

*Tendances évolutives  
comparées des parcours  
d'Afrique de l'Ouest  
et d'Afrique de l'Est*

INTRODUCTION

Il a fallu une succession exceptionnelle d'années à pluviométrie déficitaire pour promouvoir les études sur la dynamique des savanes d'Afrique. En effet, les pluies des tropiques arides et semi-arides, moins abondantes à partir des années soixante-dix, ont mis en difficulté toute la population de cette zone et, en particulier, les éleveurs dont le cheptel a subi de lourdes pertes. Les scientifiques se sont alors efforcés de décrire l'évolution de la situation et de mesurer une éventuelle dégradation des milieux sahéliens ou arides. (BOUDET, 1977 ; GASTON, 1977 ; LE HOUÉROU, 1977 ; POUPON, 1977).

On pense alors que le climat explique l'évolution du milieu, mais des constatations troublantes vont perturber ce schéma initial trop simple :

- d'une part, il apparaît que des années à pluviométrie favorable n'apportent que peu d'amélioration dans la végétation naturelle dont on connaît pourtant les extraordinaires facultés de résistance au manque d'eau et les aptitudes à la «remontée biologique». Tous les travaux décrivent une production de graines très favorable au resemis des surfaces appauvries et souvent révèlent même un stock semencier parfaitement viable dans le sol ; cependant, la régénération du milieu est médiocre. (LE HOUÉROU, 1973 ; HIERNAUX, 1983 ; ALBERGEL, 1984 ; BERNUS, 1984 ; PEYRE DE FABRÈGUES, 1985) ;

- d'autre part, beaucoup de mesures s'effectuent à l'intérieur de surfaces protégées par des clôtures. La clôture est une garantie de non-interférence d'éléments étrangers avec l'objet des recherches, qui reste l'influence du climat sur le milieu ; les travaux en zone aride doivent tenir compte des grandes variations entre années successives ; tel résultat obtenu après un an d'études, ou tel phénomène observé deux années de suite, sera totalement contredit si les observations se poursuivent et si les enclos deviennent durables pour permettre l'obtention de résultats fiables. Or, l'évolution à moyen terme du milieu protégé est en totale contradiction avec ce qui se passe à l'extérieur de la parcelle d'étude.

Un exemple parmi beaucoup d'autres peut être cité. Dans le nord du Burkina Faso, GROUZIS (1987), sur parcelles en défens, trouve des biomasses en moyenne 2 fois supérieures à celles mesurées hors protection ; dans l'un des cas cités, la quantité de matériel végétal herbacé résiduel, en début des pluies, est de 100 g.m<sup>-2</sup> sur le défens et la biomasse augmente de 150 g.m<sup>-2</sup> au cours de la période de croissance. Les valeurs correspondantes, hors de l'enclos, sont respectivement 0 et 100 g.m<sup>-2</sup>. Bien plus, le nombre d'arbres et d'arbustes augmente de 10 à 30 % en trois ans sur les défens, mais il demeure stable à l'extérieur.

On commence alors à parler d'exploitation abusive des savanes surpeuplées, en particulier pendant les mauvaises années climatiques. En réalité, il faudrait admettre qu'un pâturage naturel aride est toujours sous-exploité si les pluies sont bonnes, et sur-exploité lorsqu'elles sont mauvaises. Par ailleurs, comme un écosystème non exploité n'est d'aucun intérêt pour les éleveurs, il s'ensuit que les descriptions de l'évolution des savanes n'ont de sens que si ces savanes sont soumises aux hommes ; un champ est cultivé pour produire le plus possible et on l'abandonne si rien n'y pousse.

Les comparaisons qui suivent concerneront donc des savanes pâturées qui subissent l'action conjointe du climat et des troupeaux. En outre, il ne s'agit que de tendances évolutives, c'est-à-dire de ce qui se passe en quelques années seulement ; lorsque l'on considère des périodes longues, composées de pulsions climatiques diverses, on dispose rarement de toutes les informations nécessaires pour une bonne analyse des résultats.

## LES PLUIES EN AFRIQUE INTERTROPICALE SÈCHE

L'objet de ce travail n'est pas une nouvelle définition des climats tropicaux secs ; il n'est pas davantage un commentaire sur les zonations écologiques déjà proposées pour l'Ouest et l'Est africains ; À ce propos, on peut néanmoins remarquer que les descriptions ont été données sans grand souci de standardisation des termes utilisés ; pour s'en convaincre, il suffit de comparer, par exemple, EMBERGER (1942), AUBREVILLE (1949), EDWARDS (1956), GRIFFITHS (1958), LEMÉE (1967), PRATT et GWYNNE (1977), lesquels emploient des termes variés. Plus simplement, les exemples traités correspondent, dans tous les cas, à des savanes qui reçoivent en moyenne entre 300 et 600 mm de pluie chaque année et qui, impropres aux cultures, sont plus ou moins sahéliennes en Afrique occidentale, arides ou semi-arides en Afrique orientale.

Pour caractériser la pluviométrie, nous avons retenu 4 stations ; 2 reçoivent de l'ordre de 300 mm d'eau par an et 2 environ 500 mm (tabl. I). Les stations de l'Est afri-

Tableau I - Précipitations comparées (en mm) de quatre stations d'Afrique tropicale sèche

STATION	Afrique de l'Est (KENYA)		Afrique de l'Ouest (SÉNÉGAL)	
	Garissa	Kajiado	Podor	Linguère
ALTITUDE, m.	150	1 700	40	140
Janvier	7	35	0	0
Février	2	37	0	0
Mars	18	78	0	0
Avril	76	143	0	0
Mai	5	72	3	6
Juin	3	8	16	25
Juillet	0	0	58	96
Août	5	0	130	219
Septembre	6	4	75	129
Octobre	15	19	22	48
Novembre	88	67	4	7
Décembre	87	49	0	0
Année	312	512	308	530

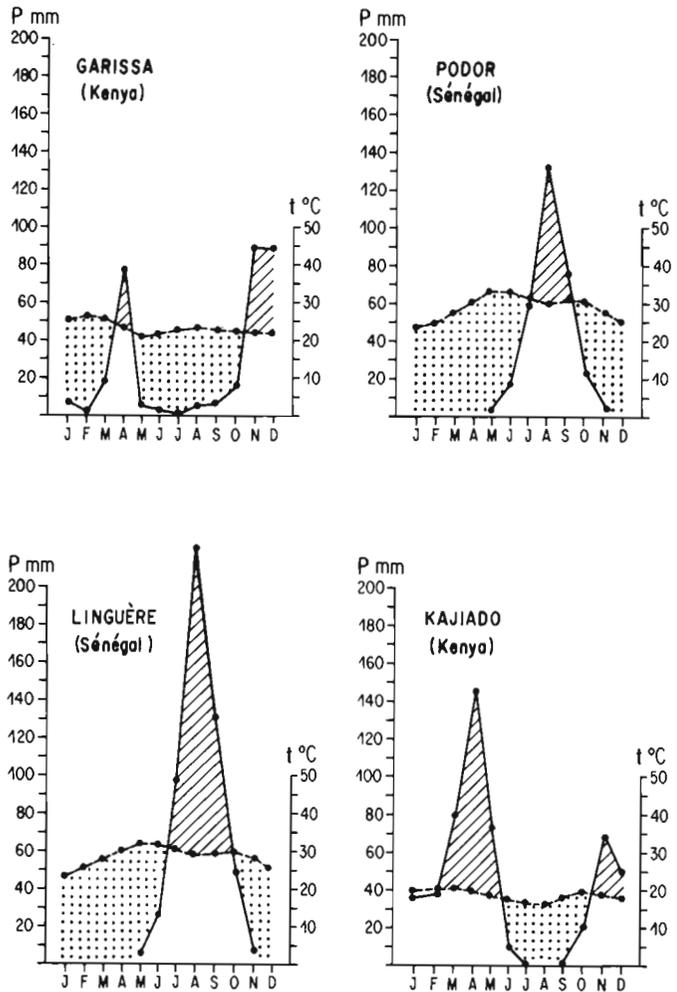


FIGURE 1 - Diagrammes ombrothermiques des quatre stations retenues.

