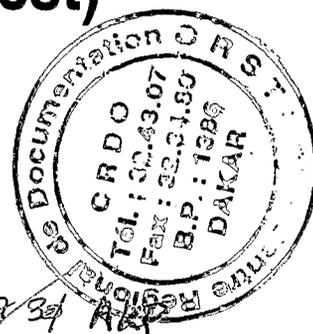


L'arbre et l'herbe au Sahel : effets de l'arbre sur la composition chimique des pâturages naturels du Nord-Sénégal (Afrique de l'Ouest)

° L.E. AKPO, ° M. GROUZIS et ° A.T. BA

° UCAD/FST, Département de Biologie végétale, B.P. 5005, Dakar, Sénégal
 ° Laboratoire d'Ecologie végétale, Orstom, B.P. 1386, Dakar, Sénégal

CRDO - DAKAR	
date	21-10-97
n°	11725
cote	BR 34 AKP



RÉSUMÉ

L'influence de l'arbre sur la valeur nutritive des pâturages naturels sahéliens du Nord-Sénégal est étudiée au cours des principales phases du cycle phénologique de la végétation herbacée. A l'exception de sodium, les plus fortes teneurs sont observées sous l'arbre, au cours de la phase de levé-montaison mais il n'apparaît de plateau de concentration. L'arbre favorise l'enrichissement des fourrages en éléments minéraux. La dilution de l'azote y est aussi plus importante.

MOTS CLÉS : pâturages - arbre - composition chimique - teneurs - phénologie - Sahel - Nord-Sénégal.

SUMMARY

Tree and grass in Sahel: tree effects on the chemical composition of natural pastures in North-Senegal (West Africa). By L.E. AKPO, M. GROUZIS and A.T. BA.

Tree effects on the food value of sahelian natural pastures in north of Senegal had been studied during the phenological phases of herbaceous vegetation. Sodium excepted, the nutrient contents were more important in the tree crown. Tree favours the fodder enrichment in mineral contents. Nitrogen dilution was also more important in the shelter.

KEY WORDS : pastures - tree - chemical composition - food value - phenology - Sahel - Northern of Senegal.

Introduction

L'économie des régions sahéliennes *sensu stricto* repose sur les activités pastorales. L'élevage, de type extensif, exploite les herbages, composés de plantes annuelles (des graminées essentiellement) et parsemés d'épineux pérennes (*Acacia*, *Balanites*, *Ziziphus*). Dans ce pastoralisme, le fourrage naturel joue donc un rôle considérable, car il constitue et pendant longtemps encore le seul mode d'alimentation des herbivores domestiques.

De nombreux travaux consacrés aux écosystèmes sahéliens ont porté sur la caractérisation soit des pâturages herbacés [20, 19, 4, 14, 16] soit des pâturages aériens [15, 17, 6]. Ils n'ont alors pas tenu compte de la coexistence de l'arbre et de l'herbe dans ces systèmes écologiques. Or, les études récentes y ont établi que l'arbre agit sur la composition floris-

tique de la végétation herbacée en augmentant sa richesse spécifique et sa phytomasse épigée [9, 1] et en allongeant le cycle de vie des espèces [2].

Cette étude se propose d'établir le rôle de l'arbre sur la composition chimique des fourrages naturels en particulier sur les éléments minéraux, indispensables au bon fonctionnement de l'organisme [11].

