.O.	N tot.	P ass.	P tot.	K tot.	S	pH	Somme
Sol	(K)	(N)	(P)	(P')	(K')	(S)	(H)	
I	2	2	2	2,87	3,25	2	2,5	16,6
II	3	3,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,5	23,0

Le minimum de la somme des cotations des paramètres disponibles est de 12, le maximum est de 30. Les classes suivantes de fertilité sont alors suggérées.

Classe de fertilité	Très bas (1)	Bas (2)	Moyen (3)	Élevé (4)	Très élevé (5)
Somme cotation	≤ 14,9	15,0- 18,9	19,0- 22,9	23,0- 25,9	≥ 26,0

Il s'en suit que le sol I tombe dans la classe de fertilité : bas (F₂) et le sol II dans la classe : élevé (F₄).

Cotation des classes de fertilité

Dans le tableau suivant les différents paramètres sont réunis et un chiffre d'appréciation (cotation) est donné à chaque intervalle

		Très bas	Bas	Moyen	Elevé	Très élevé
		Défavorable ← ————— → Favorable				
Matière organique	%	< 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	> 3,0
	Cotation	1	2	3	4	5
Azote total	%	< 0,02	0,02-0,06	0,06-0,10	0,10-0,14	> 0,14
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
P assimilable (p)	ppm	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
P total (p')	ppm	< 100	100 - 200	200 - 400	400 - 600	> 600
	Cotation	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
K disponible (k)	ppm*	< 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	> 200
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
K total (k')	ppm	< 500	500 - 1000	1000-2000	2000-4000	> 4000
	Cotation	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
C.E.C (t)	meq/100gr	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
Saturation bases (v)	%	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
	Cotation	2	2,5	3	3,5	4
Somme bases (s)	meq/100gr	< 1	1 - 6	6 - 11	11 - 16	> 16
	Cotation	1	2	3	4	5
pH eau (h)	Valeurs	> 9,0	8,5 - 9,0	7,9 - 8,4	7,4 - 7,8	6,1 - 7,3
		< 4,5	4,6 - 5,0	5,1 - 5,5	5,6 - 6,0	
	Cotation	1	2	3	4	5

NORMES DE SOLTNER (1986)

Acidité potentielle :

si $\text{pH eau} - \text{pH KCl} = 1$ l'acidité potentielle est fortesi $\text{pH eau} - \text{pH KCl} = 0,5$ l'acidité potentielle est moyennesi $\text{pH eau} - \text{pH KCl} < 0,5$ l'acidité potentielle est faible

NORMES DE GAUCHER (cité par SOLTNER, 1986)

Acidité actuelle :

pH eau	désignation des sols
3 à 4,5	sols extrêmement acides
4,5 à 5	sols très fortement acides
5 à 5,5	sols très acides
5,5 à 6	sols acides
6 à 6,75	sols faiblement acides
6,75 à 7,25	sols neutres
7,25 à 8,5	sols alcalins
> 8,5	sols très alcalins

NORMES « MEMENTO DE L'AGRONOME »

Rapport Carbone/Azote (C/N) :

Le rapport C/N renseigne sur la richesse de l'humus en azote.

Rapport C/N	Désignations
15 à 25	élevé : matière organique mal décomposée
8 à 12	moyen : matière organique bien décomposée
< 10	faible : sols minéralisés à faible réserve en MO

Longueur de la période (j)	Pluviométrie moyenne annuelle (mm)
60-70	375-450
70-80.....	450-475
80-90.....	475-550
90-100.....	550- 700 650
100-110.....	650-750
110-120.....	700-800
120-130.....	750-850
130-140.....	850-1000
140-150.....	950-1100
150-160.....	1000-1150
>160.....	1050-1250

