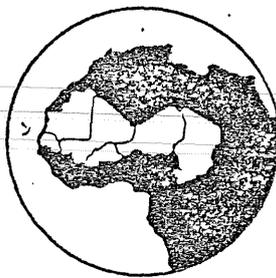


OCDE

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET
DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES



CILSS

COMITÉ PERMANENT INTER-ÉTATS DE LUTTE
CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL

CLUB DU SAHEL

SAHEL D(83)237
Octobre 1983
Or.: Anglais

LA PRODUCTIVITE ET L'EXPLOITATION
DES PATURAGES SAHELIENS

par

H. Breman et C.T. de Wit

(Ce document est présenté à la Conférence par la
Délégation des Pays-Bas)

CINQUIÈME
CONFÉRENCE DU
CLUB DU SAHEL

Bruxelles, 26-27-28 octobre 1983

LA PRODUCTIVITE ET L'EXPLOITATION DES PATURAGES SAHELIENS

H. Breman et C.T. de Wit

Les programmes visant à développer l'élevage traditionnel dans le Sahel ont souvent été inefficaces malgré les gros investissements humains et financiers. En dépit des efforts déployés pour améliorer la gestion des pâturages et des troupeaux, la qualité des pâturages, l'embouche et les techniques de commercialisation, on n'est parvenu ni à accroître la productivité globale des troupeaux, ni à stopper la dégradation des pâturages. La raison principale de cet échec est que la plupart de ces efforts ont été conçus sur la base d'une mauvaise compréhension du Sahel, des pâturages sahéliens et de leur utilisation.

On croit généralement en effet :

- 1) que la pluviosité est un facteur limitatif de la productivité des pâturages sahéliens;
- 2) que les troupeaux sahéliens sont trop importants parce que la quantité de bétail détermine aux yeux des éleveurs nomades et semi-nomades leur statut et constitue une valeur de placement.
- 3) que l'on maintient les animaux en vie jusqu'à un âge très avancé, qu'ils soient productifs ou non;
- 4) que les gros troupeaux provoquent un surpâturage même dans les années à bonne pluviosité;
- 5) que la sécheresse et la carence en fourrage provoquent un taux de mortalité élevé ainsi qu'un phénomène accru d'érosion et de détérioration des pâturages.
- 6) enfin, que le surpâturage et la composition des troupeaux expliquent la mauvais état du bétail et la faible production animale.

De là, la thèse suivant laquelle la solution aux problèmes est d'éviter le surpâturage, vu que l'on ne peut pas actuellement agir sur le climat et que l'irrigation n'est applicable que localement. On pense que la production animale pourrait être améliorée par une réduction du cheptel et l'aménagement de points d'eau (puits), avec en outre, une amélioration de la composition et de l'état sanitaire des troupeaux. Une bonne gestion des pâturages, leur amélioration qualitative au moyen d'espèces légumineuses importées, l'amélioration du cheptel par élevage sélectif ou par croisement,

L'intégration de l'élevage et de l'agriculture et l'amélioration des techniques de commercialisation seraient également, croit-on, de nature à promouvoir l'indépendance financière et à mettre un terme à la désertification dans les pays sahéliens. Le problème de la désertification apparaît d'une urgence telle, que l'on a tenté de remédier directement à la dégradation de l'environnement par le biais de projets de reboisement, ainsi que de mesures prévenant les feux de brousse et l'abattage des arbustes et des arbres.

Le présent article se propose de résumer les résultats d'un projet de recherche intitulé "Production Primaire au sahel", pour lequel le Mali et les Pays-Bas ont coopéré. Ce projet visait à reconsidérer les problèmes de l'élevage sahélien et de proposer des solutions. L'équipe composée d'un groupe multidisciplinaire de chercheurs de l'Institut d'Economie Rurale (Bamako, République du Mali), de l'Institut Agronomique et du Centre de Recherches Agrobiologiques (Wageningen, Pays-Bas) parmi d'autres, a étudié de manière analytique les pâturages naturels du Sahel. Les résultats et conclusions de ce projet de recherche ont été publiés (1) et serviront de référence.

LE MILIEU SAHELIEEN

Le Sahel qui borde le Sahara au sud est une zone de transition semi-aride entre le désert et les savanes d'Afrique occidentale et centrale. (Fig. 1) Principale caractéristique de cette région - une courte saison pluvieuse de 2 à 4 mois et une longue saison sèche le reste de l'année.

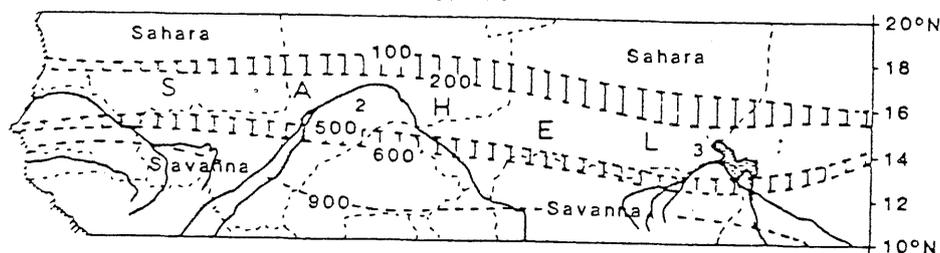


Fig. 1. The Sahelian part of West Africa with the transition zone (hatched) to the Sahara desert and the savanna areas with an indication of some annual rainfall lines and the major river systems (1. Senegal; 2. Niger; and 3. Chari and Lake Chad).

La pluviosité annuelle varie beaucoup d'une année à l'autre, cette variabilité augmentant lorsque la moyenne des précipitations annuelles diminue.