cain, au Kenya, sont situées légèrement au-dessous de l'équateur et si les pluies y sont évidemment décalées par rapport à celles de l'Ouest africain (Sénégal), les périodes favorables à la croissance végétale cependant, sont *a priori* de même durée dans les 2 cas, soit trois à quatre mois. En dehors de cette similitude, on constate des différences fondamentales entre le Sénégal et le Kenya (tabl. I ; fig. 1) :

- au Kenya, la distribution des pluies est nettement bimodale avec 2 périodes humides centrées sur avril et sur novembre, alors que dans les stations du Sénégal toutes les précipitations sont concentrées entre juillet et septembre ;

- les mois à pluviométrie maximale sont plus humides dans l'Ouest africain :

- 130 mm à Podor contre 90 mm à Garissa,

- 220 mm à Linguère contre 140 mm à Kajiado, soit approximativement 50 % de plus au Sénégal pendant le mois le plus arrosé de l'année ;

- en conséquence, les pluies sont mieux distribuées dans l'Est africain où, certaines années, de janvier à mars, la petite saison sèche, peu marquée, peut autoriser un léger maintien de la croissance végétale. Ainsi, à Kajiado, les probabilités de pluies men-

suelles qui excèdent 50 mm sont de 1 année sur 3 en décembre, janvier et février ; aussi les mêmes probabilités ne sont que de 1 an sur 2 pour mars, mai et novembre ; il est aussi habituel que l'une des saisons de pluies soit très déficitaire et que la pluviométrie annuelle soit alors réduite, en moyenne :

- à moins de 300 mm, à Kajiado, 1 an sur 6,
- à moins de 200 mm, à Garissa, 1 année sur 3 ;

- enfin, au Sénégal, la zonation climatique se fait en fonction de la latitude alors que, au Kenya, elle est surtout une conséquence de l'altitude ; dans ce dernier pays, il existe toujours une bonne corrélation entre l'altitude et les pluies, avec de petites variations dues à l'exposition des pentes ou à des particularités locales du relief très tourmenté.

Si les pluies d'Afrique de l'Est semblent plus favorables aux végétaux, qui bénéficieraient souvent de saisons actives prolongées, on peut finalement retenir qu'elles sont aussi beaucoup plus variables d'une année à l'autre en raison de l'indépendance totale des 2 saisons humides. Ainsi, les extrêmes pluviométriques enregistrés à Saint-Louis, au Sénégal, sont de 144 et de 691 mm pour une médiane annuelle de 330 mm ; à El Wak, sur la frontière entre le Kenya et la Somalie, ils sont de 85 et de 721 mm pour une médiane presque identique. En Afrique de l'Est, il n'est pas rare que 2, voire 3, saisons de pluies successives soient presque inexistantes, et le régime pluviométrique est parfois monomodal comme dans l'Ouest africain.

## LE PASTORALISME AUX DEUX BORDS DU CONTINENT

Les Peul, ou Maures, de l'Ouest africain et les Masai, ou Somalis, de l'Est africain, demeurent largement tributaires de leurs troupeaux ; si les bovins y dominent, ils sont accompagnés de chèvres et de moutons, surtout chez les Peul, et d'une fraction importante de dromadaires, chez les Somalis. Quoique de façon plus nette en Afrique occidentale, on observe dans les 2 cas une certaine tendance à une dépendance croissante des éleveurs vis-à-vis de l'extérieur, monde agricole ou aide alimentaire, et à une diminution de la fraction bovine du cheptel, quand ce n'est pas à une réduction généralisée de tous les animaux, qui accompagne l'appauvrissement des éleveurs.

Pour de multiples raisons, il n'existe pas de statistiques fiables en ce qui concerne les populations humaines et animales des zones arides d'Afrique. Pour le Sénégal, on sait que ces zones couvrent le quart de la superficie du territoire, soit environ 50 000 km<sup>2</sup>, et on peut estimer qu'elles abritent, au nord de la limite des cultures, 15 à 20 % des 2 700 000 bovins du cheptel national, 30 000 chameaux et près d'un million de petits ruminants. Il y aurait donc entre 500 000 et 600 000 équivalents-bovins dans cette partie de la zone aride, avec certainement plus de 10 bovins par kilomètre carré (IBRD, 1984 ; FAO, 1985).

Au Kenya, la densité du cheptel est beaucoup plus variable ; les recensements aériens indiquent de l'ordre de 6 à 8 bovins au kilomètre carré dans le Sud-Est, 8 à 10 bovins au kilomètre carré dans les districts orientaux de Kitui et de la rivière Tana, plus de 25 bovins au kilomètre carré aux abords des montagnes, mais moins de 5 bovins au kilomètre carré dans le Nord du pays. Par ailleurs, les contrôles de terrain révèlent souvent des nombres inférieurs de 30 à 50 % aux densités officielles. En 1978, les valeurs observées étaient de 3,6 bovins, 11 chèvres ou moutons et 2 dromadaires au kilomètre carré (soit, au total, 8 équivalents-bovins), sur les zones arides qui reçoivent moins de 400 mm d'eau par an, c'est-à-dire une densité plus faible qu'au Sénégal. En revanche, il y avait plus de 20 zébus et autant de petits ruminants dans le district de Kajiado, plus humide, et moins de 5 ha par tête en zone semi-aride de façon générale (KREMU, 1972 ; ILCA, 1979).

Pour le Sénégal, les statistiques proposées tiennent compte de la transhumance annuelle et présentent donc des valeurs moyennes dépassées pendant la saison des pluies mais réduites en saison sèche. Les mouvements animaux ont toujours une certaine ampleur et les déplacements, qui dépassent souvent plusieurs centaines de kilomètres, sont assez réguliers au cours des années ; ils associent habituellement une portion de savanes sèches à un territoire plus méridional ou à une vallée humide le long d'un grand fleuve.

Dans le nord et dans l'est du Kenya, les déplacements, s'ils demeurent importants, évoluent davantage en fonction des années ; les territoires des groupes pastoraux sont plus flous et, selon les circonstances, des ethnies différentes peuvent être séparées par des zones tampon vides ou, au contraire, se livrer à une compétition acharnée comme c'est le cas entre les éleveurs somalis et ceux des groupes samburu ou rendille. La densité du cheptel fluctue couramment de 25 % et plus, selon les années, et pas seulement en fonction des saisons, avec possibilité d'incursions des animaux en direction de la côte ou vers les premières pentes de montagnes.