3.3.3.2.2. La réserve d'eau utile (RU)

Plus liée aux caractéristiques des sols, elle permet pour une zone agro-climatique donnée de distinguer les unités pédologiques les unes des autres en fonction de leur capacité de stockage d'eau. Elle est obtenue en % en faisant la différence entre le taux d'humidité à pF 2,5 ou pF 3,0 et celui au point de flétrissement (pF 4,2). Pour ce paramètre, il est suggéré d'adopter les normes d'interprétation suivantes :

Classes	1 très élevé	2 élevé	3 moyen	4 bas	5 très bas
RU (%)	> 15	10-15	5-10	3- 5	< 3

ANNEXES 2 :

- Fiches de relevés phytosociologiques
- Mesure de biomasse herbacée
- Mesure de recouvrement ligneux
- Listes des espèces recensées par site et leur CSC (en %)
- Listes floristiques des pâturages
- Valeur fourragère et Indice spécifique des espèces herbacées (synthèse bibliographique)

MODES D'EXPLOITATION ET PRATIQUES CULTURALES

Numéro.....	2 3 4
Auteur.....	5 6
Année.....	7 8
Elément.....	9

MODES D'EXPLOITATION ET TYPE D'UTILISATION

Type d'utilisation 00. Non déterminable (raisons) 01. Aucune utilisation 02. Cueillette 03. Chasse 04. Litière, couverture des toits, etc... 05. Soutirage, extraction terre bruyère 06. Culture à gibier 07. Production de bois 11. Pâturage 12. Fauche 13. Pâturage et fauche 14. Production fourragère 21. Production de grain 22. Production industrielle 23. Productions fruitières, maraîchères ou spéciales 31. Ornement 32. Tourisme, promenade 41. Apiculture 51. Pisciculture	40 41 42 43 44
Intensité d'exploitation (appréciation subjective) 0. Non déterminable 1. Non exploité 2. Sous exploité 3. Bien exploité 4. Surexploité	42
Exploitation des peuplements forestiers 0. Peuplement non forestier 1. Aucune intervention 2. Exploitation anarchique 3. Coupe d'éclaircie 4. Coupe d'ensemencement 5. Coupe secondaire 6. Coupe rase 7. Mise en défens pour régénération 8. Introduction sous couvert 9. Plantation et semis en terrain découvert	43
Exploitation par les animaux 0. Non déterminable 1. Aucune exploitation visible 2. Bovins 3. Ovins 4. Caprins 5. Equins 6. Porcins 7. Volailles 8. Animaux sauvages (gibier, etc...) 9. Poissons	44

AMENDEMENT, FUMURE, FERTILISATION

(indiquer en clair le nom du produit; les doses utilisées)

Amendements calcaires 0. Non déterminable (raisons) 1. Aucun amendement 2. Marne 3. Craie brute d'extraction 4. Chaux vive (en roche ou broyée) 5. Chaux magnésienne 6. Chaux phosphatée 7. Chaux éteinte 8. Calcaire, dolomie et craies broyées 9. Divers (résidus d'industrie, talun, tongue, plâtre, etc...)	50
Fumure organique 0. Non déterminable (raisons) 1. Pas de fumure organique (depuis.....ans) 2. Restitution animale seule 3. Parcage 4. Fumier 5. Lisier 6. Purin 7. Fumier artificiel 8. Engrais verts 9. Divers (préciser)	51
Fertilisation minérale 0. Non déterminée 1. Aucune fertilisation 2. N (.....U/ha) 3. P (.....U/ha) 4. K (.....U/ha) 5. N (.....U/ha) - P (.....U/ha) 6. N (.....U/ha) - K (.....U/ha) 7. P (.....U/ha) - K (.....U/ha) 8. N (.....U/ha) - P (.....U/ha) - K (.....U/ha) 9. Oligo-éléments (préciser en clair)	52
Date de récolte 0. Non déterminable (raisons) 1. Récolte non effectuée 2. Récolte en cours (pâturage) 3. Récolte de moins d'un mois (chaumes) 4. Récolte datant de plus d'un mois (regain) 5. Récolte datant de 1 an (coupe forestière récente) 6. Récolte datant de 2 ans (coupe assez récente) 7. Récolte datant de 2 à 5 ans 8. Récolte datant de 5 à 10 ans 9. Récolte datant de plus de 10 ans	53