A l'extrême sud du Sahel, la moyenne des précipitations annuelles est de

600mm avec une probabilité de 10% d'années sèches à 400mm ou moins. Dans la partie septentrionale du Sahel, la moyenne est de 100mm avec une probabilité de 10% d'années sèches à 50mm ou moins. Les pluies tombent en été lorsque la température est élevée et l'évapotranspiration potentielle est de 3 à 5mm par jour.

Dans ces conditions climatiques, les pâturages se composent principalement de steppes à épineux où prédominent les herbes annuelles. Leur période de croissance s'étend sur 2 mois à 2 mois et demi dans le sud, et ne dépasse pas un mois dans le nord sauf peut être pour les rares herbes vivaces, les arbustes et les arbres qui restent tous pratiquement sans feuillage pendant une grande partie de la longue saison sèche. Les espèces ligneuses couvrent moins de 5% de la surface; elles poussent sur les sols sablonneux éoliens qui absorbent l'eau de pluie de manière homogène. Les sols développés sur le grès ou la latérite et sur d'anciennes alluvions à texture principalement limono-argileuse présentent souvent un fort ruissellement sur l'ensemble de leur surface. Par conséquent, on trouve à certains endroits des nappes d'eau où se forment des mares temporaires, et des zones d'infiltration en profondeur. Ce n'est qu'à ces endroits que les espèces ligneuses peuvent dépasser 20%.

Ces conditions climatiques, phyto-écologiques et pédologiques provoquent une pénurie de végétation verte et d'eau potable dans de vastes parties de la région pendant la plus grande partie de l'année. C'est pourquoi les rives et les plaines d'inondation autour du Lac Tchad et des rivières Sénégal, Niger et Chari (Fig.1) où la végétation est dominée par des herbes vivaces sont de première nécessité pour les pasteurs nomades et leurs troupeaux. Ces herbes vivaces sont également importantes le long des petits fleuves des savanes mais on les trouve surtout dans les régions enregistrant plus de 800mm de précipitations annuelles.

Les différences dans l'espace et dans le temps entre les régimes de précipitations et la végétation limitent la portée des études descriptives sur la productivité des pâturages sahéliens. De ce fait, l'équipe de chercheurs a opté pour une approche analytique par système tendant à intégrer les informations relatives à la phytoécologie et à la physiologie des plantes et aux propriétés physiques et chimiques des sols dans des modèles dynamiques

de simulation, étudiés à titre expérimental pendant plusieurs années dans des conditions variables. Des études plus traditionnelles et descriptives de la végétation ont été également réalisées afin de vérifier les résultats et d'évaluer leur utilité en dehors du champs d'étude expérimental. On a étudié par exemple pendant quatre années consécutives une bande de 1250 km de terrain située entre les isohyètes de 150 et 1100 mm à la fin de chaque saison sèche et humide. Ces analyses et ces modèles ont été conçus pour déterminer, avec un minimum d'expérimentation la quantité et la qualité de la production végétale naturelle ainsi que les limites imposées à la croissance.

Principaux résultats

La production annuelle moyenne dans la zone de précipitation de 500 mm est de 2 tonnes / ha alors qu'elle s'élève à 55 tonnes / ha lorsque qu'existent les éléments nutritifs et l'eau nécessaires. La production se situe autour de 5 tonnes / ha lorsque seuls les éléments nutritifs limitent la production, l'eau figurant en quantité optimale. Or, elle peut atteindre 10 tonnes / ha dans des conditions naturelles de pluie et en présence d'une quantité optimale d'azote et de phosphore. Il est fréquent de voir que dans la première phase de la période de croissance et dans des conditions naturelles, c'est le phosphore qui limite la croissance, et dans la seconde phase l'azote. Quoi qu'il en soit, si ces deux éléments sont présents en quantité suffisante, la production dans la partie sud du Sahel peut être multipliée par 5 (Fig. 2). Nous en tirons la conclusion suivante : la faible disponibilité d'azote et de phosphore, est un problème beaucoup plus grave qu'un bas niveau de précipitation. Notre étude sur l'utilisation d'engrais et le bilan d'eau, réalisée en milieu naturel, est venue confirmer ce résultat. La moyenne annuelle du bilan d'eau a révélé que dans la partie sud du Sahel et dans des conditions normales, la végétation ne transpire pas plus de 10 à 20 % des eaux de pluie. 60 % partent en évaporation et 25 % disparaissent en ruisselant. L'évaporation est relativement élevée car les pluies tombent en grande partie avant et après la période de croissance végétale. Ceci n'explique pas l'utilisation limitée de l'eau de pluie par les plantes; en effet, à la fin de la période de croissance 10 à 20 % de l'eau sont toujours dans le sol à proximité des racines. En d'autres termes, la couverture herbacée qui constitue la principale partie de la biomasse végétale arrête de croître avant que la réserve d'eau soit épuisée.

Pour les pâturages fertilisés, une quantité souvent beaucoup moindre d'eau reste dans le sol étant donné que la transpiration augmente et porte sur environ la moitié des précipitations. La fertilisation des sols entraîne l'utilisation sur un mode plus efficace d'une quantité accrue d'eau par la végétation et par conséquent une augmentation de la production. Là encore, on s'aperçoit que le facteur limitatif de la croissance est la carence en azote et en phosphore plutôt qu'en eau.

Ces observations ne concernant pas de la même manière toutes les parties du Sahel, l'élément important étant selon les cas la disponibilité relative en eau, en azote et en phosphore. Les sols sablon eux qui absorbent bien l'eau et les dépressions argileuses où l'eau s'accumule, offrent de bonnes réserves d'eau et l'on peut s'attendre dans ce cas à ce que l'azote et le phosphore deviennent les facteurs limitatifs de la production. Inversement, en cas de fort ruissellement dû à la topographie de la région, à une faible capacité d'absorption où encore à une faible capacité de rétention d'eau en surface, c'est la disponibilité en eau qui devient limitative.