En savanes semi-arides, les mouvements deviennent optionnels. Les éleveurs masai se contentent généralement d'exploiter tour à tour des niches écologiquement différentes, plateaux et vallées ou encore collines et bas-fonds humides des terres noires qui voisinent à l'intérieur de leur territoire coutumier. En cas de difficultés, ils partent vers les zones d'altitude, sans itinéraire ni but nettement préétablis, et ils s'y heurtent de plus en plus à la résistance des agriculteurs.

Ainsi les climats à régime pluviométrique bimodal imposent dans tous les cas une stratégie pastorale différente de celle de l'Afrique occidentale où règne la grande transhumance annuelle, et les déplacements y sont plus variables en intensité comme en itinéraire. En revanche, dans les 2 cas les savanes sont souvent exploitées au maximum de leur potentiel productif et au-delà en cas d'année médiocre.

## LA VÉGÉTATION HERBACÉE

La végétation basse du Nord-Sénégal peut être illustrée à partir des observations effectuées à Fété-Olé, en 1970 (BILLE, 1977) (tabl. II).

On voit que le tapis herbacé est presque exclusivement constitué de graminées annuelles, si l'on excepte les bas-fonds à *Zornia* sp. qui n'occupent que 3 % de la surface. Ce tapis s'établit à partir de plus de 50 millions de diaspores par hectare dont 5 millions germent pour ne laisser subsister que 800 000 plantes adultes ; on comprend qu'une sélection aussi brutale puisse donner lieu à un couvert très variable en fonction des années, selon l'intensité et la distribution des pluies.

Plus au sud, des informations ont été collectées, en 1975, sur les ranchs de Dahra et Ndoli (BILLE, 1976) où la pluviométrie moyenne annuelle est respectivement de 400 et de 560 mm. On peut considérer dans chaque cas des aires peu pâturées et, au contraire, des surfaces très exploitées par le bétail (tabl. III).

Dans les savanes peu utilisées, si les graminées annuelles demeurent les espèces dominantes, elles sont éventuellement accompagnées d'une graminée pérenne (*Andropogon* spp.) ou d'une légumineuse pluriannuelle (*Tephrosia* spp.), et elles ne constituent plus les trois quarts du couvert, comme à Fété-Olé. Une intensification de l'utilisation par les animaux se traduit par l'abondance de *Zornia* spp. et de *Borreria* spp. qui remplacent une fraction importante des graminées alors que le couvert et la productivité sont peu affectés. À Ndoli, la production de la strate basse n'est pas augmentée par des pluies pourtant plus abondantes qu'à Dahra, car la richesse des sols devient un facteur limitant pour la croissance des plantes.

Tableau II - Strate herbacée à Fété-Olé

CONTRIBUTIONS des ESPÈCES, % au RECOUVREMENT de VÉGÉTATION	DUNES	OMBRAGE	BAS-FONDS
<i>Aristida funiculata/mutabilis</i>	51,3	9,6	3,9
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	15,8	5,5	
<i>Eragrostis</i> spp.	2,8		5,7
<i>Brachiaria</i> spp.		13,1	9,2
<i>Panicum laetum/humile</i>		17,3	13,5
<i>Cenchrus biflorus</i>	1,3		
<i>Chloris prierurii</i>	1	7,2	
<i>Digitaria horizontalis</i>		5,5	
<i>Echinochloa colona</i>			13,5
<i>Diheteropogon/Andropogon</i>		4,8	5,4
Autres graminées	9,0	4,8	4,8
<i>Zornia glochidiata</i>	0,7		30,6
Autres dicotylédones	19,1	22,2	15,1
Biomasse, g.m <sup>-2</sup>	59-67	180	330

Tableau III - Espèces dominantes de la strate herbacée, Dahra et Ndoli (Sénégal) en relation avec le niveau de pâturage

(A = abondantes)	DAHRA		NDOLI	
	peu pâturé	très pâturé	peu pâturé	très pâturé
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	A	+	A	+
<i>Aristida</i> spp.	+		+	+
<i>Eragrostis</i> spp.	+	+	+	+
<i>Cenchrus biflorus</i>	A		+	
Panicées	+	+	+	+
<i>Diheteropogon/Andropogon</i>		+	A	+
<i>Elionurus/Ctenium</i>		+		+
<i>Pennisetum/Loudetia</i>			A	
<i>Zornia glochidiata</i>	+	A		A
<i>Tephrosia</i> spp.	A		+	+
<i>Alysicarpus/Indigofera</i>	+	+	+	+
<i>Borreria</i> spp.	+	+	+	+
<i>Ipomoea/Merremia</i>	+	+		+
Individus par m <sup>2</sup>	120	160	300	250
Biomasse, g.m <sup>-2</sup>	250	250	220	290

Des observations comparables ont été faites dans plusieurs autres sites de la zone sahélienne au sens large, en Mauritanie (BOUDET, 1986), au Mali (HIERNAUX et DIARRA, 1985 ; HIERNAUX *et al.*, 1986) ou au Burkina Faso (GROUZIS, 1987), par exemple.

Au Kenya, des observations ont été réalisées en 1978 (BILLE, 1982) (tabl. IV). Par rapport au Sénégal, l'importance respective des graminées et des dicotylédones s'inverse pour la zone la mieux arrosée où les graminées forment la quasi-totalité de la végéta-

Tableau IV - Végétation herbacée au Kenya. Contribution des espèces (%) au recouvrement

a) ZONE ARIDE (300 mm)	Mado Gashi	Chandlers Falls	Kalalut
<i>Aristida mutabilis/kenyensis</i>	19,4	42,8	9,0
<i>Dactyloctenium</i>	12,4		2,1
<i>Chrysopogon aucheri</i>	0,8	4,8	
<i>Urochloa</i>			46,5
<i>Enteropogon</i>	0,3		14,0
<i>Blepharis</i>	12,3	4,6	
<i>Duosperma, Barleria</i>	54,2	9,5	9,3
<i>Ocimum, Indigofera</i>	11,9		4,6
Diverses graminées	0,6	9,2	3,4
Autres dicotylédones		17,2	1
Couvert total %	6,4	4,2	4,3
b) ZONE SEMI-ARIDE (500 mm)	Empuiyanka	Elangata Wuas	Mbilini
<i>Digitaria scalarum/milanjana</i>	22,6	13,7	30,5
<i>Pennisetum mezianum/stramineum</i>	22,5	47,2	
<i>Themeda triandra</i>	27,5		1,3
<i>Chloris/Eriochloa</i>		6,4	5,6
<i>Eragrostis/Sporobolus</i>	7,4		13,9
<i>Cynodon/Microchloa</i>	20,0		8,9
<i>Lintonia, Bothriochloa</i>		22,7	5,5
<i>Aristida adscensionis</i>		6,9	8,3
Diverses graminées		3,0	2,7
Dicotylédones		0,1	23,3
Couvert total %	39,8	46,6	3,6

tion, avec une contribution de l'ordre de 90 % à une biomasse très élevée (500 à 600 g.m<sup>-2</sup>) ; Mbilini, où une énorme surcharge en bétail a gravement endommagé le site dont le sol est très dénudé, constitue une exception. Les graminées des savanes plus arides forment parfois moins de la moitié d'un couvert clairsemé où les espèces dominantes sont très diverses : acanthacées à Mado Gashi, *Aristida* spp. à Chandlers Falls et graminées hautes à Kalalut.

En outre, et c'est le point le plus important, les espèces végétales sont presque exclusivement pérennes dans la région semi-aride de Kajiado et elles forment encore de 15 à 60 % du couvert dans la partie aride. Il y a peu d'espèces communes aux 2 zones.