PRATIQUES CULTURALES

Epoque et type de labour 0. Non déterminable (raisons) 1. Pas de labour 2. Labour d'automne ou d'hiver « en planches » 3. Labour d'automne ou d'hiver « à plat » 4. Labour de printemps « en planches » 5. Labour de printemps « à plat » 6. Labour d'été « en planches » 7. Labour d'été « à plat » 8. Sous-solage 9. Pseudo-labour	45
Les façons superficielles 0. Non déterminable (raisons) 1. Pas de façon superficielle visible 2. Hersage 3. Régénérateur de prairie 4. Roulage 5. Crossillage 6. Cultipacker	46
Soins d'entretien: action sur le milieu 0. Non déterminable (raisons) 1. Aucun soin d'entretien 2. Binage, sarclage 3. Ebouage 4. Incinération 5. Sartrage, écabuage 6. Buttage 7. Débroussaillage mécanique 8. Emploi de désherbants chimiques 9. Emploi de débroussaillants chimiques	47
Soins d'entretien: action directe sur le peuplement utile 0. Non déterminable (raisons) 1. Aucun soin d'entretien 2. Arrachage des « mauvaises herbes » 3. Fauchage des "relus" 4. Regarnis 5. Elagage, émondage, étêtage 6. Dépressage, éclaircissage ou démarrage 7. Eclaircies 8. Recépage 9. Taille, pincement	48
Rythme d'intervention des soins d'entretien 0. Aucune intervention 1. Rythme irrégulier 2. Plusieurs fois chaque année 3. Tous les ans 4. Tous les 2 à 5 ans 5. Tous les 5 à 10 ans 6. Tous les 10 à 50 ans 7. Plus de 50 ans	49

ACCIDENTS VEGETATIFS

Localisation de l'accident 1. Peuplement paraissant sain 2. Attaque sur plantules 3. Attaque sur racines et collets 4. Attaque sur tiges et rameaux 5. Attaque sur fleurs et fruits 6. Attaque sur feuilles 7. Attaque sur l'ensemble de l'individu 8. Attaque sur l'ensemble du peuplement	54
Causes de l'accident 0. Pas d'accident 1. Non déterminable (raisons) 2. Carences 3. Pratiques culturales ou excès d'éléments minéraux 4. Incendies, résidus industriels, autres actions de l'homme 5. Accidents météorologiques 6. Oiseaux (corbeaux, gibiers à plumes) 7. Rongeurs (préciser) ou taupes, gros gibiers, animaux divers 8. Nématodes, acariens, limaces, escargots et insectes divers 9. Phanérogames parasites, champignons, bactéries, virus	55