La Fig. 2 indique sur son axe horizontal la moyenne des précipitations annuelles du nord au sud et sur l'axe vertical, deux gammes de production. La gamme inférieure indique la production réelle à partir des conditions existantes en matière de fertilité des sols et la gamme supérieure, la production potentielle avec un apport optimal d'éléments nutritifs. L'effet relatif de la fertilisation décroît avec la réduction de la pluviosité, ce qui signifie que la disponibilité d'eau diminue du sud au nord beaucoup plus rapidement que la fertilité des sols. Les analyses géologiques le confirment.

Dans le Sahel, c'est à une moyenne annuelle de précipitation de 300 mm environ que l'on passe d'une croissance principalement déterminée par les éléments nutritifs à une croissance déterminée par la disponibilité d'eau. Ce n'est par conséquent que dans la moitié septentrionale du Sahel que l'eau est le facteur limitatif de la production végétale; cette région est presque exclusivement utilisée pendant la courte saison pluvieuse pour l'élevage.

La ligne de transition à 300 mm n'est en aucun cas une valeur absolue et précise car il faut tenir compte des variations locales au niveau de la fertilité et du ruissellement. Le pacage par exemple fait varier cette ligne car il affecte la disponibilité d'éléments nutritifs et d'eau.

Sur les sols limone-sableux et sablo-limoneux on remarque une nette baisse de la disponibilité d'eau due à la pratique du pacage. On constate, avec la diminution du couvert et de la couche de protection du fait du piétinement du bétail, l'apparition d'une croûte et une dégradation des sols. Dans ces conditions, l'eau devient rapidement le principal facteur

de croissance et même à taux identiques de concentration, l'azote et le phosphore, deviennent moins limitatifs. Leur disponibilité s'accroît même dans certains cas et certaines légumineuses du type *Zornice glochidiata* qui apportent au sol un supplément d'azote trouvent là un milieu favorable, vu leur vitesse de germination. Ces sols du fait de leur propension à la formation de croûte favorisent souvent la présence d'eau d'abreuvement. Si les troupeaux visitent fréquemment ces mares temporaires, les excréments et l'urine s'accumulent et par conséquent l'azote et le phosphore. Sur les sols sablonneux, on observe parfois le phénomène inverse. L'azote et le phosphore sont transportés par le bétail vers les campements et aux points d'eaux. On ne constate cependant aucune modification de la capacité d'absorption de l'eau car la texture des sols sablonneux ne favorise pas la formation d'une croûte. La carence en azote et en phosphore détermine alors énormément la croissance.

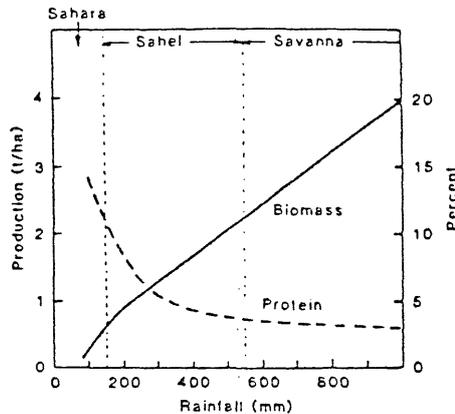
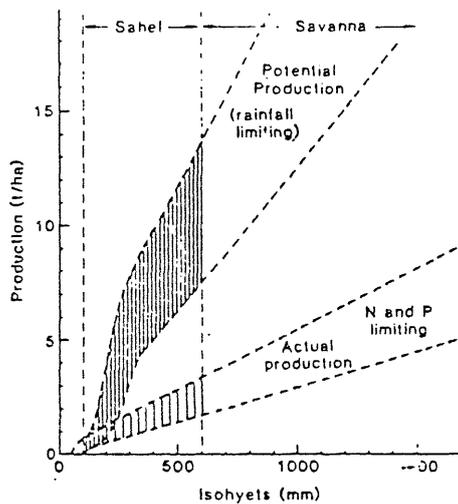
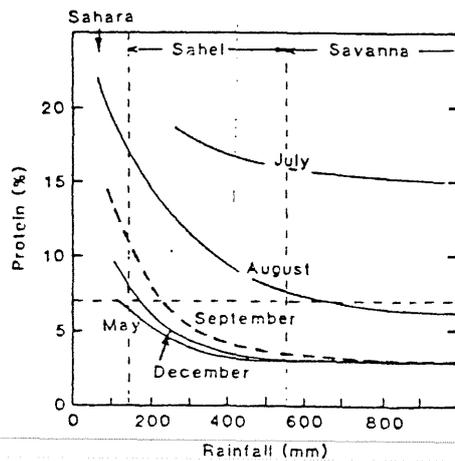


Fig. 2 (top left). Ranges of actual and potential plant production of pastures (metric tons of dry matter per hectare) in relation to the mean annual rainfall. Fig. 3 (top right). Mean rangeland production (metric tons of above-ground dry matter per hectare) and the protein content in the biomass (percentage at the end of September) in relation to mean annual rainfall. Fig. 4 (bottom right). The mean protein content of the rangelands as a function of the mean annual rainfall in different months of the year.



Disponibilité et valeur fourragère

La biomasse produite annuellement par les pâturages dépend essentiellement de la disponibilité en valeur absolue du facteur qui limite la croissance. Le rapport eau / azote et phosphore détermine la qualité du fourrage. Comme le taux de digestibilité et la teneur en phosphore varient dans les mêmes proportions que le taux de protéines (1), on étudiera seulement ce dernier qui est le critère essentiel de la qualité d'un fourrage. Le taux de protéines et la teneur en azote de la biomasse sont étroitement liés; cette dernière varie suivant la disponibilité d'azote dans les sols et l'importance de cet élément nutritif pour la croissance de telle ou telle espèce. Si l'eau est le facteur limitatif au cours de la période de croissance, le taux de protéines des jeunes pousses vertes est d'environ 18 % et il atteint encore 12 % à la fin de la période de croissance. Si par contre l'azote est le facteur limitatif, la valeur protéique de la plante en période de croissance décroît rapidement pour atteindre 3 à 6 %.