## TENDANCES ÉVOLUTIVES DE LA STRATE HERBACÉE

Les observations sur la strate herbacée se sont poursuivies pendant plusieurs années aussi bien à Fété-Olé qu'au Kenya. Dans le cas du Sénégal, la période d'étude a inclus la grande sécheresse de 1972 et ses conséquences jusqu'en 1976 ; les pluviométries furent de 33 mm en 1972, de 210 mm en 1973 et de plus de 300 mm au cours des saisons suivantes, cependant que les effectifs animaux avaient été très réduits. La pluviométrie au Kenya a été assez favorable de 1978 à 1980, années qui ont suivi les mesures initiales :

- 725 mm, 532 mm et 202 mm à Garissa ;
- 778 mm, 604 mm et 470 mm à Kajiado.

Les variations les plus remarquables dans le tapis herbacé concernent évidemment le Sénégal septentrional ; la productivité des dunes y a été nulle en 1972 et très faible (10 g.m<sup>-2</sup>) l'année suivante ; en 1974 et en 1975, qui ont vu un brusque retour à la normale, on a constaté plus de 80 g.m<sup>-2</sup>. Les productions sous ombrage et dans les bas-fonds ont été également affectées, puisque, en 1972, leurs productivités ne sont que de 5 à 7 % de la normale. Dans ces situations, le retour à une situation habituelle semble avoir été plus aisé ; dès 1973, on retrouve respectivement 44 % et 70 % de la biomasse d'avant la sécheresse. Le phénomène s'explique par le fait d'un appauvrissement tel des sols de dunes en semences qu'on ne peut espérer plus de 150 germinations et qu'il n'y aura que 20 plantes par mètre carré en 1973.

Pourtant, en 1975, il ne manque que 3 espèces dans la liste floristique établie en 1969 ; on peut donc souligner l'extraordinaire pouvoir de récupération des écosystèmes nord-sahéliens à la suite d'un traumatisme climatique. Une forte charge en bétail modifie la flore, comme à Dahra et à Ndoli, en augmentant le pourcentage de papilionacés et en favorisant les petites dicotylédones (*Gisekia* spp., *Tribulus* spp., *Alternanthera* spp. ou *Gynandropsis* spp. par exemple), mais ne change rien à l'aptitude du milieu à se reconstituer.

Les évolutions constatées au Kenya, en 1980 ou en 1981, sont plus complexes. Pour la partie la plus aride, le couvert herbacé s'est souvent réduit au cours de la période favorable : de 80 % à Mado Gashi, de 70 % à Chandlers Falls et de 40 % à Kalalut. Aux environs de Mado Gashi, il ne reste qu'un cinquième du territoire pour conserver une strate herbacée aussi fournie qu'en 1978 et toutes les espèces végétales sont également touchées. En fait, ce résultat est dû à une importante augmentation du cheptel et l'on trouve de 30 à 40 % d'animaux en plus en fin de période. Outre les nombreuses naissances, des bovins ont envahi ces terrains, depuis l'Éthiopie ou la Somalie, afin de bénéficier de divers programmes de vaccinations et du développement hydraulique, qui a multiplié le nombre de mares artificielles et de forages, au Kenya. Les changements dans les densités des strates basses résultent de la pression de pâture bien davantage qu'ils ne traduisent la pluviosité.

Les mêmes observations s'appliquent à de nombreuses savanes de la région de Kajiado. Ainsi le couvert d'Empuiyankat est réduit à 34,7 % et les graminées les plus appétentes sont les plus touchées ; on ne retrouve qu'un tiers des *Themeda* spp., tandis que *Pennisetum mezianum* est partiellement remplacé par *P. stramineum* et que *Cynodon plectostachyum* recule devant les *Eragrostis* spp. A Elangata Wuas, une moitié des graminées disparaît, les plus touchées étant *Digitaria milanjana* et encore *Pennisetum mezianum* ; on constate aussi que les surfaces les plus abîmées sont situées aux abords immédiats des campements les plus importants. On ne peut pas accuser ici des envahisseurs venus de loin ; l'augmentation des effectifs des ranchs correspond à une modification du cheptel de la région.

La preuve en est que Mbilini, pratiquement abandonné, voit sa végétation se reconstituer et que le couvert y augmente de 17 %, dès 1978, pour atteindre, en 1980, 210 % de sa valeur initiale ; *Digitaria milanjana* et *Chloris roxburghiana* sont les graminées agressives qui colonisent les sols ; les savanes environnantes, en meilleur état que le site de référence proprement dit, retrouvent presque la productivité citée en 1967, lors de l'inventaire du milieu avant la mise en œuvre des actions de développement. Le couvert graminéen y est de 20 %.

Pour autant que les mesures de 1967 aient été effectuées selon des méthodes qui autorisent la comparaison avec les observations de la période 1977-1981, l'inventaire initial décrit souvent un couvert herbacé environ 2 fois supérieur à celui de fin de

période, avec une flore qui a peu changé. Si l'on conserve aussi en mémoire les différences observées entre savanes peu pâturées et savanes très utilisées du Sahel méridional, un certain nombre de grandes lignes se dégagent des observations :

- le climat est le facteur essentiel qui dicte la productivité des espèces annuelles au Sahel, mais l'utilisation intense des savanes par les animaux modifie profondément la flore en termes qualitatifs ;

- la pâture, également, modifie qualitativement la flore d'Afrique de l'Est et, en outre, elle a davantage d'influence que le climat sur le couvert herbacé et sur la productivité annuelle, en raison de l'abondance des espèces pérennes ;

- le retour à une végétation optimale, après un accident climatique ou comme conséquence d'une mise en défens du milieu, est rapide au Sahel ;

- les évolutions sont plus lentes dans les zones à régime pluviométrique bimodal, aussi bien dans le sens d'une dégradation que dans celui d'une régénération.

On peut trouver d'autres illustrations de ces phénomènes dans nombre de publications, tant à l'ouest qu'à l'est du continent ; si les observations sont parfois anciennes (CAB, 1951 ; GLOVER et TRUMP, 1970 ; HENDERSON, 1972 ; TRUMP *et al.*, 1973), on trouvera cependant plus de détails dans des travaux plus récents (SICOT et GROUZIS, 1981 ; ALBERGEL *et al.*, 1985 ; BOUDET, 1985a ; LE HOUÉROU, 1987).

## LES LIGNEUX DES SAVANES SÈCHES

Si tous les arbres et les arbustes des savanes tropicales arides participent à l'alimentation des animaux domestiques, soit par leurs fruits, soit par leurs feuilles consommées en vert ou sèches, leur importance n'est cependant pas la même partout ; en Afrique occidentale, où la longue saison sèche en impose le recours pour compléter les pailles en protéines, elle est plus grande qu'à l'est, où il reste habituellement quelques fractions vertes herbacées tout au long de l'année. Malgré tout, dans les 2 cas, ils demeurent la seule ressource des périodes de disette ; leur intérêt a été clairement perçu au Sahel, entre 1972 et 1973, quand ils ont permis la survie des animaux, et que la fin de leur exploitation a entraîné les pertes en bétail les plus graves.

Il importe donc de connaître les réactions de ces ligneux en milieu aride. En 1971, leurs couronnes couvraient moins de 10 % du terrain à Fété-Olé et l'on y dénombrait en moyenne 133 individus de plus de 1 m de hauteur par hectare. Ces arbustes étaient surtout concentrés dans les parties basses où ils étaient 2 à 4 fois plus denses que sur les dunes. Le tableau V précise les proportions des principales essences et donne un aperçu de la population.

