

# L'influence de l'exploitation sur la pérennité des pâturages de savane II. Rôle du système racinaire dans la dégradation du pâturage

J. César

**L**es dégradations de pâturages sont fréquentes dans les savanes exploitées par le bétail. En sol argileux ou à texture équilibrée, l'exploitation pastorale se traduit par un embroussaillage intense, les ligneux n'étant plus combattus par des feux violents, ni concurrencés par une strate graminéenne vigoureuse. Sur les terrains sableux, les dégradations sont plus graves. L'embroussaillage est moins important mais les graminées pérennes de savane (*Hyparrhenia* spp., *Andropogon* spp., *Schizachyrium sanguineum*) disparaissent au profit de plantes annuelles à faible productivité et sans valeur pastorale (*Digitaria* spp., *Eragrostis* spp.). Ce phénomène s'accompagne de la régression de l'horizon humifère qui s'amincit de 30 cm environ dans une savane non exploitée à quelques millimètres en cas de surexploitation (CESAR, 1975).

Les sols légers tropicaux ont une faible fertilité chimique. Le fait que les dégradations soient plus rapides et plus fréquentes sur les terrains sableux moins fertiles

---

## MOTS CLÉS

Composition chimique (N, P, K, Ca, Mg, Na), dégradation de parcours, fréquence de coupe, Côte-d'Ivoire, matière organique, parcours, pastoralisme, savane, système racinaire.

## KEY-WORDS

Chemical constitution (N, P, K, Ca, Mg, Na), cutting frequency, Ivory Coast, organic matter, pastoral systems, range degradation, ranges, root system, savanna.

## AUTEUR

I.E.M.V.T.-C.I.R.A.D., 10, rue P. Curie, F-94704 Maisons Alfort Cedex.

fait penser à un épuisement du sol. On peut craindre, en effet, que la mise en exploitation de la savane n'entraîne une exportation importante d'éléments minéraux. La savane qui n'est pas exploitée est brûlée chaque année. Le feu intervient en saison sèche, lorsque la teneur en azote de la strate herbacée est à son minimum (0,2 à 0,3%). Il restitue par les cendres une grande partie des autres éléments minéraux (P, K, Ca ; VILLECOURT et al., 1980). Les apports par la pluie et la fixation biologique suffisent pour compenser les exportations dues au feu, et la savane reste en équilibre.

Dans la plupart des systèmes d'élevage pratiqués en Côte-d'Ivoire, les restitutions par les animaux se font en majorité en dehors des parcours, sur le parc de contention. Dans ces conditions, la pâture diffère peu d'une exploitation par coupe. L'herbe prélevée, que ce soit par pâture ou par coupe, est constituée par des jeunes repousses qui ont tout au long de l'année une teneur élevée en azote (3,3% en moyenne pour des repousses de 30 jours dans la savane étudiée). Dans ce cas, les exportations d'éléments chimiques par l'exploitation risquent d'être supérieures aux restitutions, particulièrement en azote, et d'entraîner à plus ou moins longue échéance l'épuisement du sol.

Dans le but de préciser cette hypothèse, nous avons étudié l'influence de différents régimes de coupe sur la production aérienne, la masse racinaire et la quantité d'éléments nutritifs (N, P, K, Ca) contenue dans le système souterrain et dans les parties exportées.

Quatre traitements ont été appliqués à une savane du sud de la zone soudanienne, représentant quatre niveaux d'exploitation par coupe :

- A : Savane non exploitée, brûlée annuellement (témoin),
- B : Savane exploitée par coupes tous les 60 jours pendant 1 an,
- C : Savane exploitée par coupes tous les 30 jours pendant 1 an,
- D : Savane exploitée par coupes tous les 30 jours pendant 2 ans.

La parcelle d'étude a été enclose dès le début de l'expérience pour pouvoir mesurer la production herbacée.

A l'issue de l'expérimentation, avec un rythme d'exploitation de 30 jours, on observait une baisse importante de la masse de racines entre 10 et 40 cm de profondeur (CESAR, 1989).