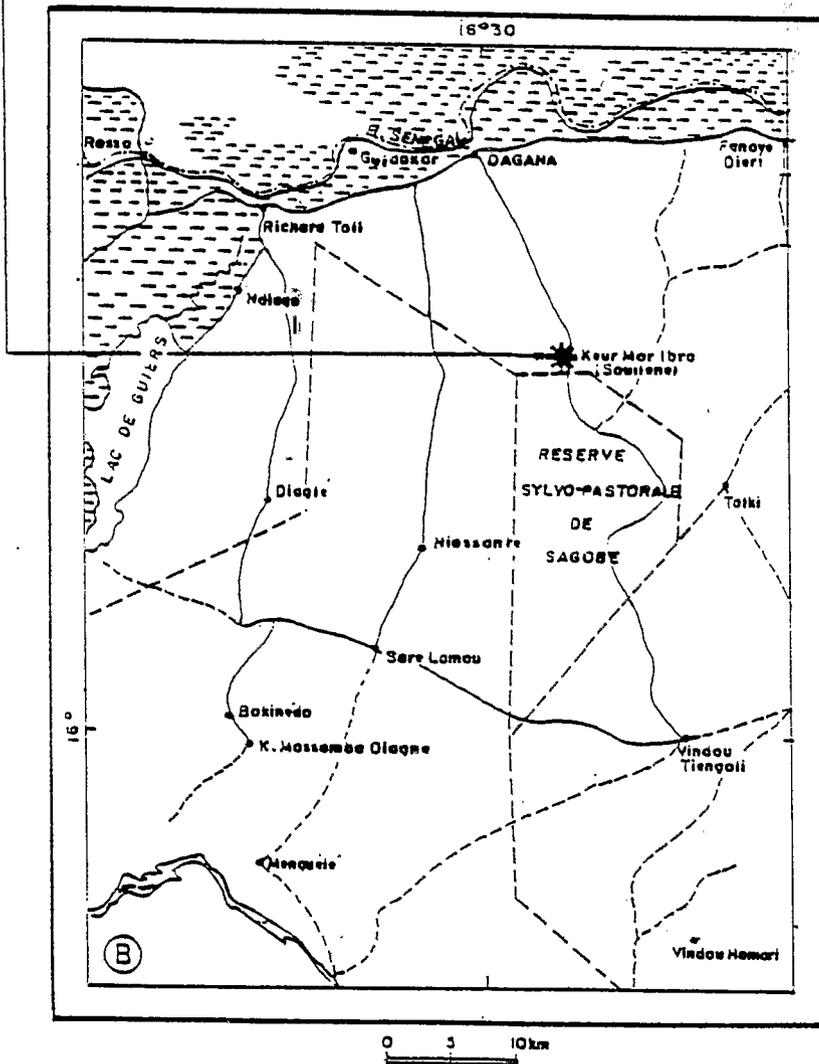
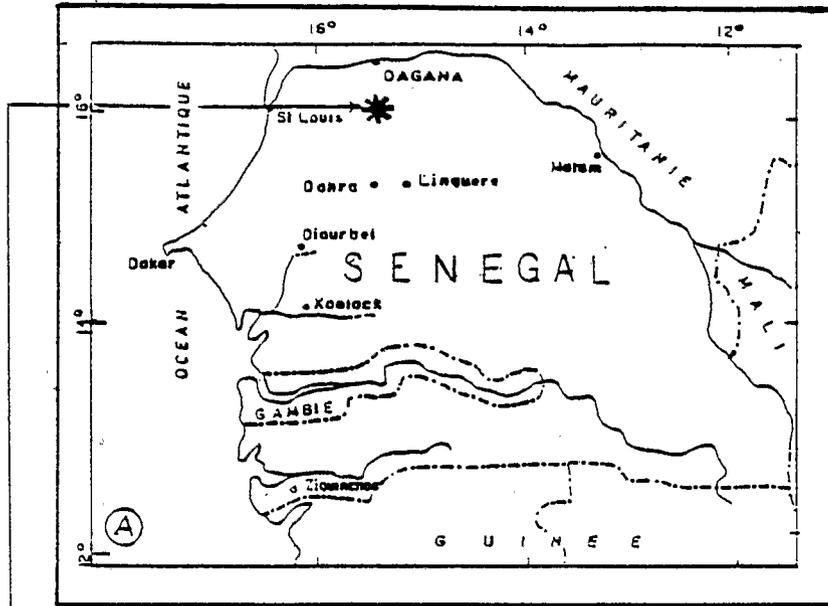
I. Matériel et méthodes d'étude

A) LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans la réserve sylvo-pastorale de Sogobe (Ferlo, Nord-Sénégal), près de Souilène (16° 20' 99" N et 15° 25' 40" W ; cartes A et B).

Le Ferlo appartient aux formations sableuses dunaires. Les reliefs sont séparés par des dépressions longitudinales à sol





CARTES A et B. — Situation de la zone d'étude.