Dans les pays du Sahel, situés en bordure du Sahara, c'est l'eau qui limite la croissance. Cette situation change rapidement lorsque l'on descend vers le sud et que les précipitations augmentent, la croissance étant limitée par l'azote (et le phosphore). La biomasse augmente alors mais le taux de protéines diminue (Fig. 3). Si la disponibilité d'eau passe annuellement de 50 à 1000 mm, la productivité globale moyenne passe de 0 à 4 tonnes / ha. Par contre, le taux de protéines des espèces adultes décroît de 12 à 13 %. Conclusion : une faible disponibilité d'eau entraîne une biomasse réduite de bonne qualité et une bonne disponibilité d'eau une forte biomasse, mais de qualité inférieure. Il importe peu que la faible disponibilité d'eau provienne d'un régime réduit de précipitation, d'une faible capacité d'absorption ou encore de la dégradation des sols par l'élevage.

La production et la qualité de la biomasse sont importantes pour l'élevage, non seulement à la fin de la période de croissance mais tout au long de l'année. On constate toutefois une absence de biomasse de qualité pendant la majeure partie de l'année sur de vastes régions du Sahel (Fig. 4). Pour maintenir le cheptel en bonne condition, le taux de protéines devrait être d'au moins 7 % (ligne horizontale Fig. 4) et il devrait être supérieur pour la croissance et la production de lait. Cela revient à dire que l'ensemble de la biomasse végétale pourrait être utilisée comme fourrage dans tout le Sahel pendant les mois de juillet et août uniquement. A partir de septembre

en effet le taux de protéines ne reste suffisamment élevé que dans le nord du Sahel mais là aussi, la qualité moyenne tombe au cours de la saison sèche en dessous du taux minimal de 7 %. Il n'en reste pas moins que la biomasse est de bien meilleure qualité au nord qu'au sud du Sahel et dans la savane.

La relation inverse entre la quantité de biomasse et son taux de protéines ne s'observe pas seulement au niveau des variations de la biomasse liées aux différences de quantités d'eau disponibles mais également au niveau des variations liées aux différences du comportement des espèces pendant la période de croissance, lequel est influencé par la longueur des journées, à la différence de biomasse entre plantes vivaces et annuelles et enfin aux différences entre les espèces C_4 à germination rapide qui sont dominantes et les "herbes" à germination lente (2).

Alimentation sélective du bétail

La qualité de la biomasse végétale est de nature hétérogène. Même lorsqu'elle ne présente qu'un taux minimal moyen de protéines de 3 ou 4 %, une partie de la biomasse reste d'une qualité satisfaisante.

Afin de pouvoir survivre en saison sèche et d'assurer une bonne productivité en saison humide, les animaux doivent s'alimenter de manière sélective et le bétail possède à un haut degré cette faculté de choisir sa nourriture. Il convient de remarquer à ce sujet que le bétail ne compense pas une qualité moindre en absorbant une plus grosse quantité d'aliments. Au contraire, une qualité insuffisante provoque un ralentissement d'activité au niveau du rumen et la capacité d'ingestion s'en trouve diminuée.

Diallo (3) a montré que tout au long de l'année, le taux en protéines des herbes constituant l'alimentation des zébus était de 2 à 5 % supérieur au taux moyen des pâturages. Le principe de sélectivité implique un choix à la fois de lieu et d'espèces. Sur les terrains à faible biomasse, le choix des espèces tend à être fonction de la teneur en protéines. Parfois, aussi, les animaux choisissent certaines parties spécifiques d'une plante. En saison sèche par exemple, les graines et les fruits présentent le taux en protéines le plus élevé, suivis par la repousse des plantes vivaces, puis par celle des plantes annuelles à feuilles. Les tiges d'herbes vivaces et les céréales comme le millet et le sorgho contiennent un taux en protéines très faible.

Lorsque la croissance est limitée par la disponibilité d'eau plutôt que par celle d'azote et de phosphore, non seulement la qualité moyenne des végétaux mais également celle de chaque partie de la plante est plus élevée.

C'est donc en direction du Sahara que la proportion des plantes de qualité acceptable est la plus grande.

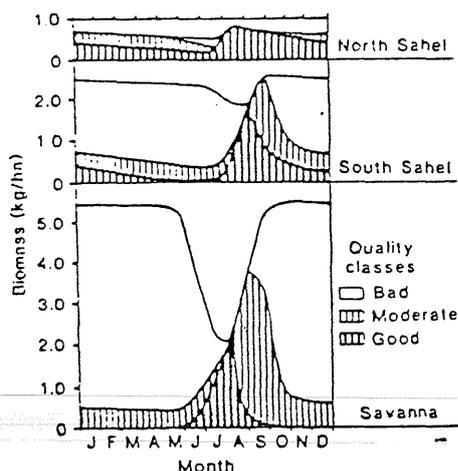


Fig. 5. The biomass throughout a year, with normal rainfall, without grazing and fire losses, and specified per quality class, in the north Sahel, the south Sahel, and the savanna.

Cela signifie en pratique qu'au pire moment de l'année (la fin de la saison sèche), le volume de fourrage de qualité acceptable est plus élevé en termes absolus au nord qu'au sud du Sahel et dans la savane. La figure 5 illustre ce point en indiquant les trois - catégories de qualités tout au long de l'année : quand la qualité est bonne, elle permet la croissance et la production de lait, lorsqu'elle est "moyenne", elle est tout juste suffisamment bonne pour la subsistance ; si elle est "mauvaise" elle devient inutile. Signalons en outre que le bon fourrage du nord présente une valeur protéique moyenne, plus élevée que le bon fourrage du sud (fig. 4).