## **Biomasse souterraine et production aérienne**

La production herbacée mesurée pendant deux ans est indiquée au tableau 1. Pour les traitements A, B, C, en première année, de même que pour A en deuxième année, les valeurs portées correspondent à la biomasse de fin de cycle végétatif récoltée

en une seule fois après l'épiaison des graminées et avant le feu. Pour les autres données, il s'agit de la production cumulée des repousses, coupées périodiquement suivant le rythme correspondant au traitement. La masse racinaire est mesurée en fin d'expérience, en période de repos végétatif, qui coïncide généralement avec un maximum de biomasse souterraine.

Traitements*	A	B	C	D
<b>Production aérienne :</b>				
- 1ère année	433	433	433	229
- 2ème année	428	481	390	154
- Total	861	914	823	383
<b>Biomasse souterraine totale</b>	1476	1431	1300	978

- \* A - Savane non exploitée, brûlée annuellement (témoin)  
 B - Savane exploitée par coupes tous les 60 jours en deuxième année uniquement  
 C - Savane exploitée par coupes tous les 30 jours en deuxième année uniquement  
 D - Savane exploitée par coupes tous les 30 jours pendant 2 ans

**TABIEAU 1 : Production aérienne comparée à la biomasse souterraine des différents traitements (en g/m<sup>2</sup>) :**

- A : Savane non exploitée, brûlée annuellement (témoin)
- B : Savane exploitée par coupes tous les 60 jours pendant 1 an
- C : Savane exploitée par coupes tous les 30 jours pendant 1 an
- D : Savane exploitée par coupes tous les 30 jours pendant 2 ans.

**TABLE 1 : Above-ground bio-mass compared to underground bio-mass according to different treatments (g/m<sup>2</sup>) :**

- A : Un-used savanna, burnt every year (control)
- B : Savanna cut every 60 days for 1 year
- C : Savanna cut every 30 days for 1 year
- D : Savanna cut every 30 days for 2 years.

Quel que soit le traitement, la biomasse souterraine représente presque le double de la production aérienne. La plupart des auteurs constatent cette nette prédominance du système souterrain sur le système aérien, aussi bien en savane (FOURNIER, 1982 ; MALL et BILLORE, 1974) qu'en prairie : avec une biomasse aérienne maximum de 250 g/m<sup>2</sup>, LAUENROTH et WHITMAN (1977) obtiennent une biomasse souterraine variant entre 2 900 et 3 500 g/m<sup>2</sup>. Pour DASH et al. (1974) la production hypogée représente 71 % du total.

Bien que le nombre de traitements soit faible (4), la corrélation entre la masse totale de racines et de radicelles à la fin de l'expérience et la production aérienne de deuxième année est positive et significative ( $r = 0,977$ ), de même que la corrélation entre la masse de racines de 10 à 40 cm et la production aérienne de deuxième année ( $r = 0,984$ ). Par contre, la corrélation avec la masse de radicelles n'est pas significative. La masse de racines semble donc liée à la production aérienne de l'année.

Le processus que l'on peut incriminer serait le suivant : les réserves accumulées dans la partie souterraine sont fonction de la photosynthèse, laquelle dépend directement de la biomasse herbacée aérienne. En régime de coupe, la biomasse aérienne active est d'autant plus réduite que les coupes sont plus rapprochées. Si la photosynthèse est insuffisante, le stock de réserves souterraines ne se reconstitue plus et l'élongation racinaire risque d'être compromise.

CHLOUPEK (1976) a montré l'interdépendance des systèmes aériens et souterrains : à la production aérienne la plus élevée correspond le système racinaire le plus développé. Pour TROUGHTON (1960) également, la production mesurée par coupes est liée à la biomasse de racines.

Dans une seconde étape, l'épuisement du système souterrain se répercuterait sur la production des repousses l'année suivante. Ceci permettrait d'expliquer que, dans le traitement D exploité deux années consécutives, les repousses de deuxième année soient plus faibles que celles de première année.