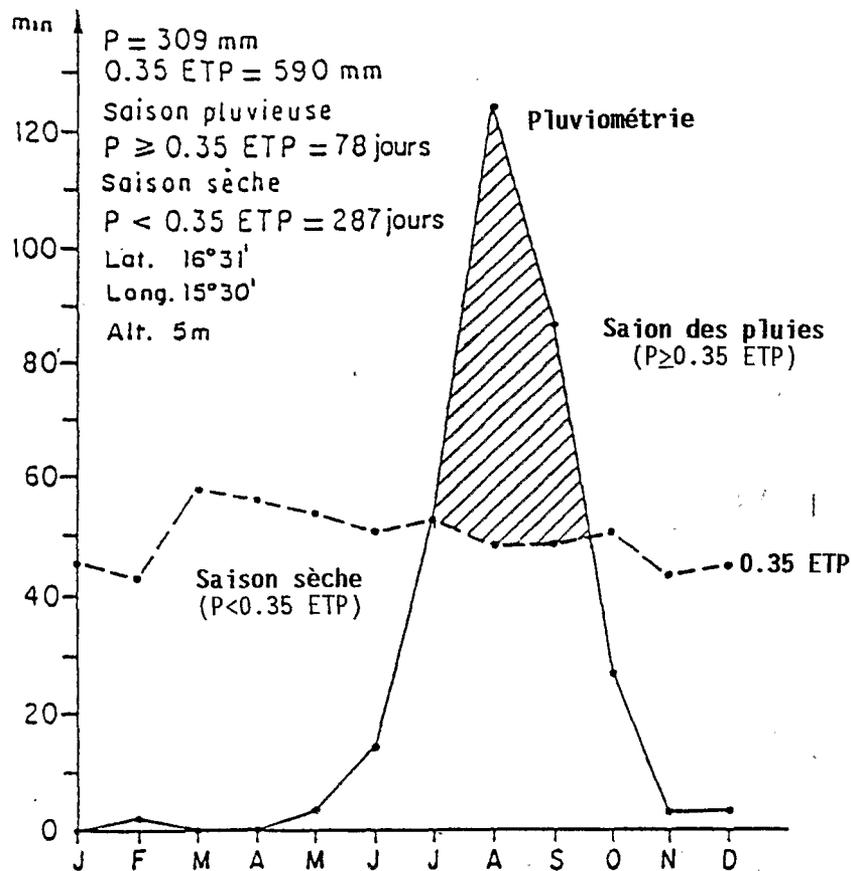


FIGURE 1. — Bilan hydrique climatique à Dagana (1919/1988) : Saisons sèche ($P < 0.35 \text{ ETP}$) et pluvieuse ($P \geq 0.35 \text{ ETP}$), in [13].

sablo-argileux grisâtre, localement calcaire et à sol hydromorphe à engorgement temporaire. Les sols, brun-rouges subarides, sont neutres à faiblement acides et contiennent 80 à 85 % de sable et 3,5 % d'argile en surface. Ils sont pauvres en matière organique.

Le climat est sahélien. La température moyenne annuelle s'établit à 28°C tandis que les températures moyennes mensuelles minimale et maximale sont respectivement de 14°C (janvier) et 40°C (mai). Les précipitations sont faibles : 200 mm en 1990 à Dagana (station de référence) et 282 mm entre 1918 et 1990 avec un coefficient de variation de 37 %. A l'instar des valeurs rapportées pour d'autres zones sahéliennes [18], Dagana se caractérise donc par un déficit pluviométrique persistant qui a commencé en 1970. Les pluies s'étendent de juin à octobre (Figure 1). Ainsi dans l'année, on distingue classiquement deux périodes : une période sèche ($P < 0,35 \text{ ETP}$) de 7 à 9 mois (octobre à mai) et une saison des pluies ($P > 0,35 \text{ ETP}$) de 3 à 5 mois.

Le calendrier Peuhl* reconnaît 5 saisons basées sur les températures, la disponibilité en eau et la phénologie des arbres et de l'herbage [3]. Ce sont :

- *dabunde* ou la saison sèche fraîche (décembre à février),
- *tchedio* ou la saison sèche chaude (mars, avril), la température est de l'ordre de $40 - 50^{\circ}\text{C}$ et une vitesse moyenne du vent maximale ($2,9 \text{ m.s}^{-1}$),
- *setselle* ou saison pré-pluviale avec des températures élevées et une hygrométrie faible,
- *nduggu* ou saison des pluies (juillet-septembre), seule période de l'année où la quantité de pluie mensuelle est en moyenne supérieure à 35 % de l'évapotranspiration,
- *Kaule* ou saison post-pluviale (octobre, novembre) ; la vitesse du vent ne dépasse pas $1,8 \text{ m.s}^{-1}$.