Considérant que les plus petits individus n'ont pas été mesurés, le nombre proposé pour la première classe de circonférence est une estimation par défaut et l'ensemble de la population est une représentation de strate ligneuse équilibrée où la régénération est active, avec réduction progressive des nombres d'arbustes les plus vieux. Cette considération reste valable pour les genres considérés isolément, sauf *Commiphora* spp., pour lequel il n'y a pas de jeunes tiges.

La strate ligneuse de Fété-Olé a été décrite plus en détail par POUPON (1980) ; d'autres exemples de boisements sahéliens peuvent être trouvés dans les travaux de LE HOUÉROU (1980). Pour des zones moins sèches, on peut aussi se référer à AUDRU (1977), PIOT et TOUTAIN (1980), BOUDET (1985b) ou CORNET *et al.* (1987).

Les ligneux sont plus nombreux à Dahra et à Ndoli, avec respectivement 500 tiges.ha<sup>-1</sup> pour les arbres et de 900 à 1 800 tiges.ha<sup>-1</sup> pour les arbustes. Les savanes les plus exploitées de Dahra n'ont plus que 300 ligneux par hectare, car de nombreuses germinations sont détruites par les bovins. Par ailleurs, la topographie a moins

Tableau V - Strate ligneuse à Fété-Olé. Nombre d'individus par hectare

CIRCONFÉRENCE	<i>Guiera</i>	<i>Boscia</i>	<i>Grewia</i>	<i>Acacia</i>	<i>Balanites</i>	<i>Commiphora</i>
moins de 10 cm	35	3	5	4	5	
10 - 20 cm	31	5				
20 - 30 cm	3	1	5	3	4	
30 - 40 cm			3	2	3	1
40 - 50 cm				1	2	2
50 - 60 cm					1	3
plus de 60 cm					2	6
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>12</b>

Tableau VI - Les ligneux sud-sahéliens. Nombre de tiges par hectare

ESPÈCES	DAHRA		NDOLI	
	Charge faible	Charge forte	Charge faible	Charge forte
<i>Combretum</i> spp.	220	48	985	280
<i>Guiera senegalensis</i>	171	126	389	280
<i>Balanites aegyptiaca</i>	57	7		
<i>Acacia senegal/macrost</i>	12	5	189	
<i>Dicrostachys glomerata</i>	23		51	20
<i>Boscia senegalensis</i>		10	18	
<i>Grewia</i> spp.		12	41	
<i>Commiphora/Feretia</i>			72	
Divers	12	3	88	246
<b>Total</b>	<b>495</b>	<b>310</b>	<b>833</b>	<b>874</b>

d'impact sur la densité ligneuse qu'à Fété-Olé et la flore ligneuse est plus riche. Le tableau VI décrit le couvert d'arbres et arbustes des différents sites.

Sauf *Balanites* spp., tous les arbres ont une croissance plus active qu'à Fété-Olé et les populations sont en expansion dans les savanes les moins exploitées. *Combretum glutinosum* est particulièrement sensible à l'action du bétail, mais les animaux peuvent aussi promouvoir un certain envahissement par certaines espèces comme *Acacia macrostachya*.

Les ligneux sont plus abondants en Afrique de l'Est aride que dans le Sahel septentrional. À Mado Gashi, on trouve plus de 200 arbustes par hectare avec un couvert des couronnes de près de 20 % ; les espèces les plus nombreuses sont *Acacia reficiens* (95 individus.ha<sup>-1</sup>), *Salvadora persica* (20 individus.ha<sup>-1</sup>), *Cordia* (13 individus.ha<sup>-1</sup>), plusieurs espèces du genre *Commiphora*, *Capparis decidua* et *Acacia mellifera*. La flore ligneuse est également plus variée qu'au Sahel dans les différents sites en raison de la diversité des substrats : sables, limons, terrains volcaniques, etc. Les ensembles dunaires de Kalalut sont dominés par les *Commiphora* spp. et des *Terminalia* spp. qui couvrent 22 % du terrain ; les *Acacia* spp., essentiellement *A. nubica*, et *Grewia tenax* représentent 2 % du recouvrement dont le total est de 27 % pour 575 arbustes par hectare.

C'est à proximité de Chandlers Falls que les ligneux ont le couvert le plus élevé, soit 42,7 % ; on trouve 386 tiges.ha<sup>-1</sup>, dont 108 *Combretum aculeatum*, 52 *Grewia villosa*, 50 *Boscia angustifolia*, 21 *Commiphora* spp. et 17 *Acacia tortilis*. La densité arbustive augmente encore vers l'est pour culminer à près de 1 600 individus.ha<sup>-1</sup> pour le même couvert. D'autres mesures dans la région de Garissa confirment l'importance des arbres où plusieurs espèces de *Acacia* spp. et de *Commiphora* spp. dominant habituellement :

- à Dadaab, *Commiphora* assure plus du tiers du couvert total qui atteint, avec *Acacia reficiens*, 26,3 % ;
- dans les environs de Hola, 22 % des arbustes sont des *Commiphora* spp., 23 % des *Acacia reficiens* et 10 % d'autres espèces de *Acacia* (*A. nilotica*, *A. tortilis* et *A. mellifera*).

On ne dispose pas d'étude de population à proximité de Garissa, mais on a remarqué que les jeunes individus étaient toujours nombreux dans les savanes les moins boisées alors que les formations les plus denses ont manifestement atteint un seuil de déséquilibre qui se manifeste par l'abondance d'arbres morts. Dans certains cas, les jeunes plantules manquent d'espace pour s'installer depuis sans doute plus d'un demi-siècle et les arbres les plus nombreux ont un diamètre supérieur à 10 cm ; leur apparition a coïncidé avec l'implantation des éleveurs sur ces terres qui a entraîné une réduction de la faune sauvage, en particulier des éléphants, destructeurs d'arbres. En Afrique de l'Est, ce phénomène est d'ailleurs constant et des cas extrêmes peuvent être observés dans le Sud éthiopien, avec des boisements de 1 700 à 2 000 tiges.ha<sup>-1</sup> et la formation de véritables fourrés. Des envahissements ligneux similaires sont décrits par GLOVER *et al.* (1959), PRATT (1964 ; 1966), MALUKI (1969).

Dans la zone depuis longtemps semi-aride et systématiquement soumise au bétail, le couvert des arbres et des arbustes n'augmente pas notablement, car les sols à hydromorphie temporaire sont peu favorables aux ligneux, souvent représentés par les seuls *Acacia seyal* et *A. drepanolobium*, et le boisement moyen de la zone est inférieur à celui de savanes plus sèches. On a retenu comme assez représentative la végétation ligneuse des plateaux de Mbilini (tabl. VII), dont le couvert est légèrement supérieur à 20 %.