## Effet des traitements sur la composition chimique des racines

Le système racinaire a été analysé en trois couches, de 0 à 10, de 10 à 20 et de 20 à 40 cm de profondeur. La première couche inclut les plateaux de tallage. Il n'y a pas d'effet des traitements sur la répartition en profondeur, mais l'interaction "Traitement x Catégorie" est significative, ce qui oblige à considérer séparément les racines et les radicelles :

— Racines : le traitement D est significativement plus riche en trois éléments, N, Mg, Na. Il semble donc que la forte exploitation augmente la teneur en ces éléments (tableau 2).

Traitements	A	B	C	D
Azote (%)	5,33 ± 0,38	5,10 ± 0,43	5,06 ± 0,13	6,87 ± 0,69
Phosphore (%)	0,47 ± 0,03	0,47 ± 0,06	0,48 ± 0,04	0,52 ± 0,03
Potassium (%)	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,00
Calcium (%)	0,32 ± 0,04	0,41 ± 0,08	0,32 ± 0,05	0,42 ± 0,03
Magnésium (%)	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,12 ± 0,01
Sodium (p.p.m.)	171 ± 34	169 ± 17	137 ± 3	215 ± 25

TABLEAU 2 : Influence des traitements sur la composition chimique des racines (moyennes et écarts types entre 0 et 40 cm de profondeur).

TABLE 2 : Effect of treatments on chemical composition of roots (means and standard deviations, between 0 and 40 cm depth).

— Radicelles : l'effet des traitements sur la composition chimique des radicelles n'est généralement pas significatif sauf dans un cas : pour le potassium, le traitement A est plus faible.

Les traitements ont donc une grande influence sur la masse de racines mais ils modifient peu la teneur en éléments chimiques qui a même tendance à augmenter pour le traitement D.

Il faut noter que la technique d'extraction des racines se faisant par lavage, une partie des substances solubles a pu disparaître. Néanmoins, ces résultats sont comparables à ceux de nombreux auteurs. Pour JAMESSON et HUSS (1959), la coupe des feuilles provoque une baisse de la masse des racines mais n'entraîne pas de diminution importante de la teneur en azote. COOK et al. (1958) constatent aussi que les traitements par coupe abaissent la production racinaire mais augmentent la concentration en protéines des racines. Ces résultats sont confirmés par RISSER et PARTON (1982) qui trouvent une teneur en azote près de deux fois plus élevée dans les racines des prairies pâturées (48 kg/ha) que dans celles de prairies non exploitées (26 kg/ha).

Ainsi, la teneur en azote des racines ne diminue pas sous l'effet de l'exploitation ; au contraire, elle aurait tendance à augmenter, ce qui apparaît déjà au tableau 2.

## **Eléments de bilan chimique**

La baisse de biomasse racinaire et de production de repousses sous l'effet de l'exploitation peut avoir différentes causes : changement floristique, défaut d'alimentation carbonée, défaut d'alimentation minérale par épuisement du sol ou par absorption défailante.

Les coupes répétées provoquent une diminution importante de la productivité de la savane mais, dans un premier stade, elles ne modifient pas la composition floristique dans des proportions suffisantes pour entraîner une baisse aussi forte de la productivité (CESAR, 1981-1982).

L'absorption racinaire ne semble pas en cause, puisque la masse de radicelles absorbantes n'est pas affectée par les traitements.

Le tableau 3 réunit quelques éléments du bilan chimique. Nous nous sommes limités, pour la partie souterraine, à la couche comprise entre 0 et 40 cm, qui représente 70 à 80 % du total. Dans le cas des coupes, il n'y a pas restitution ; l'exportation est calculée à partir des données de l'expérience. Lorsque la savane n'est pas exploitée (absence de coupe), les exportations se font par le feu et les restitutions par les cendres. Les exportations et les restitutions sont alors estimées à partir de