* Peuhl est l'ethnie des peuples pasteurs.

MINÉRAUX	Levée - montaison		Floraison		Fructifica- tion		Début sec	
	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC
Cendres tot.	196.7	159.3	183.4	127.9	107.3	123.8	108.2	95.3
M.A.Totales	206.3	151.3	140.6	106.3	125.6	73.1	96.9	73.8
Phosphore	5.0	4.1	2.8	2.2	1.5	1.7	1.5	1.1
Calcium	25.4	10.5	10.0	6.3	10.8	6.8	10.5	5.9
Potassium	47.3	23.2	59.8	12.2	11.5	4.5	39.3	8.2
Magnésium	6.5	2.7	6.4	2.2	4.1	1.8	3.6	1.8
Sodium	1.8	6.7	1.8	7.9	2.3	1.9	3.8	5.7

TABLEAU I. — Valeurs extrêmes (g/kgMS) de la composition chimique des fourrages herbacés sahé-liens sous (SC) et hors (HC) couvert ligneux aux principales phases phénologiques.

La végétation est une formation mixte d'arbres épineux, d'arbustes et d'herbes annuelles, ne formant jamais une strate continue.

Le parcours étudié est une formation à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan [20] établie sur sol ferrugineux tropical peu lessivé sur sable et grès. La strate herbacée, sous la forme d'un tapis plus ou moins continu, pouvant atteindre 50 cm à 1 m, est caractérisée par la dominance d'espèces annuelles, notamment des Poaceae généralement à feuilles basilaires, à limbes étroits et pliés ou enroulés (*Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Aristida*, *Cenchrus*, *Chloris*...).

B) METHODES D'ETUDE

A partir d'un suivi hebdomadaire à décadaire de la phytomasse épigée de la strate herbacée, nous avons échantillonné par la méthode de la récolte intégrale (0.50 x 0.50 m²) durant la saison pluvieuse sous 53 arbres et 53 sites découverts. Ces échantillons sont soumis aux méthodes d'analyses de l'AFNOR et de la CEE utilisées pour les aliments du bétail. Les dosages sont :

- la matière sèche par site et par date de récolte après dessiccation à l'étuve à 85°C jusqu'à poids constant ;
- les cendres ou minéraux totaux (incinération à 550°C pendant 6 heures) puis le phosphore, le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium ;
- la silice (insoluble chlorhydrique) ;
- les matières azotées totales (MAT : N de Kjeldahl x 6,25).

II. Résultats

La concentration en éléments minéraux (g/kgMS) des fourrages herbacés sera analysée aux quatre phases principales du cycle phénologique: levée-montaison, floraison, fructification

et sénescence (tableau I). Une phase est atteinte lorsque plus de 10% des plantes présentent les caractéristiques de celle-ci.

A) LES CENDRES

Les matières minérales totales sont très importantes au stade montaison (196,7 et 159,3 g/kgMS) puis diminuent progressivement pour se situer en phase de fructification à 107,3 et 123,8 respectivement sous et hors couvert. Dès le début de la phase sèche, la concentration est beaucoup plus faible hors de l'arbre.

Nous avons essayé de voir s'il existe une relation entre la teneur en cendres totales et le taux de calcium ou phosphore dans ces cendres.

Les coefficients de corrélation calculés pour le phosphore et le calcium montrent une liaison lâche sous l'arbre ($r = 0.65$ et 0.64 respectivement pour P et Ca) et une absence de relation hors couvert. On ne peut donc pas encore se fier, même sous l'arbre, aux teneurs en matières minérales totales pour juger de chaque élément dans les fourrages.

B) COMPOSITION CHIMIQUE DES FOURRAGES SAHÉLIENS

1) Les matières azotées

La teneur en MAT (g/kgMS) varie de 206,3 à 96,9 sous l'arbre et de 151,3 à 73,8 hors couvert du début à la fin du cycle. Elle est maximale en début de cycle dans les deux biotopes.

2) Le phosphore

Les concentrations varient de 5 et 4,1 g/kgMS en saison des pluies à 1,5 et 1,0 g/kg MS au stade sec, en début de saison sèche, soit dans un rapport de 3 et 4 respectivement sous et hors de l'arbre. Elles sont aussi plus élevées sous l'arbre.