Tableau VII - Population ligneuse, Mbilini. Nombre d'individus par hectare

CIRCONFÉRENCE	<i>Acacia tortilis</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>Grewia</i>	<i>Commiphora</i>	Divers
1 - 15 cm	37	21	21	6	23
16 - 30 cm	52	14	11	18	9
31 - 45 cm	98	18	8	32	12
46 - 60 cm	46	6	1	24	6
61 - 75 cm	6			5	1
plus de 76 cm	2			3	
Totaux	241	59	41	88	51

Cette population végétale est révélatrice de l'historique de la région. En effet, des coupes transversales de tiges ont montré que la croissance radiale des *Acacia tortilis* est de l'ordre de 1,5 mm par an ; en 1980, les arbres les plus nombreux auraient donc une quarantaine d'années ; ils dénotent un envahissement ligneux terminé vers 1940, l'époque à laquelle les éleveurs ont déserté le territoire pour échapper aux réquisitions

de bétail par les troupes combattantes. Les sécheresses de 1960 et de 1975 ont encore accentué le déficit en jeunes arbustes, mais les signes de reprise du boisement sont manifestes, avec un grand nombre de jeunes plantules et de germinations.

Les effets de la substitution d'animaux domestiques à la faune sauvage semblent donc les mêmes à travers toute la partie aride de l'Afrique orientale ; une augmentation de la strate ligneuse compense la diminution de la strate herbacée. Dans les causes de ce changement cependant, on peut s'interroger sur la part qui revient au bétail et celle qui revient aux feux ; non seulement la pâture supprime une large part de combustible, mais les éleveurs ont davantage tendance à constituer des réserves fourragères sur pied qu'à nettoyer les savanes par brûlis et les incendies sont exceptionnels. Chez les Masai en particulier, la gestion traditionnelle du territoire pastoral comporte la mise en défens d'une partie de l'espace, réservée aux veaux en sevrage et aux animaux malades.

## L'ÉVOLUTION DES LIGNEUX

En Afrique de l'Est, les contrôles réalisés deux ou trois ans seulement après la description dont il a été fait état ne montrent jamais de changement significatif dans le couvert des arbres. On note seulement que les populations arbustives demeurent envahissantes à la fin de la période et que les plantules sont nombreuses, confirmation éventuelle de l'absence d'impact négatif des fortes charges en bétail sur les arbres. S'il en va certainement différemment des concentrations d'animaux sauvages, notamment les girafes, les éléphants et plusieurs espèces d'antilopes qui se nourrissent surtout de feuilles et de jeunes rameaux d'arbres, les effets dévastateurs ne seront perceptibles qu'à plus long terme.

Un exemple particulièrement frappant a été observé lorsque tous les éléphants de la région ont été concentrés dans le Parc national de Tsavo ; à l'intérieur des limites de ce dernier, ne se trouvent plus en moyenne que 175 tiges ligneuses par hectare (dont 70 *Acacia* spp. et 50 *Commiphora* spp.), alors que le ranch voisin de Taru porte 1 170 arbres par hectare pour un couvert de 60 %. En outre, la flore ligneuse de Taru, qui est très diversifiée, comprend 340 *Commiphora* spp., 146 *Grewia similis*, 100 *Acacia nilotica*, 115 *Sericocomopsis* sp., 92 *Combretum apiculatum*, 62 *Acacia tortilis*, 31 *Boscia cordifolia*, 46 *Sterculia africana*, 25 *Acacia brevispica*, 23 *Cordia ovalis*, 20 *Albizzia* spp., 32 *Maytenus* spp., 51 *Premna* spp. et une dizaine d'autres espèces moins fréquentes. La destruction du couvert ligneux de Tsavo a largement contribué à la mort des éléphants maintenus dans le parc pendant l'année 1976, déficitaire en pluie.

Les arbustes de Fété-Olé ont été à nouveau recensés en 1975, après la grande sécheresse sahélienne. On ne retrouve sur les dunes que 39 individus.ha<sup>-1</sup> au lieu de 105 auparavant et seuls les *Balanites* et *Boscia senegalensis* y ont résisté à la sécheresse. En revanche, la densité d'arbustes a augmenté dans les bas-fonds (avec 292 tiges.ha<sup>-1</sup> contre 238 auparavant), ainsi qu'en position intermédiaire où les populations de *Boscia* et de *Guiera* ont explosé, de sorte qu'il ne manque que 20 % des individus en moyenne. L'absence de toute possibilité d'abreuvement sur la zone ayant tenu à l'écart les consommateurs primaires, il n'y a donc pas eu de dommages généralisés dans la strate ligneuse.

On a également pu déterminer les conséquences de l'année sèche sur les ranchs de Dahra et de Ndoli, en comptant les arbres morts à l'issue de la période. Les savanes les moins pâturées ont connu une diminution moyenne des nombres d'arbres et d'arbustes respectivement de 22 % et de 8 %, mais les surfaces les plus pâturées ont vu leurs strates ligneuses réduites de 48 %, à Dahra, et de 41 %, à Ndoli. Si, logiquement, les espèces les plus touchées ont été celles qui se trouvaient en limite nord de leur aire

d'extension, comme *Terminalia avicenioides*, *Ximena americana* ou *Bombax* à Ndoli, les *Acacia* spp. cependant, l'ont très été également, en dépit de leur adaptation supposée aux conditions sahéliennes.

Il apparaît donc, pendant la grande sécheresse au Sahel, qu'il y a eu convergence des influences climatiques et humaines, mais le second facteur semble l'avoir emporté de beaucoup sur le premier. On peut admettre en première approximation que les ligneux sahéliens, tout comme ceux de l'Afrique de l'Est, font preuve d'une très bonne tolérance aux aléas pluviométriques ; cependant, les récits des voyageurs du xx<sup>e</sup> siècle décrivent un Sahel plus boisé qu'il ne l'était en 1970, sans parler de l'évolution régressive accélérée du boisement au cours des quinze dernières années (BOURLIERE et HADLEY, 1970 ; VALENZA et DIALLO, 1972) ; les savanes orientales, au contraire, étaient plus ouvertes qu'elles ne le sont actuellement (GARDNER, 1936 ; EDWARDS, 1939 ; PICHI SERMOLLI, 1955 et les remarquables documents photographiques de SCHANTZ et TURNER, 1958).

La seule différence entre les zones arides de l'Ouest et de l'Est africain résiderait dans le comportement des éleveurs vis-à-vis des arbres. Les pasteurs sahéliens, qui ont une conscience aiguë du rôle des ligneux dans l'alimentation des troupeaux, s'efforcent de mettre à la disposition du bétail un maximum de feuilles ; accoutumé à survivre grâce à elles, le zébu sahélien en consomme plus volontiers que les bovins des régions arides orientales. Dès que la nécessité s'en fait sentir, l'éleveur sahélien élague des branchages de *Acacia* spp. ou de capparidacées qu'il peut disposer au sol à destination de son troupeau, et même transporter jusque chez lui ou au marché ; cette activité est inhabituelle au Kenya ; les ligneux y sont seulement considérés comme un substitut de l'herbe, quand celle-ci vient à manquer, et les prélèvements sur arbustes n'y ont été observés que chez les nomades éleveurs de chèvres des zones subdésertiques, à l'occasion de déplacements en régions très hostiles.

Des Masai ont été interrogés sur leurs sentiments face à l'envahissement de leurs parcours par un arbuste commun des savanes d'altitude, *Tarconanthus camphoratus*, qui couvre jusqu'à 65% du terrain dans les savanes assez humides. Une indifférence tolérante traduit leur réaction habituelle qui est de considérer que leurs animaux peuvent à la rigueur manger cette composée, et surtout qu'ils auraient la possibilité, si nécessaire, de l'éliminer par le feu. En réalité, la plante ne présente pratiquement aucune appétence, mais les éleveurs répugnent par principe à détruire les ligneux.