ANALYSE PHYTOSOCIOLOGIQUE

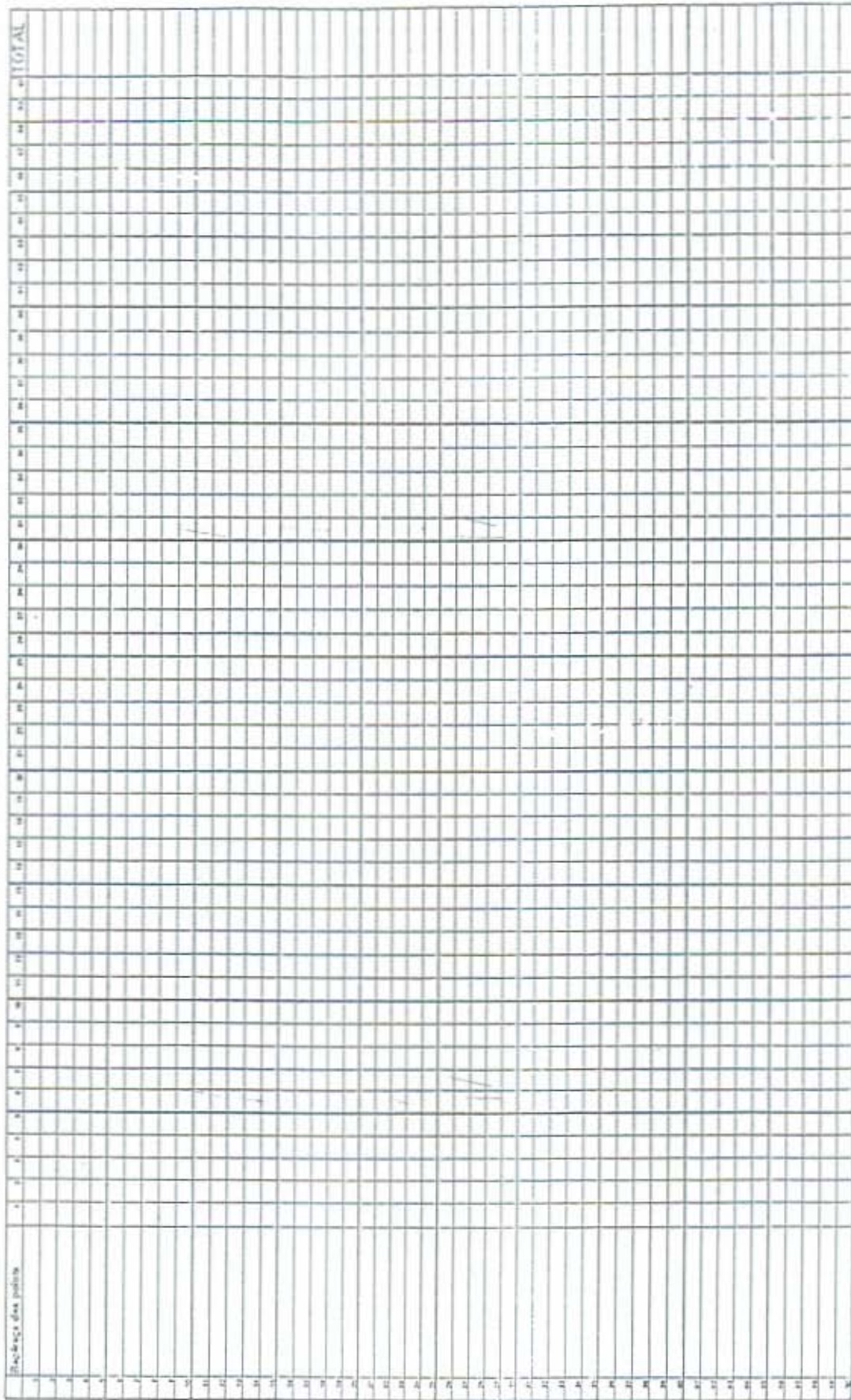
Strate I.....	0 - 5cm
Strate II.....	5 - 25cm
Strate III.....	25 - 50cm
Strate IV.....	50 cm - 1 m
Strate V.....	1 - 2 m
Strate VI.....	2 - 4 m
Strate VII.....	4 - 8 m
Strate VIII.....	8 - 16 m
Strate IX.....	16 - 32 m
Strate X.....	32 et plus

Numéro
 Auteur
 Année
 Élément

	NOM DE L'ESPECE	72 Strate	74 Rec. %		NOM DE L'ESPECE	72 Strate	74 Rec. %
1				31			
2				32			
3				33			
4				34			
5				35			
6				36			
7				37			
8				38			
9				39			
10				40			
11				41			
12				42			
13				43			
14				44			
15				45			
16				46			
17				47			
18				48			
19				49			
20				50			
21				51			
22				52			
23				53			
24				54			
25				55			
26				56			
27				57			
28				58			
29				59			
30				60			