TRAITEMENT		A	B	C	D
AZOTE	Exportation année 1	10,1	10,1	10,1	25,6
	Exportation année 2	10,0	47,3	45,8	18,1
	Exportation totale	20,1	57,4	55,9	43,7
	Restitution (cendres)	2	1	1	0
	Exportation - Restitution	18,1	56,4	54,9	43,7
	Réserve souterraine	91,6	92,6	76,5	77,4
PHOSPHORE	Exportation année 1	26,1	26,1	26,1	4,1
	Exportation année 2	25,8	9,0	7,9	3,1
	Exportation totale	51,9	35,1	34,0	7,2
	Restitution (cendres)	40	20	20	0
	Exportation - Restitution	11,9	15,1	14,0	7,2
	Réserve souterraine	6,9	7,3	6,9	5,4
POTASSIUM	Exportation année 1	9,3	9,3	9,3	25,8
	Exportation année 2	10,7	49,5	47,2	18,6
	Exportation totale	20,0	58,8	56,5	44,4
	Restitution (cendres)	10,9	5	5	0
	Exportation - Restitution	9,1	53,8	51,5	44,4
	Réserve souterraine	15,0	18,0	12,6	11,8
CALCIUM	Exportation année 1	13,0	13,0	13,0	9,9
	Exportation année 2	12,8	22,0	17,9	7,1
	Exportation totale	25,8	35,0	30,9	17,0
	Restitution (cendres)	19	9,5	9,5	0
	Exportation - Restitution	6,8	25,5	21,4	17,0
	Réserve souterraine	52	60	46	43
MAGNESIUM	Exportation année 1	-	-	-	5,8
	Exportation année 2	-	11,53	10,25	4,1
	Exportation totale	-	-	-	9,9
	Réserve souterraine	11	12	10	10

TABLEAU 3 : Eléments de bilan chimique pour les différents traitements (en kg/ha de chaque élément).

TABLE 3 : Elements for the chemical balance of the various treatments (kg/ha of each element).

la biomasse de fin de cycle (tableau 1) et d'après les résultats d'analyse d'une expérience précédente réalisée dans une savane herbeuse assez comparable du point de vue du sol mais en climat un peu plus humide (VILLECOURT et al., 1980).

Pour l'azote, le potassium et en partie le calcium, les exportations nettes (exportations — restitutions) sont plus importantes pour les traitements avec coupe (B, C, D) que pour le témoin A ; c'est l'inverse pour le phosphore, mais on remarque surtout que, quel que soit l'élément, les exportations sont toujours plus faibles pour le traitement D exploité 2 ans que pour les traitements B et C exploités seulement la deuxième année ; ceci est dû en partie au fait que les repousses ont été mauvaises en 1<sup>re</sup> année (229 g/m<sup>2</sup> au lieu de 390 g/m<sup>2</sup> en année 2 pour des coupes espacées de 30 jours) et aussi que la repousse chute considérablement en deuxième année

d'exploitation (151 g/m<sup>2</sup>). Il en résulte que le traitement le plus sévère (D), qui possède l'appareil souterrain le plus déprimé, a finalement exporté moins que les autres traitements avec coupe (B et C). A l'inverse, le traitement B, qui est celui qui exporte le plus, possède les réserves souterraines les plus abondantes, légèrement supérieures au témoin non exploité.

Ce n'est donc pas le niveau des exportations qui empêche la reconstitution du système racinaire. La diminution de la biomasse racinaire n'est pas due à l'épuisement du sol. On est donc amené à penser que la baisse de biomasse des racines provient d'un défaut de nutrition carbonée, par insuffisance de photosynthèse sous l'effet de la coupe des feuilles. Notons qu'une étude plus fine incluant le dosage des hydrates de carbone serait utile pour approfondir cette question.

On peut penser toutefois que, dans les systèmes d'exploitation très intensifs où la végétation s'épuise d'année en année, la cause première des dégradations est l'insuffisance de photosynthèse qui se répercute sur la synthèse des réserves souterraines. Pour y remédier, il faudrait allonger l'intervalle entre deux coupes ou entre deux passages d'animaux ; on a vu qu'à 60 jours (traitement B), il n'y avait aucune dégradation. Mais un rythme de 30 à 45 jours est impératif si l'on veut donner à l'animal un herbage suffisamment riche en matières azotées.

Notons que les traitements par coupe réalisés ici ont été volontairement très sévères (coupe très près du sol). Un moyen de conserver un rythme de 30 jours tout en ménageant l'activité photosynthétique est d'accepter une hauteur de pâture plus élevée, et par conséquent une charge plus faible. Mais en cas de baisse de production des repousses par suite d'une exploitation trop intensive, il est nécessaire de cesser l'exploitation pour permettre à la savane de reconstituer son système souterrain. Faute de quoi, on risque d'évoluer vers un stade plus grave de dégradation.