## CONCLUSIONS : L'AVENIR DES SAVANES ARIDES

Lorsque l'on récapitule les enseignements de ce rapide survol de quelques situations d'Afrique tropicale, on constate un problème majeur dans la comparaison des savanes. En effet, si les conditions édaphiques du Sahel sont assez constantes, l'Afrique orientale, au contraire, est hautement diversifiée.

Dans le premier cas, les sols sont plutôt sableux, même si les dépressions ont une granulométrie plus fine et si quelques roches ou zones gravillonnaires modifient localement le régime hydrique ; la teneur des sols en éléments nutritifs est habituellement médiocre, de sorte qu'une pluviosité accrue n'augmente la productivité herbacée que dans les situations les plus arides et ne se traduit ailleurs que par une intensification des boisements.

Dans le second cas, en revanche, on trouve de grandes étendues sableuses, mais aussi des terrains calcaires (comme dans l'Ogaden et en Somalie) et surtout, un peu partout, des terrains volcaniques qui vont du plateau rocailleux de laves récentes aux riches sols basaltiques capables d'un rendement 3 à 4 fois supérieur à celui des sables,

mais en partie peu favorables aux espèces ligneuses à cause des excès temporaires d'eau. Le surpâturage peut y détruire la végétation, il n'épuise la richesse du substrat que par la voie temporaire de l'érosion entre le moment où le terrain est nu et celui où il est densément boisé.

Une fois cette réserve émise, les types d'évolution des savanes sous exploitation excessive sont différents aux 2 extrêmes arides du continent :

- d'un côté, la végétation herbacée se modifie profondément et se raréfie tandis que les arbustes sont évincés et, par suite, la survie des animaux domestiques devient impossible ;

- de l'autre, l'herbe disparaît, remplacée par des fourrés denses.

Les vitesses d'évolution également sont différentes : changements brutaux et par à-coups à l'ouest, où chaque nouvelle sécheresse repousse les éleveurs de quelques kilomètres vers le sud bien que la reconstitution de la savane soit possible au prix de quelques années de protection ; évolution lente et insidieuse, à l'est, pour aboutir à ces boisements stables, capables de perdurer pendant des siècles si l'on n'intervient pas.

Les tendances évolutives, de même, sont influencées différemment selon le stade d'évolution au départ. Lorsque les dommages sont peu accusés, il suffit, au Sahel, d'une saison pour y remédier, alors qu'à l'est il faut combiner le temps et le feu pour renverser les processus ; après une dégradation plus poussée, il restera seulement l'herbe à l'ouest et les arbres à l'est ; à moins qu'il ne reste aucune végétation dans les 2 cas : de vastes étendues de sols du Sahel, limoneux ou limono-argileux, sont dénudées et leur surface s'est colmatée de sorte que les germinations y sont devenues aléatoires (PEYRE DE FABRÈGUES et ROSSETI, 1971 ; BOUDET et COULIBALY, 1976 ; D'HERBÈS, 1980 ; etc.). De la même façon, des coupes d'arbres pour la production de charbon de bois laissent les sols dénudés dans la vallée du Rift.

Enfin, l'adaptation des hommes aux changements dans les savanes paraît suivre des voies différentes, en dehors de l'abandon des activités pastorales qui amène chaque année nombre d'éleveurs aux abords de Dakar ou de Nairobi pour tenter d'y trouver un hypothétique travail salarié. À l'ouest, la réaction des éleveurs consiste à envahir les confins méridionaux de leur domaine alors qu'à l'est ils ont commencé à remplacer leurs bovins par des chèvres et par des dromadaires capables de tirer partie des arbustes.

Ce dernier point peut être illustré à partir des recensements effectués sur 2 ranchs communautaires des environs de Kajiado (BILLE, 1981). Le premier, Mbirikani, est en assez bon état et chaque famille y dispose de 500 ha pour 110 zébus et 70 moutons ou chèvres ; le second, Olkarkar, est déjà assez dégradé : il offre 300 ha par famille qui possède chacune 52 bovins et 60 petits ruminants. La surpopulation à Olkarkar se traduit donc à la fois par une détérioration progressive du milieu, par un appauvrissement des éleveurs et par un rapport entre le nombre de petits ruminants et celui de zébus qui passe de 0,6 à 1,1.

En terrain plus aride, les bovins sont remplacés par des dromadaires chez les peuples rendille ou gabbras ; on imagine aisément l'issue du processus : une stérilisation totale des parcours par destruction de la végétation ligneuse après disparition de l'herbe. Il n'y a pas lieu d'être optimiste à propos de l'avenir des zones tropicales arides du continent africain si l'élevage du bétail s'y maintient avec une intensité aussi élevée que celle que l'on observe actuellement ; les 2 tendances évolutives impliquent une catastrophe à plus ou moins long terme, à moins d'une réorganisation totale et complexe des territoires à vocation pastorale avec privatisation des terres pour en responsabiliser les utilisateurs, appel aux techniques d'agroforesterie, gestion très stricte des ressources primaires et régulation du cheptel.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL (J.), 1984. - Les données pluviométriques, hydrologiques et agronomiques dans la phase de persistance sèche en Haute-Volta. ORSTOM/FAO.
- ALBERGEL (J.), CARBONNEL (J.-P.) et GROUZIS (M.), 1985. - Sécheresse au Sahel, incidences sur les ressources en eau et productions végétales : cas du Burkina Faso. Comm. Agrhymet, Niamey.
- AUBRÉVILLE (J.), 1949. - Climats, forêts et désertification de l'Afrique. Soc. Ed. Géogr. Mar. et Col., Paris.
- AUDRU (J.), 1977. - Les ligneux et sub-ligneux des parcours naturels soudano-guinéens en Côte-d'Ivoire. Synthèse n° 8, IEMVT Maisons-Alfort.
- BERNUS (E.), 1984. - L'homme et l'animal concurrents - Problèmes d'écologie pastorale au Sahel. *Mém. ORSTOM*, 106 : 106-122.
- BILLE (J.-C.), 1976. - Végétation et productivité de cinq sites sahéliens au Sénégal. Cipea Addis Abeba.
- BILLE (J.-C.), 1977. - Étude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. *Trav. et Doc. ORSTOM*, Paris.
- BILLE (J.-C.), 1981. - Olkarkar, Merueshi and Mbirikani areas, a first comparison. Ilca Nairobi.
- BILLE (J.-C.), 1982. - Mesure des changements dans les systèmes de production animale au Kenya ; compléments sur l'étude de l'évolution du milieu entre 1977 et 1981. Cipea Addis Abeba.
- BOUDET (G.), 1977. - Désertification ou remontée biologique au Sahel. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.* : 12-4.
- BOUDET (G.), 1985a. - Conservation et évolution des systèmes pastoraux. Colloque «Résistance à la sécheresse en milieu intertropical : quelle recherche pour le moyen terme ?» Cirad, Dakar Ngor. *In Cah. de la recherche et développement*, n° 6 : 17-19.
- BOUDET (G.), 1985b. - L'arbre et l'élevage. *Aménagement et Nature*, 81.
- BOUDET (G.) 1986. - Recherches pluridisciplinaires sur les pâturages, leur conservation et l'élevage en Rép. Islamique de Mauritanie. Rapp. IEMVT/Cirad, Maisons-Alfort.
- BOUDET (G.) et COULIBALY (M.), 1976. - Pâturages du Gourma et Seno-Mango. Rapp. DGRST Paris, ACC Lutte contre l'aridité, *multigr.*
- BOURLIERE (F.) et HADLEY (M.), 1970. - The ecology of tropical savannas. *Ann. Rev. Ecology and System.*1.
- CAB (Commonwealth Agricultural Bureau), 1951. - Management and conservation of vegetation in Africa. *Bull.*, 41 Pasture and Field Crops.
- CORNET (A.), DELHOUME (J.-P.) et MONTANA (C.), 1987. - Dynamics of striped vegetation patterns and water balance in Chihuahuan desert. Mexico, Symp. Vegetation structure, utrecht).
- D'HERBÈS (J.-M.), 1980. - Stock de graines et germination en fonction des types d'état de surface du sol : étude des potentialités phytodynamiques dans les friches post-culturelles en région aride tunisienne. Rapp. DGRST/ ORSTOM/Ira Médecine, *multigr.*
- EMBERGER (L.), 1942. - Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* : 77-2.
- EDWARDS (D. C.), 1939. - Natural reversion to grass. *E.A. Agric. Journal*, 4.
- EDWARDS (D. C.), 1956. - The ecological regions of Kenya : their classification in relation to agricultural development. *Empire j. of Exp. Agr.*, 24.
- FAO (Food and Agriculture Organization, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1985. - Annuaire de la production agricole. FAO Roma.