ANALYSE
LINEAIRE

CENTRE D'ETUDES PHYTOSOCIOLOGIQUES
ET ECOLOGIQUES



MESURE DE BIOMASSE HERBACEE

CARRE	1	2	3	4	5	6
POIDS						

MESURE SOL NU - SOL COUVERT (METHODE DE SEGMENT CONTINU)

	1e AXE	2e AXE
SOL NU		
SOL COUVERT		

MESURE DE RECOUVREMENT LIGNEUX

1 - Dénombrement

ESPECES	CLASSES DE HAUTEURS				
	<1m	1-3m	3-5m	5-7m	>7m

2 - Mesure de houppier

ESPECES	DIAMETRE MOYEN/CLASSE DE HAUTEUR				
	<1m	1-3m	3-5m	5-7m	>7m

Station 1 (dépression)

ESPECE	Total	CS
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	4458	80.74624162
<i>Aristida adscensionis</i>	109	1.974280022
<i>Panicum laetum</i>	153	2.771237095
<i>Chloris prieurii</i>	9	0.163013947
<i>Cenchrus biflorus</i>	5	0.090563304
<i>Sporobolus festivus</i>	170	3.079152327
<i>Cyperus rotundus</i>	82	1.485238181
<i>Borreria radiata</i>	139	2.517659844
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	21	0.380365876
<i>Zornia glochidiata</i>	126	2.282195254
<i>Leptadenia hastata</i>	1	0.018112661
<i>Cassia tora</i>	168	3.042927006
<i>Eragrostis spp</i>	1	0.018112661
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	0.018112661
<i>Indigofera spp</i>	12	0.217351929
<i>Aristida hordeacea</i>	1	0.018112661
<i>Setaria pallide-fusca</i>	38	0.688281108
<i>Digitaria horizontalis</i>	7	0.126788625
<i>Sida alba</i>	2	0.036225321
<i>Eragrostis tremula</i>	14	0.25357725
<i>Brachiaria lata</i>	3	0.054337982
indéterminé 1	1	0.018112661
TOTAL GENERAL	5521	100

Station 2V (glacis décapé)

ESPECE	Total	CS
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	2081	91.47252747
<i>Zornia glochidiata</i>	12	0.527472527
<i>Sporobolus festivus</i>	45	1.978021978
<i>Aristida adscensionis</i>	94	4.131868132
<i>Cenchrus biflorus</i>	10	0.43956044
<i>Panicum laetum</i>	27	1.186813187
<i>Eragrostis tremula</i>	4	0.175824176
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	0.043956044
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1	0.043956044
TOTAL GENERAL	2275	100

Station 3 (dune sableuse)

ESPECE	Total	CS
<i>Cassia mimosoides</i>	521	23.58533273
<i>Cenchrus biflorus</i>	63	2.851969217
<i>Aristida adscensionis</i>	0	0
<i>Borreria radiata</i>	202	9.144409235
<i>Andropogon gayanus</i>	68	3.07831598
<i>Tephrosia</i> spp	80	3.621548212
<i>Aristida</i> spp	12	0.543232232
Indéterminé 2	25	1.131733816
<i>Eragrostis tremula</i>	72	3.259393391
<i>Zornia glochidiata</i>	570	25.80353101
<i>Cenchrus</i> spp	140	6.337709371
<i>Aristida sieberiana</i>	300	13.58080579
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	3	0.135808058
<i>Polycarpha eriantha</i>	36	1.629696695
<i>Digitaria horizontalis</i>	66	2.987777275
<i>Ceratoteca sesamoides</i>	3	0.135808058
<i>Panicum laetum</i>	29	1.312811227
<i>Fimbristylis exile</i>	18	0.814848348
<i>Cenchrus ciliaris</i>	1	0.045269353
TOTAL GENERAL	2209	100