ELEVAGE

Les trois systèmes traditionnels d'élevage au Sahel - élevage nomade, transhumant et sédentaire - marquent trois modes de vie différents et proposent des solutions humaines au choix difficile entre un fourrage de bonne qualité ou l'eau potable. Chacun de ces systèmes correspond plus ou moins à l'une des trois principales zones climatiques de la région (fig 6) et à des densités variables de bétail (tableau 1).

Les paragraphes suivants proposent également de nouvelles stratégies en matière d'élevage (Fig. 6).

Pour la qualité du fourrage, le nord du Sahel est la région la plus propice à l'élevage. Cependant, l'ensemble du fourrage ne peut nourrir pendant toute l'année qu'un bétail relativement peu important vu l'absence d'eau potable qui, pendant la saison sèche, barre l'accès à de vastes étendues. C'est pourquoi peu de nomades vivent avec leurs troupeaux en bordure du Sahara.

Table 1. Acreage (in hectares) required to feed one animal of 250 kg for 1 year in a normal and in a dry year (10 percent chance) and the average area available before (1970) and after (1975), the drought.

System	Area required		Zone	Area available	
	Normal	Dry		1970	1975
Nomadism	14	42	Sahara: border	33	50
Transhumance	3.5	8	Sahel	3.7	6
Sedentary	10	20	Savanna	16	20

Table 2. Livestock production in the Sahel and two comparable regions (semiarid tropics with less than 500 mm of rainfall per year).

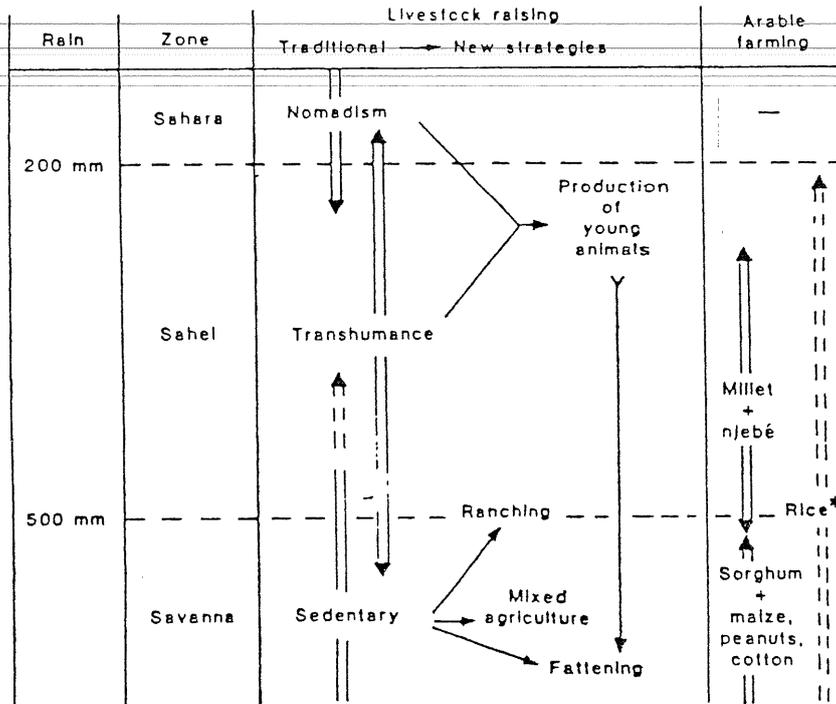
Region	Protein production (kg year)		Fossil energy input (10 ³ kcal per man-hour)
	Per hectare	Per man-hour	
United States (6)	0.3 to 0.5	0.9 to 1.4	25 to 35
Australia (6)	0.4	1.9	150
Sahel (1)			
Nomadism	0.4	0.01	0
Transhumance	0.6 to 3.2	0.01 to 0.07	0
Sedentary	0.3	0.04	0

Les résultats de l'élevage dans le sud du Sahel et dans la savane sont faibles car même en saison pluvieuse, le fourrage est de mauvaise qualité.

Pourtant dans certaines régions très au sud où le niveau des précipitations est suffisamment élevé pour permettre aux herbes vivaces de croître, une forte proportion du bétail est en mesure de survivre en sélectionnant les repousses lors de la saison sèche. L'élevage sédentaire est dans cette région essentiellement une activité secondaire de l'agriculture.

Les systèmes d'élevage sédentaire et nomade sont peu importants par rapport à l'élevage transhumant. Cette forme d'élevage tire profit des conditions favorables de production dans le nord du Sahel au cours de la saison pluvieuse et des possibilités de survie qu'offre le sud en période sèche (1-2-3). C'est ainsi que les bergers et leurs troupeaux se déplacent sur plusieurs centaines de kilomètres deux fois par an. Les femmes, les enfants et les personnes âgées restent dans les villages principalement situés dans les bassins des rivières, le sud du Sahel et la savane du nord (Fig. 1). Cette forme d'élevage permet une exploitation efficace des pâturages comme l'étude d'un cas concret dans le cadre de notre projet l'a montré (1). Dans cette étude, Traoré (4) et Diallo (3) décrivent le trajet migratoire d'un troupeau de zébus entre le Delta central du Niger et le Sahel mauritanien. Ils ont vécu pendant plus d'un an au rythme de la transhumance pour étudier la disponibilité et la qualité du fourrage (4), le comportement du bétail (sélectivité du broutage), et le nombre des naissances (3). La disponibilité du fourrage et les fluctuations de son taux en protéines sur l'espace de 14 mois apparaissent sur la fig. 7.