## **Conclusion**

La cause principale de la baisse de biomasse racinaire et de production aérienne par l'exploitation semble être l'insuffisance de photosynthèse et non l'épuisement du sol, comme on aurait pu le penser. On rejoint ici les conclusions de KOFFI (1982) qui, sur des savanes exploitées modérément depuis plus de 15 ans et dont certaines étaient dégradées sur le plan floristique, n'a pas trouvé de diminution importante de la richesse chimique du sol.

Mais il n'en est pas toujours ainsi. Nous avons observé sur les sols sableux de ces mêmes savanes des cas de dégradation extrêmement poussée en liaison avec une régression catastrophique de l'horizon humifère (CESAR, 1975). Une question se pose : quelle pourrait être l'évolution à long terme d'une savane exploitée de façon

intensive soit par coupe analogue à nos traitements C et D, soit par broutage permanent sans restitution animale sur le parcours, comme cela se pratique couramment ?

Notre expérience porte sur des données de coupe et non de pâture ; en élevage traditionnel sans rotation ni restitution, les animaux prélevant la totalité des espèces, l'effet du broutage est très voisin de l'effet de coupes répétées. Dans une savane non pâturée, soumise à des feux annuels, on peut estimer que la matière organique du sol est fournie à 70 ou 80% par les racines (MENAUT et CESAR, 1979) et le reste par la partie aérienne morte. Lorsque la savane est exploitée, la part fournie par la partie aérienne, qui résulte de la décomposition des organes morts, est encore plus faible du fait de l'absence presque totale d'organes aériens morts. PICARD (1979), pour une culture de *Panicum maximum* ayant une biomasse racinaire moyenne de 3 t/ha, estime à 9-16 t/ha la matière organique fournie annuellement par les racines.

Si la masse de racines diminue, l'approvisionnement du sol en matière organique n'est plus satisfait. L'horizon humifère régresse entraînant la baisse de fertilité du sol. Les graminées fourragères de savane disparaissent, et seule subsiste une maigre flore d'annuelles et de psammophiles capables de résister aux nouvelles conditions édaphiques. Ceci explique que les dégradations de pâturages sur sols sableux s'accompagnent toujours à terme de la disparition de l'horizon humifère et de l'épuisement du sol. Cette évolution peut se produire en 5 à 10 ans.

Accepté pour publication, le 15 novembre 1989.