Station 4 (ensablement)

ESPECE	Total	CS
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	861	32.05510052
<i>Eragrostis tremula</i>	287	10.68503351
<i>Aristida adscensionis</i>	584	21.74236783
<i>Cassia tora</i>	2	0.074460164
<i>Zornia glochidiata</i>	395	14.70588235
<i>Tephrosia</i> spp	1	0.037230082
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	209	7.781087118
<i>Cenchrus biflorus</i>	208	7.743857036
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	6	0.223380491
<i>Andropogon gayanus</i>	4	0.148920328
<i>Borreria radiata</i>	126	4.69099032
<i>Indigofera</i> spp	1	0.037230082
<i>Fimbristylis exile</i>	1	0.037230082
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	0.037230082
TOTAL GENERAL	2686	100

Liste floristique du pâturage de dépression

Espèces herbacées	Espèces ligneuses
<i>Acanthospermum hispidum</i>	<i>Acacia laeta</i>
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Acacia nilotica</i>
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Acacia raddiana</i>
<i>Aristida hordeacea</i>	<i>Acacia seyal</i>
<i>Borreria radiata</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>
<i>Brachiaria deflexa</i>	<i>Bauhinia rufescens</i>
<i>Brachiaria lata</i>	<i>Combretum aculeatum</i>
<i>Cassia tora</i>	<i>Combretum micranthum</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Feretia apodanthera</i>
<i>Chloris prieurii</i>	<i>Grewia mollis</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Grewia tenax</i>
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Guiera senegalensis</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	<i>Maerua crassifolia</i>
<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>
<i>Eragrostis spp</i>	
<i>Eragrostis tremula</i>	Sous ligneux
<i>Evolvulus alsinoides</i>	<i>Leptadenia hastata</i>
<i>Indigofera spp</i>	
<i>Microchloa indica</i>	
<i>Panicum laetum</i>	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	
<i>Setaria pallide-fusca</i>	
<i>Sida alba</i>	
<i>Sporobolus festivus</i>	
<i>Tephrosia spp</i>	
<i>Waltheria indica</i>	
<i>Zornia glochidiata</i>	

Liste floristique du pâturage du glacis

Espèces herbacées	Espèces ligneuses
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Acacia laeta</i>
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Acacia raddiana</i>
<i>Borreria radiata</i>	<i>Balanites aegyptium</i>
<i>Brachiaria deflexa</i>	<i>Combretum aculeatum</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Feretia apodanthera</i>
<i>Chloris prieurii</i>	<i>Grewia tenax</i>
<i>Cyperus spp</i>	<i>Maerua crassifolia</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
<i>Digitaria horizontalis</i>	
<i>Eragrostis tremula</i>	
<i>Fimbristylis exile</i>	
<i>Mollugo nudicaulis</i>	
<i>Panicum laetum</i>	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	
<i>Sporobolus festivus</i>	
<i>Tragus racemosus</i>	
<i>Zornia glochidiata</i>	

Liste floristique du pâturage de dune

Espèces herbacées	Espèces ligneuses
<i>Aysicarpus ovalifolius</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Aristida adscensionis</i> <i>Aristida sieberiana</i> <i>Aristida spp</i> <i>Borreria radiata</i> <i>Cassia mimosoïdes</i> <i>Cenchrus biflorus</i> <i>Cenchrus ciliaris</i> <i>Cenchrus spp</i> <i>Ceratotheca sesamoïdes</i> <i>Digitaria horizontalis</i> <i>Digitaria longiflora</i> <i>Eragrostis tremula</i> <i>Fimbristylis exile</i> <i>Indigofera spp</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Phyllantus nivosus</i> <i>Polycarpaea eriantha</i> <i>Tephrosia spp</i> <i>Zornia glochidiata</i>	<i>Acacia albida</i> <i>Acacia laeta</i> <i>Combretum glutinosum</i>