Au début de la saison pluvieuse, les troupeaux se déplacent en direction du nord du Sahel où ils resteront de juillet à octobre pour se nourrir. Le volume global de la biomasse composé presque exclusivement d'herbes et de graminées annuelles n'atteint pas 1 tonne/ha. Le taux en protéines et le taux de digestibilité sont respectivement de 10 - 20 % et de 60 - 70 %. Avec la pratique du broutage sélectif, le bétail augmente à raison de 0,5 kg/jour et par tête. C'est le manque d'eau d'abreuvement et non le manque de nourriture qui fait que les troupeaux repartent vers le sud en direction du Delta central ou de la savane. Pour le restant de l'année passée au sud, les animaux sont en mesure au mieux de conserver leur poids. La production se limite alors uniquement à des naissances, à une croissance des veaux et à un peu de lait.



* Riversides, floodplains

Fig. 6. Traditional livestock farming systems and suggested new strategies in relation to climate and arable farming.

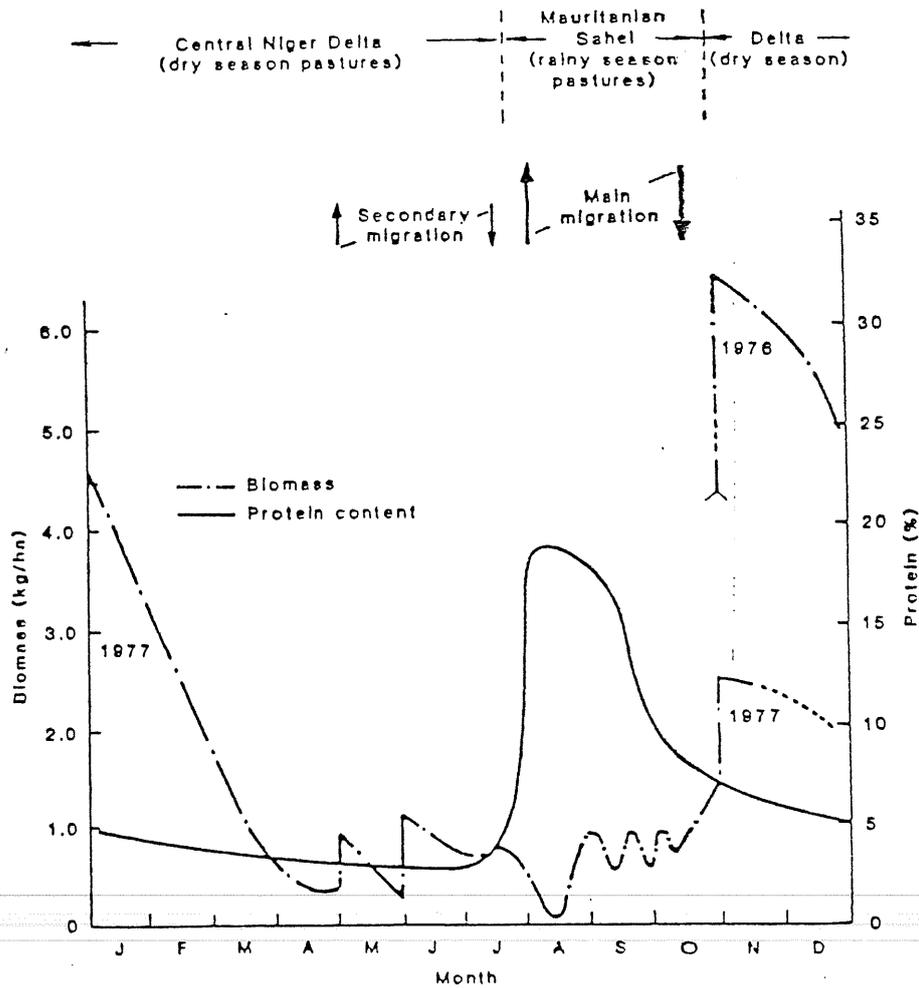


Fig. 7. The availability of forage and the fluctuation of its protein content (as a percentage of dry matter) during 14 months of seminomadism for a Diarafé herd (Republic of Mali).

Les animaux conservent le même poids malgré le taux peu élevé en protéines de l'herbage (3 à 5%) et le faible taux de digestibilité (\approx 40%) car ils broutent d'une manière sélective, ce que les feux de brousse facilitent. Dès les premiers signes de pénurie alimentaire, les troupeaux se déplacent vers une nouvelle zone. C'est ce que reflètent les brusques variations de biomasse disponible (figure 7). Les feux, plus encore que le pacage, provoquent, de novembre à avril, un épuisement rapide de la biomasse.

L'agriculture traditionnelle tire parti à la fois des troupeaux transhumants et sédentaires pour l'apport d'engrais naturels qu'ils assurent. Le recours aux engrais n'est pas rentable, du moins pour la culture des céréales. Le manque d'azote et de phosphore reste au moins aussi important pour l'agriculture que pour la production des pâturages. Nombreux sont les endroits où une trop grande surface est déjà utilisée pour la mise en jachère. L'utilisation permanente ou intermittente des terres est possible car les éléments nutritifs des excréments et de l'urine du bétail que l'on fait paître dans les terres avoisinantes sont transportés dans les villages et dans les champs. Le fumier s'accumule au fil des passages de bétail vers le puits du village et le corral. Les excréments font l'objet d'une utilisation organisée. Le fumier, les excréments et l'urine du corral sont déversés dans les champs et servent également de monnaie d'échange pour utiliser le puits du village et pour payer les céréales.

Production animale

La production laitière, destinée à la consommation humaine, est d'environ 0,5 à 0,75 litre par jour et par vache. Cette production peut paraître faible mais elle est néanmoins importante pour cet élevage de subsistance. Le lait constitue le principal aliment du berger lorsqu'il part en transhumance loin des villages. Les vaches plus productives et leurs jeunes veaux restent au village. Le lait qu'elles produisent est soit consommé par les femmes et les enfants, soit vendu.