## Remerciements

Nous tenons à remercier G. BOUDET, P. LOISEAU et J. SALETTE pour l'aide qu'ils nous ont apportée à la correction du manuscrit.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- CESAR J. (1989) : "L'influence de l'exploitation sur la pérennité des pâturages de savane. I. Effet de la coupe sur la masse du système souterrain", *Fourrages*, 118, 115-125.
- CESAR J. (1975) : "Tendance évolutive de quelques formations végétales sous l'influence du pâturage en savane guinéenne de Côte-d'Ivoire", *Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains, Actes Colloque, ILCA/CIPEA*, Bamako, 213-216.
- CESAR J. (1981) : "Cycles de la biomasse et des repousses après coupe en savane de Côte-d'Ivoire", *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 (1), 73-81.
- CESAR J. (1982) : "Contribution à l'étude de la composition floristique des savanes exploitées par coupe", *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 35 (4), 435-442.
- CHLOUPEK O. (1976) : "The size of the root system of tetraploid red clover and its relations to the chemical composition of the herbage produced", *J. Brit. Grassl. Soc.*, 31, 23-27.
- COOK C.W., STODDART L.A., KINSINGER F.E. (1958) : "Responses of crested wheatgrass to various clipping treatments", *Ecological monographs*, 28, 237-272.
- DASH M.C., PATRA U.C., THAMBI A.V. (1974) : "Comparison of primary production of plant material and secondary production of oligochaetes in a tropical grassland of southern Orissa, India", *Tropical Ecology*, 15 (1/2), 16-21.
- FOURNIER A. (1982) : "Cycle saisonnier de la biomasse herbacée dans les savanes de Ouango-Fitini", *Ann. Univ. Abidjan, E*, 15, 63-94.
- JAMESSON D.A., HUSS D.L. (1959) : "The effect of clipping leaves (stems on number of tillers, herbage weights, root weights, and food reserves of little bluestem", *J. of Range Manage.*, 12 (3), 122-125.
- KOFFI A.V. (1982) : *Influence de l'exploitation de la savane par le bétail sur la composition minérale du sol*, Bouaké, CRZ, Note technique n°14 Pât. 6 p.
- LAUENROTH W.K., WHITMAN W.C. (1977) : "Dynamics of dry matter production in a mixed-grass prairie in western north Dakota", *Oecologia*, 27 (4), 339-351.
- MALL L.P., BILLORE S.K. (1974) : "Dry matter structure and its dynamics in Sehima grassland community. 1. Dry matter structure", *Tropical Ecology*, 15 (1/2), 108-118.
- MENAUT J.C., CESAR J. (1979) : "Structure and primary productivity of Lamto savannas, Ivory Coast", *Ecology*, 60 (6), 1197-1210.
- PICARD D. (1979) : "Evaluation of the organic matter supplied to the soil by the decay of the roots of an intensively managed *Panicum maximum* sward", *Plant and Soil*, 51, 491-501.
- RISSE P.G., PARTON W.J. (1982) : "Ecosystem analysis of the tallgrass prairie - Nitrogen cycle", *Ecology*, 63 (5), 1342-1351.
- TROUGHTON A. (1960) : "Further studies on the relationship between shoot and root system of grass", *J. of Brit. Grassl. Soc.*, vol. 15, n°1, 41-47.
- VILLECOURT P., SCHMIDT W., CESAR J. (1980) : "Pertes d'un écosystème à l'occasion du feu de brousse (Savane tropicale de Lamto, Côte-d'Ivoire)", *Rev. Ecol. et Biol. du Sol*, 17 (1), 7-12.

### RÉSUMÉ

Quatre traitements (une coupe tous les 30 ou 60 jours pendant 1 ou 2 ans, ou pas de coupe du tout) ont été appliqués à une savane soudanaise du centre de la Côte-d'Ivoire). La production herbacée pendant la durée de l'essai et la masse de racines et de radicelles en fin d'expérimentation, ont été mesurées. Un bilan des éléments chimiques est tenté.

La coupe avec une périodicité de 30 jours abaisse la production aérienne et provoque une diminution significative de la masse des racines. La composition chimique des racines (teneurs en N, P, K, Ca) est peu modifiée par les traitements.

La coupe à un rythme rapide limite la nutrition carbonée et ainsi la reconstitution de l'appareil souterrain nécessaire à la repousse des parties aériennes et à la pérennité de la plante. Répétée chaque année, elle entraîne la disparition des graminées vivaces dont les racines constituent la principale source d'approvisionnement du sol en matière organique et d'entretien de l'horizon humifère.

### SUMMARY

#### *Influence of management on the persistency of savanna grazings. II - Role of the root system in the degradation of grazings*

Four treatments (a cut every 30 or 60 days during 1 or 2 years, or no cut) were applied to a Sudan savanna in the central part of Ivory Coast. The amount of herbage during the trial, and the mass of roots and rootlets at the end of the trial, were measured. An attempt was made to assess the balance of chemical nutrients.

Monthly cuts decrease the above-ground bio-mass and significantly the root mass. There is hardly an effect of the treatments on root composition (N, P, K, Ca contents).

The decrease in above-ground and underground bio-mass under the harsher treatments is not the consequence of a poor mineral nutrition, itself due to failing root absorption or to the exhaustion of mineral nutrients in the soil, but that of a deficient carbon nutrition, caused by the cuts, which result in a reduced photosynthesis. Frequent cuts limit the reconstitution of the root system which is vital for the growth of the above-ground parts and the plants' persistency. When this is repeated every year, the perennial grasses disappear, the roots of which constitute the main source of organic matter supply to the soil. The decrease in root mass leads sooner or later to the disappearance of the humiferous soil layer.