Liste floristique du pâturage de l'ensablement

Espèces herbacées	Espèces ligneuses
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Acacia albida</i>
<i>Andropogon gayanus</i>	<i>Acacia laeta</i>
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Acacia raddiana</i>
<i>Borreria radiata</i>	<i>Acacia seyal</i>
<i>Cassia mimosoïdes</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>
<i>Cassia tora</i>	<i>Bauhinia rufescens</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Combretum glutinosum</i>
<i>Ceratotheca sesamoïdes</i>	<i>Guiera senegalensis</i>
<i>Chloris prieurii</i>	<i>Maerua crassifolia</i>
<i>Corchorus tridens</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>
<i>Collesyntus spp</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>
<i>Commelina spp</i>	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
<i>Digitaria horizontalis</i>	
<i>Eragrostis tremula</i>	
<i>Fimbristylis exile</i>	
<i>Fimbristylis hispidula</i>	
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	
<i>Indigofera spp</i>	
<i>Ipomea ereocarpa</i>	
<i>Mollugo nudicaulis</i>	
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	
<i>Philantus nivosus</i>	
<i>Polycarpaea eriantha</i>	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	
<i>Sida alba</i>	
<i>Tephrosia spp</i>	

ESPECES HERBACEES : Valeur Fourragère et Indice spécifique

Excellentes fourragères (5/5)

- 1 *Alysicarpus ovalifolius* (La) TA
- 2 *Echinochloa stagnans* (Gp) TA
- 3 *Cynodon dactylon* (Gp) TA

Très bonnes fourragères (4/5)

- 1 *Andropogon gayanus* (Gp) TA
- 2 *Brachiaria lata* (Ga) TA
- 3 *Cassia mimosaoides* (Ha) TA
- 4 *Cenchrus ciliaris* (Gp) TA
- 5 *Dactyloctenium aegyptium* (Ga) TA
- 6 *Digitaria horizontalis* (Ga) A
- 7 *Echinochloa coloa* (Gp) TA
- 8 *Eleusine indica* (Ga) TA
- 9 *Oryza bathii* (Gp) A
- 10 *Oryza longistaminata* (Gp) A
- 11 *Panicum lactum* (Ga) TA
- 12 *Panicum sp* (Ga) TA
- 13 *Paspalum orbiculare* (Ga) A
- 14 *Tragus racemosus* (Ga) PA
- 15 *Zornia glaberrima* (La) TA

Bonnes fourragères (3/5)

- 1 *Achyranthes aspera* (Ha) A
- 2 *Borreria radiata* (Ha) A
- 3 *Brachiaria deflexa* (Ga) A
- 4 *Brachiaria distachyoides* (Ga) PA
- 5 *Brachiaria sp* (Ga) A
- 6 *Cenchrus biflorus* (Ga) A
- 7 *Cenchrus plicatus* (Ga) A
- 8 *Crotalaria sesamoides* (Ha) PA
- 9 *Chloris plicata* (Ga) A
- 10 *Chorchoris tridentata* (Ha) A
- 11 *Cyanodus lanata* (Ha) TA
- 12 *Cyperus coarctatus* (Ha) A
- 13 *Eragrostis sp* (Ga) A
- 14 *Eragrostis tenella* (Ga) PA
- 15 *Eragrostis tremula* (Ga) A
- 16 *Paspalia laxa* (Ha) A
- 17 *Sporobolus pyramidalis* (Gp) A
- 18 *Tribulus terrestris* (Ha) A

Moyennes à médiocres fourragères (2/5)

- 1 *Arrisida adscendens* (Ga) PA
- 2 *Arrisida borborensis* (Ha) A
- 3 *Arrisida mutabilis* (Ga) A

Moyennes à médiocres fourragères (2/5)