Sur la base de la natalité, de la mortalité et de la croissance, l'augmentation annuelle moyenne du poids vif est de 20%, soit 50 kg par unité de bétail, l'équivalent de 250 kg de biomasse animale. Ce pourcentage est relativement élevé pour le bétail sahélien. La production annuelle moyenne à partir des ventes et de la croissance des troupeaux est de 15 %, contre 32 et 40 % pour les moutons et les chèvres respectivement (5).

Cette faible production par tête ne signifie pas que la race est peu productive comme on a pu en juger par la croissance et la production de lait pendant les saisons optimales et les expériences réalisées avec une nourriture de haute qualité. C'est donc la gestion ou l'environnement, voire les deux, qu'il convient de blâmer. Avant d'en juger, n'oublions pas qu'une faible production par tête de bétail ne signifie pas un faible rendement par hectare. Nous avons, pour en témoigner, comparé la production animale du Sahel avec celle de régions d'Australie et des Etats-Unis où les précipitations sont comparables (tableau 2). L'élevage pratiqué dans certaines régions de ces deux pays qui enregistrent moins de 500 mm de précipitations annuelles produit 0,3 à 0,5 kg de protéines animales par hectare et par an (6). Selon nos estimations, l'élevage nomade et l'élevage sédentaire du Sahel atteignent les mêmes valeurs alors que pour la forme la plus fréquente, l'élevage transhumant, nous sommes parvenus au résultat de 0,6 à 3,2 kg par hectare. La valeur 0,6 kg/ha se rapporte aux troupeaux qui se nourrissent dans la savane du nord pendant la saison sèche et l'autre (3,2 kg/ha) pour les troupeaux du Delta central du Niger. La production homme/heure n'était toutefois que de 0,01 à 0,07 kg de protéines dans le Sahel alors qu'elle est de 0,9 à 1,9 kg dans les régions arides des Etats-Unis et d'Australie. Ces dernières valeurs ne peuvent être réalisées que par la mécanisation et l'utilisation de clôtures, de camions, etc., ce qui dans le tableau 2 est exprimé en consommation d'énergie fossile.

Dans le Sahel, cette consommation est négligeable.

~~L'éleveur américain ou australien exploite des milliers, voire des centaines de milliers d'hectares, alors que le berger sahélien qui ne dispose que de quelques centaines d'hectares doit les exploiter au maximum sans que cela suffise pour autant à faire vivre sa famille. Il n'a pas le choix et il ne peut pas réduire son troupeau pour préserver l'écosystème. La taille moyenne d'un troupeau pouvant assurer un niveau de subsistance minimum doit être de 4 à 5 unités de bétail par membre de la famille. Avant la sécheresse du début des années 1970, il y avait par personne dans le Sahel 4 à 5 unités de bétail, ce chiffre étant tombé par la suite à 2,8 unités. L'ensemble du cheptel a retrouvé son niveau de 1979 mais la densité animale n'est que de 3,5 unités de bétail par personne étant donné la croissance démographique de 2,5 % par an.~~

L'hypothèse suivant laquelle un cheptel plus réduit permettrait un meilleur rendement en valeur absolue est fautive car les pâturages du Sahel sont dominés par des espèces végétales annuelles dont la production est essentiellement déterminée par la disponibilité d'azote. Sans pacage, les pertes d'azote sont déjà élevées au niveau de la végétation. En présence de troupeaux plus importants, une moindre quantité d'azote se perd par volatilisation et par le feu, de sorte que la production animale est pratiquement proportionnelle à la taille du troupeau (1). Ce phénomène ainsi que le bas niveau de subsistance impliquent que 12,5 % de la production moyenne annuelle environ sont vendus par l'éleveur qui garde les 2,5 % restants pour la reproduction (7). Ils doivent accepter de courir le risque d'enregistrer des pertes lors des années de sécheresse pour dégager un profit maximum les années normales et bonnes. Cette stratégie a pour effet que le taux de charge dépasse les limites de l'écosystème.

... /

Le taux de mortalité catastrophique qui avait frappé les troupeaux à l'occasion de la sécheresse du début des années 1970 a également prouvé que le taux de charge des pâturages avait trop augmenté. Des calculs théoriques sur la capacité de charge basés sur les résultats de notre étude indiquent un surpâturage considérable. La méthode de calcul consiste à comparer la capacité de charge pour les années sèches et normales avec les taux de charge avant et après la sécheresse (tableau 1). Entre 1970 et 1975, 40 % environ du bétail est mort, mais depuis lors, la pression exercée par le pacage a de nouveau augmenté pour atteindre les niveaux antérieurs à la sécheresse.

Comparaisons

D'une manière générale, la situation décrite dans les paragraphes précédents n'est pas spécifique à la région sahé-lienne. La répartition irrégulière des précipitations saisonnières dans de nombreuses régions se traduit par une distribution irrégulière du fourrage et, en général, les herbes nouvelles en début de saison constituent un fourrage de bonne qualité qui se dégrade par la suite. La relation inverse entre qualité et rendement existe également selon les gradients de précipitations dans de nombreuses régions bien qu'elle ne soit pas toujours reconnue.