Biotopes	Richesse spécifique (nombre)	Contribution (%) au tapis		
		Poaceae	Légumi- neuses	Espèces diverses
Sous couvert	58(16)	57.2(2)	5.0(0)	37.8(14)
Hors couvert	49(7)	70.4(3)	5.4(0)	24.2(4)

TABLEAU II. — Composition floristique globale et contribution (%) des groupes d'espèces au tapis herbacé. (Les valeurs entre parenthèses indiquent le nombre d'espèces exclusives).

3) Le calcium

Les teneurs sont comprises entre 25,4 et 10,5 g/kgMS sous l'arbre et entre 10,5 et 5,9 g/kgMS hors couvert respectivement aux stades montaison et sec; la chute est surtout marquée entre le stade montaison et floraison. Les différences entre les stades suivants sont beaucoup moins accentuées.

4) Le potassium

Les valeurs varient de 47,3 et 23,2 g/kgMS au stade montaison à 39,3 et 8,2 g/kgMS à la phase de sénescence. Les concentrations extrêmes sont observées pendant la floraison (59,8 g/kgMS) et la fructification (11,5 g/kgMS) sous l'arbre. Hors couvert, elles apparaissent entre le stade montaison (23,2) et la fructification (4,5 g/kgMS). Bien que plus importante dans les pâturages établis sous l'arbre, la concentration des fourrages en potassium varie régulièrement hors ombrage et en dents de scie sous l'arbre.

5) Le magnésium

Les concentrations sont de 6,5 et 2,7 g/kgMS à la levée-montaison puis réduites à 3,6 et 1,8 g/kgMS au stade sec. La concentration reste stable à peu près au cours des deux premières phases puis la décrépitude devient perceptible à partir de la fructification.

6) Le sodium

C'est l'élément le plus important des pâturages de la zone découverte : de 6,7 et 5,7 g/kgMS aux stades montaison et sec contre 3,8 et 1,8 g/kgMS sous l'arbre. En phase de fructification, la concentration est plus élevée dans les fourrages du couvert (2,3 et 1,9 g/kgMS respectivement sous et hors de l'arbre) ; la situation est donc inversée.

III. Discussion

L'enrichissement des fourrages naturels sahéliens est nettement plus important sous l'arbre que dans la zone découverte. Le relèvement peut atteindre 25 à 60 %. Ces résultats, qui s'accordent avec ceux de BERNHARD-REVERSAT [5], tradui-

sent les meilleures conditions de développement de la strate herbacée dans ce biotope [1].

L'évolution des éléments dans ces pâturages apparaît liée au stade de développement des plantes : tous les organes s'appauvrissent en vieillissant [8].

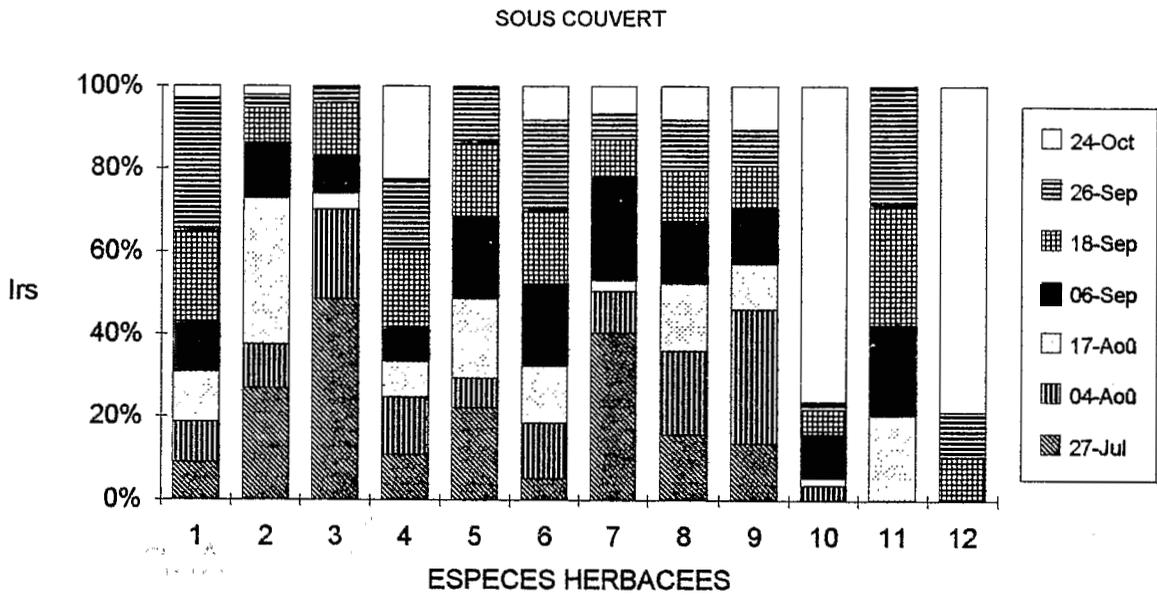
Ce phénomène de diminution du taux des minéraux dans les fourrages caractérise la dilution et la migration des nutriments vers les systèmes néoformés (fleurs, fruits). La diminution est significative entre le stade montaison et la phase floraison pour tous les minéraux majeurs (calcium, phosphore, magnésium et potassium), les matières azotées et les cendres totales. La silice et le sodium s'accumulent par contre dans ces organes.