- 15 *Ipomoea sp* (Ha) A
- 16 *Lepidagalis anobrya* - A
- 17 *Mollugo nudicaulis* (Ha) PA
- 18 *Pennisetum podocladum* - A
- 19 *Schizachyrium sanguinum* (Gp) A
- 20 *Schoenocleia gracilis* (Ga) A
- 21 *Sporobolus festinus* (Ga) PA
- 22 *Sporobolus sp* (Ga) PA
- 23 *Tephrosia sp* (La) PA
- 24 *Trianthema porulacastum* (Ha) PA

Médiocres à mauvaises fourragères (1/5)

- 1 *Arrisida sicberiana* (Gp) PA
- 2 *Borreria filifolia* (Ha) PA
- 3 *Crotalaria sp* - A
- 4 *Evolvulus alismoides* (Ha) PA
- 5 *Ipomoea aquatica* (Ha) PA
- 6 *Microchloa indica* (Ga) PA
- 7 *Panicum turgidum* (Gp) PA
- 8 *Phyllanthus niveus* (Ha) PA
- 9 *Polycarpha eriantha* (Ha) PA
- 10 *Polygala sp* (Ha) PA
- 11 *Setaria pallide-fusca* (Ha) PA
- 12 *Veronica nigritana* (Ha) PA
- 13 *Waltheria indica* (Ha) PA

Valeur fourragère nulle (0/5)

- 1 *Acanthospermum hispidum* (Ha) NA
- 2 *Cassia tora* (Ha) NA
- 3 *Euphorbia aegyptiaca* (Ha) NA
- 4 *Pergularia tomentosa* - NA
- 5 *Leptadenia hastata* (Hp) NA
- 6 *Euphorbia sp* (Ha) NA
- 7 *Mitracarpus scaber* (Ha) NA
- 8 *Nymphaea lotus* - NA
- 9 *Sida alba* (Ha) NA
- 10 *Stygia hermontheca* (Ha) NA

- 4 *Aristida* sp (Ga) PA
 5 *Boerhavia erecta* (Ha) PA
 6 *Borreria* sp (Ha) A
 7 *Chrozophora brocchiana* (Ga) PA
 8 *Cucumis melo* (Ha) PA
 9 *Cucumis* sp (Ha) PA
 10 *Cyperus iria* (Ha) PA
 11 *Cyperus* sp (Ha) PA
 12 *Diheteropogon bagerupii* (Ha) PA
 13 *Fimbristylis exilis* (Ha) A
 14 *Indigofera* sp (La) A

A : Appeté

PA : peu appeté

Ga : graminée annuelle

Ha : herbacée annuelle

NA : non appeté

TA : Très appeté

Gp : graminée pérenne

Hp : herbacée pérenne

25/2/2022

SUMMARY

Livestock production in the North of Burkina Faso, particularly in the sahelian zone faces a number of problems : pasture degradation linked to that of soils, which are the supporting media for plants, and to range mismanagement. Mismanagement itself is linked to the lack of water during the dry season.

The search for adequate solutions to these problems requires appropriate knowledge of soils, life source of terrestrial plants, and of pasture production capacity in relation with soil properties.

The present soil and pasture plant study was designed to determine the physical, biological and chemical characteristics of four types of soil and evaluate their potential livestock carrying capacity.

Results indicate that sahelian soils are generally of low fertility, as a result of poor physical, chemical and biological properties. Range composition and appearance varies with the type of soil.

Among the four types of soil that were evaluated, dune soils appear to have the best potential for livestock production, probably as a result of better physical properties. Estimated biomes production for these soils is about 4,92 T of dry matter/ha/year, meaning a carrying capacity of 2,75 ha/UBT/year, versus 0,84 T of dry matter/ha/year (carrying capacity of 9,23 ha/UBT/year) for degraded soils, which appear to have the lowest potentials ; this is linked with their level of physical degradation.

Key words : Soil ; Physical, chemical and biological characteristics ; evaluation ; sahel ; Burkina Faso ; pastoral potential.