- GARDNER (H. M.), 1936. - Trees and shrubs of Kenya colony. Gov. Printer, Nairobi.
- GASTON (A.), 1976. - Projet *Quelea quelea*, rapport final - travaux phytoécologiques en relation avec la lutte contre *Quelea quelea* dans le bassin du lac Tchad. IEMVT/FAO, Maisons-Alfort, *multigr.*
- GASTON (A.), 1977. - Connaissance du couvert végétal et évolution de la végétation sous diverses actions, en particulier la sécheresse. III<sup>e</sup> Congr. Les Pays du Soudan central, Khar-toum.
- GASTON (A.), 1986. - Évolution d'un système pastoral au Tchad. Sémin. régional La dynamique et l'évolution des écosystèmes pastoraux sahéliens, Unesco/CILLS/EISMV/Fapis Dakar.
- GLOVER (P. E.), TRUMP (E. C.) et WILLIAMS (R.), 1959. - Note on mechanical bush clearing. *E. A. Agr. J.*, 25.
- GLOVER (E. C.) et TRUMP (E. C.), 1970. - An ecological survey of the Narok District of Kenya Masailand, K. National Parks, Nairobi.
- GRIFFITHS (J. F.), 1958. - Climatic zones of East Africa. *E. A. Agr.*, 23.
- GROUZIS (M.), 1987. - Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens - Mare d'Oursi, Burkina Faso. Thèse doct. univ. Paris-Sud, *multigr.*
- HENDERSON (G. R.), 1972. - Rumuruti grazing trials. *Annual review dep. of Agric.*, Kenya.
- HIERNAUX (P.), 1983. - Impact de la sécheresse sur la production et la structure du tapis herbacé : compte-rendu d'une visite effectuée à Niono, Nampala et Diafaraba. Doc. programme Ilca Bamako, *multigr.*
- HIERNAUX (P.), DEMBELE (D.) et SAMASSEKOU (D.), 1986. - Étude du stock semencier de quelques sols sahéliens après la sécheresse des années 1983-84 : potentialités d'une régénération naturelle. Doc. Progr. Cipea, Bamako.
- HIERNAUX (P.) et DIARRA (L.), 1985. - Croissance des herbacées sahéliennes : suivi de l'évolution de la structure et de la biomasse de quelques pâturages du ranch de Niono, Mali, au cours de la saison des pluies 1983. Doc. progr. Cipea Bamako.
- IBRD (International Bank for Reconstruction and Development), 1984. - Word Agricultural statistical yearbook. IBRD Washington.
- ILCA, 1979. - District Ranch development briefs. Ilca W. D. 13, Nairobi.
- KREMU, 1972. - Kenya livestock density Maps. Kenya Rangelands Ecological Monitoring Unit Nairobi.
- LE HOUÉROU (H. N.), 1973. - Peut-on arrêter la désertisation ? *Coll. La désertisation au sud du Sahara*, Nouv. Éd. africaines, Dakar - Abidjan).
- LE HOUÉROU (H. N.), 1977. - Biological recovery versus desertification. *Econ. Congr.* 53.
- LE HOUÉROU (H. N.), 1980. - Browse in Africa : the present state of knowledge. Ilca, Addis Abeba.
- LE HOUÉROU (H.N.), 1987. - The grasslands of the Sahel. Natural Grasslands, Ecosystems of the World - Coupland Éd. Elsevier, Amsterdam.
- LEMÉE (G.), 1967. - Précis de biogéographie. Masson, Paris.
- MALUKI (M. M.), 1969. - Weed and bush control in the United States and Australia, with special implications to Kenya Rangeland development (FAO/USAID/Kenya Range management division, Nairobi).
- PEYRE DE FABRÈGUES (B.), 1985. - Conséquences de la sécheresse dans le domaine pastoral de la Rép. du Niger. Dével. agr. et conserv. du patrimoine nat. dans les Pays du Tiers-monde, Gembloux.
- PEYRE DE FABRÈGUES (B.) et ROSSETI (C.), 1971. - Évolution des pâturages naturels sahéliens du sud Tamesna, Niger. *Étude agr.*, 32 IEMVT, Maisons-Alfort.

- PICHI SERMOLLI (R. E.), 1955. - Tropical east Africa. In : plant ecology, reviews of research : arid zone research, Unesco, Paris.
- PIOT (J.) et TOUTAIN (B.), 1980. - Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques ; étude quantitative dans la zone sud de la mare d'Oursi Haute-Volta. CTFT/IEMVT Nogent-sur-Marne.
- POUPON (H.), 1977. - Évolution du peuplement d'*Acacia senegal* dans une savane sahélienne au Sénégal de 1972 à 1976. ORSTOM, Dakar, *multigr.*
- POUPON (H.), 1980. - Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au Nord du Sénégal. *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 115, Paris.
- PRATT (D. J.), 1964 - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. *Empire J. of Exp. Agric.*, 32.
- PRATT (D. J.), 1966. - An evaluation of the Holt Bush-breaker in *Tarconanthus* *Acacia* thicket. *Journal of applied Ecol.*, 3.
- PRATT (D. J.) et GWYNNE (M. D.), 1977. - Rangeland management and ecology in East Africa. Hodder and Stroughton, Londres.
- SHANTZ (H. L.) et TURNER (B. L.), 1958. - Photographie documentation of vegetational changes in Africa over a third of a century. Univ. of Arizona Press, Tucson.
- SICOT (M.) et GROUZIS (M.), 1981. - Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. Rapp. ORSTOM, Ouagadougou, *multigr.*
- TOUTAIN (B.), 1976. - Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, Haute-Volta : étude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations sahéliennes dégradées sur leur évolution. Rapp. IEMVT, Maisons-Alfort.
- TRUMP (E. C.), NOBLE (N. D.), DENT (J. R.) et NGUTTER (L.), 1973. - Range management division of the Ministry of agriculture, Kenya : rangelands surveys. T. report 5, UNDP/FAO, Rome.
- VALENZA (J.) et DIALLO (A. K.), 1972. - Étude des pâturages naturels du nord Sénégal. *Étude agr.*, IEMVT, Maisons-Alfort.