La variation des teneurs est liée aussi à la composition floristique globale (Tableau II) et à l'importance des espèces (Figure 2).

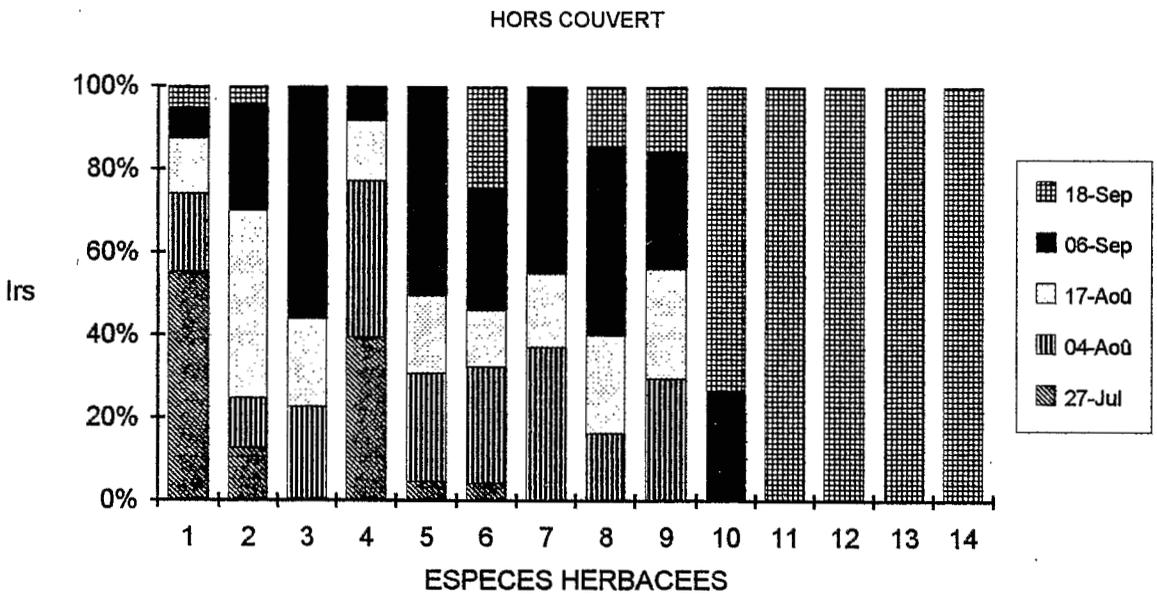
La richesse spécifique est significativement plus importante sous l'arbre que dans la zone découverte : 58 et 49 espèces respectivement. Parmi celles-ci, nous avons identifié des exclusives (ou caractéristiques des biotopes) et des indifférentes.

Les espèces exclusives sous ombrage sont, en majorité, des dicotylédones (Amarantaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae ou des monocotylédones à feuilles larges : *Brachiaria lata*, *Brachiaria ramosa*, *Digitaria horizontalis* pour les Poaceae ; *Commelina forskalei*, *Commelina benghalensis* pour la famille des Commelinaceae ; et *Stylochiton hypogaeus* pour celle des Araceae. Elles sont aussi représentées par des espèces bien connues en zone sahélienne pour leur caractère hygrophile. C'est notamment le cas de *Panicum gracilicaule*, *Panicum laetum*, *Cyperus rotundus*, *Bulbostylis hispidula*,... Les espèces des milieux découverts sont représentées surtout par des Poaceae à feuilles étroites, enroulées (*Eragrostis tremula*, *Leptothrium senegalense*, *Aristida mutabilis*) ; elles caractérisent des conditions plus xériques [1, 2].

L'importance relative des espèces herbacées indique des fluctuations successives de recouvrements c'est-à-dire que la végétation passe par des espèces plus ou moins importantes



1. *Brachiaria ramosa*, 2. *Tribulus terrestris*, 3. *Boerhavia graminicola*, 4. *Digitaria horizontalis*, 5. *Dactyloctenium aegyptium*, 6. *Achyranthes sicula*, 7. *Eragrostis tremula*, 8. *Commelina forskalei*, 9. *Cleome gynandra*, 10. *Portulaca foliosa*, 11. *Trianthema portulacastrum*, 12. *Chloris pilosa*.



1. *Tribulus terrestris*, 2. *Boerhavia repens*, 3. *Eragrostis tremula*, 4. *Phyllanthus pentandrus*, 5. *Chloris prieuri*, 6. *Indigofera senegalensis*, 7. *Cassia obtusifolia*, 8. *Digitaria horizontalis*, 9. *Cenchrus biflorus*, 10. *Alysicatpus ovalifolius*, 11. *Dactyloctenium aegyptium*, 12. *Cleome viscosa*, 13. *Portulaca oleracea*, 14. *Zornia glochidiata*.

FIGURE 2. — Variation de l'importance relative des espèces herbacées sous et hors couvert ligneux, in [2].

dans le temps. Ces fluctuations sont d'autant plus variables que le rythme de suivi est très rapproché. Elles peuvent être liées à des vagues de germination-levée [1].

Le genre et l'espèce sont aussi des facteurs importants de variation des teneurs des fourrages en éléments minéraux, pour les plantes de même âge ou tout au moins au même stade de développement [10]. Nous n'en avons pas tenu compte précisément bien que ces facteurs transparaissent à travers l'importance des espèces. Aussi les herbivores domestiques élevés sur parcours naturels (sahéliens et soudaniens) consomment des proportions variables d'espèces herbacées annuelles [7]. C'est l'effet de l'arbre sur l'enrichissement de ce mélange d'espèces que nous avons évalué.

Sous l'arbre la teneur en sodium est plus faible : l'humidité peut solubiliser cet élément qui peut ainsi être entraîné en profondeur, au profit essentiellement de l'arbre. Il n'est donc pas assimilable par les plantes herbacées.

Comparés aux valeurs minimales exigées pour la ration d'entretien des ruminants (Tableau III), les fourrages sahéliens sont caractérisés par des teneurs plus importantes pour tous les éléments sous l'arbre (de 125 à plus de 600 %) au début de la saison sèche. Les pâturages découverts sont carencés en phosphore, déficit probablement lié à la prédominance des graminées et, qui renseigne déjà sur l'état des sols sahéliens.

Au cours de la saison sèche, les plantes vont encore s'appauvrir beaucoup plus rapidement dans la zone découverte que sous l'arbre. C'est d'ailleurs à cette période que les pertes de poids du bétail sont les plus accusées, pertes dues essentiellement aux polycarences (énergie et éléments minéraux). Une complémentation doit être envisagée, y compris en saison des pluies, période à laquelle les fourrages plus riches en énergie permettent des niveaux de production élevés et, par conséquent, accroissent les besoins en minéraux.

IV. Conclusion

La composition chimique des fourrages sahéliens au cours des principales phases phénologiques de la végétation (herbacée) montre que l'arbre favorise une augmentation des teneurs en minéraux. Les fluctuations des éléments dans ces fourrages naturels sous l'arbre semblent aussi plus rapides que dans les pâturages découverts.

Il nous semble important de poursuivre les investigations afin d'évaluer concrètement l'apport de l'arbre à l'espace pastoral et, ainsi à l'élevage sahélien.

Références bibliographiques

1. — AKPO (L.E.) : Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Orstom Ed. (TDM), Paris, 1993, 174 pages.
2. — AKPO (L.E.) et GROUZIS (M.) : Etude comparée de la phénologie de la végétation herbacée sous et hors couvert ligneux en milieu sahélien. *Weebia*, 1993, 42, 387-401.
3. — Anonyme : Introduction au projet Ecosystèmes pastoraux sahéliens. PNUF/FAO GEMS, (série Sahel), 1988, 146 pages.
4. — BARRAI (H.), BÉNÉFICE (E.), BOUDET (G.) et DÉNIS (J.P.) : Système d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC GRIZA (LAT), Gerdat-Orstom, Paris, 1983, 172 pages.
5. — BERNHARD-REVERSAT (F) : Biogeochemical cycle of nitrogen in a semi-arid savanna. *Oikos*, 1982, 38, 321-332.
6. — FALL-TOURÉ (S.) : Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Doct. ESA, Montpellier, 1993, 139 pages.
7. — GUERIN (H.), RICHARD (D.), LEFÈVRE (P.), FRIOT (D.) et MBAYE (N.) : Prévion de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens in XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, 1989, 879-880.
8. — GROUZIS (M.) : Pâturages sahéliens au nord du Burkina Faso : capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de la qualité fourragère. Orstom, Ouagadougou, 1984, 35 pages.
9. — GROUZIS (M.), NIZINSKI (J.) et AKPO (L.E.) : L'arbre et l'herbe au Sahel : influence sur la structure spécifique et la production de la strate herbacée et sur la régénération des espèces ligneuses in IV^e Congrès international des Terres de Parcours, Montpellier, 1991, 207-210.

M I N E R A U X	Ketelaars & Breman (12)	Début sec		SC/(12)	HC/(12)
		SC	HC		
Azote (N)	8	15.5	11.8	1.94	1.48
Phosphore (P)	1.2	1.5	1.1	1.25	0.92
Calcium (Ca)	2	10.5	5.9	5.25	2.95
Potassium (K)	6	39.3	8.2	6.55	1.37
Magnésium (Mg)	0.7	3.6	1.8	5.14	2.57
Sodium (Na)	0.6	3.8	5.7	6.33	9.50

TABLEAU III. — Comparaison des valeurs obtenues (début sec) aux valeurs minimales extrêmes d'éléments minéraux exigées pour la ration d'entretien des ruminants, in [12] - SC (sous) et HC (hors).

10. — HEINIS (V.) : Etude de la composition minérale des pâturages naturels du Tchad. DEA Nutrition, Univ. Paris VI, 1984, 83 pages
11. — Institut national de la recherche agronomique: Alimentation des ruminants. INRA publ. Versailles, 1978, 592 pages
12. — KETELAARS (J.J.M.H.) et BREMAN (H.) : Evaluation des pâturages et production animale, in Breman et Ridder (N., de) Eds.: Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Editions Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, 1991, 487 pages.
13. — LE HOUEROU (H.N.) : The grazing land ecosystems of the African Sahel. Springer-Verag, Berlin, 1989, 282 pages.
14. — PENNING DE VRIES (F.W.T.) et DJITËYE (M.A.) : La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle, Wageningen. 1983, 525 pages.
15. — POUFON (H.) et BILLE (J.C.) : Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal. Influence de la sécheresse de l'année 1972-1973 sur la strate ligneuse. *Revue Ecol. (Terre et Vie)*, 1974, **28**, 49-75.
16. — RICHARD (D.), GUÉRIN (H.), FRIOT (D.) et MBAYE (N.) : Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43**, 2, 224-231.
17. — TOUTAIN (B.), BORTOLI (L.), DULIEU (D.), FORGIARINI (G.), MENAUT (J.C.) et PIOT (J.) : Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes sahéliens pâturés de Haute-Volta. ACC GRIZA (LAT), Gerdat-Orstom, Paris, 1983, 124 p.
18. — UICN (Alliance mondiale pour la Conservation de la Nature) : Etudes sur le Sahel. UICN Ed., Gland, 1989, 152 pages
19. — VALENZA (J.) : Surveillance continue des pâturages naturels sahéliens : résultats de 10 années d'observation. LNERV Dakar, 1984, 44/Agro, 53 pages (Rapport multigraphié).
20. — VALENZA (J.) et DIALLO (A.K.) : Etude des pâturages du Nord Sénégal. IEMVT, (*Etude agrost.*), Maisons-Alfort, 1972, 34, 311 pages, 1 carte coul. 1/200 000, 3 feuilles.

Poc ROS
 U ROS