Les Etats-Unis, par exemple, ont prouvé que la biomasse décroît graduellement lorsque l'on passe des régions à herbes hautes avec 600-1000 mm de précipitations annuelles aux terres désertiques du sud-ouest avec 250-500 mm de précipitations, en passant par les prairies à herbe courte de l'est des Montagnes Rocheuses avec 250-650 mm de précipitations. La qualité des herbes augmente dans la même mesure. "Toutes les hautes herbes ou presque lixivient mal et perdent la majeure partie de leur valeur nutritive une fois adultes", tandis que la plupart des herbes désertiques sont de loin préférées pour leurs qualités nutritives, et servent de fourrage pendant la plus grande partie de l'année, malgré une courte période de croissance (8, pp.26 et 30-31). En Australie septentrionale, on

constate avec surprise que la "zone aride fournit 40 % de la valeur annuelle globale de la production animale", tandis que "dans la zone humide (plus de 750 mm de précipitations annuelles) et les terres tropicales à herbes hautes, la fertilité des sols est un facteur limitatif essentiel, les taux d'azote et de phosphore étant manifestement faibles. C'est la très faible qualité des pâturages naturels pendant la longue saison sèche qui limite la capacité de charge (9). La distinction entre herbes douces et herbes amères en Afrique australe est très certainement en relation avec la production faible et la bonne qualité et vice versa, et Smith (10) déclare en ce qui concerne la savane *Hyparrhenia* de Zambie que "la relation inverse entre la qualité et le rendement détermine dans une large mesure la rentabilité de tout mode de gestion".

Il est évident que des différences importantes entre les pâturages et leur potentiel peuvent aussi exister du fait des différences relatives absolues au niveau de la disponibilité d'eau et d'éléments nutritifs, des différences dans la nature de la relation entre disponibilités en eau et précipitations, et des différences de l'effet final des divers éléments nutritifs limitant la croissance. Ces facteurs modifient le point de départ et les courbes de production (Fig.2) ainsi que le point où la courbe de production potentielle s'écarte de celle de la production réelle. Ainsi sont également modifiées les courbes dans les Fig. 3, 4 et 5. Ainsi les mêmes précipitations pour une plus faible évapotranspiration potentielle se traduiront par une courbe de production plus accentuée. Une meilleure disponibilité d'azote multipliée par une meilleure disponibilité de phosphore ou une production plus lente de matières organiques par des températures moins extrêmes (ou les deux) maintient pendant plus longtemps la production au niveau potentiel. La croissance limitée par un élément nutritif autre que l'azote provoque une diminution moindre du taux en protéines pendant la période de croissance de la plante.

On note également des différences importantes entre le Sahel et les régions où la plupart des connaissances actuelles en matière de gestion des pâturages ont été obtenues, lesquelles sont liées à un type de végétation dominant. Dans le Sahel, prédominent les herbes annuelles même en l'absence de pacage (2), tandis que dans d'autres régions, la gestion peut s'orienter vers la préservation d'une végétation dominante de plantes vivaces de pâturage. Les régimes de pacage comme le pacage différé, le pacage par rotation et la rotation avec périodes de repos sont par conséquent adaptés aux caractéristiques morphologiques et physiologiques des herbes vivaces (8) et inappropriés dans le cas du Sahel.

Les pâturages où les sols à graminées vivaces suffisamment fertiles ont porté à croire que les meilleurs pâturages étaient ceux qui avaient la plus grande biomasse. Si l'on applique ceci au Sahel, où les éléments nutritifs limitent la production d'herbes annuelles, on commet une erreur qui incite à surestimer l'importance des puits, des forages, de la lutte contre le feu, de la conservation du fourrage, de la régénération des pâturages et autres concepts importants en matière de gestion.

Options de développement

Le point commun à toutes les interventions visant à améliorer la situation de l'éleveur sahélien est que l'amélioration de la gestion des pâturages et du cheptel sans apport extérieur tels que fertilisants et variétés végétales améliorées, peut accroître la production animale. Ceci impliquerait de sous-exploiter les ressources lorsque les éléments nutritifs limitent la production ou de les surexploiter lorsque l'eau ou la végétation elle-même est le facteur limitatif. Cependant, comme nous l'avons déjà dit, la production animale constitue un danger pour l'équilibre précaire en azote au sud du Sahel, alors que le risque de surpâturage dans le nord, où l'eau limite la production est minime.(11).

Exploiter la terre plus efficacement à court terme au moyen d'une meilleure gestion, reviendrait, à long terme, à un épuisement et à une sur-exploitation accrues. Nous voyons, quant à nous, deux possibilités d'améliorer la situation au Sahel. La première serait de créer d'autres types d'emplois rémunérateurs pour les populations pastorales. On obtiendrait à la fois une baisse de la charge exercée par le pacage et une hausse du prix des produits d'élevage. Pour maintenir le taux de charge à son niveau actuel, il conviendrait de trouver des emplois dans d'autres secteurs pour l'équivalent au moins de la croissance démographique annuelle de 2,5 %. Cette possibilité semble toutefois éloignée étant donné que l'élevage reste pour la région l'un des meilleurs investissements, malgré la surexploitation des ressources.

La deuxième possibilité consisterait à stopper la dégradation de la région sahélienne et d'améliorer son potentiel de production en introduisant certains éléments nutritifs essentiels. Techniquement, on pourrait y parvenir en utilisant directement l'urée comme source d'azote, des sous-produits riches en protéines provenant de terres arables fertilisées, ou encore en assurant la croissance des cultures fourragères fertilisées et l'amendement des pâturages.

Sur les pâturages mêmes, on pourrait utiliser le phosphate pour stimuler la croissance des légumineuses naturelles mais bien que l'effet soit notable, les rendements seraient probablement trop faibles pour que l'entreprise soit rentable. Ceci est vrai également pour l'Australie où l'on n'utilise pas le phosphate sur les pâturages où les précipitations sont inférieures à 700 mm. Le phosphatage des terres arables pour stimuler la croissance des légumineuses offre de bien meilleures perspectives, notamment lorsqu'il s'agit d'espèces dont les graines peuvent être consommées par l'homme et les feuilles et tiges par les animaux comme fourrage riche en protéines. L'utilisation, à cet effet, de niébé et d'arachides semble remplie de promesses. Cette pratique est rentable, même aux prix actuels, dans les systèmes d'exploitation mixte de la savane. Pour le Sahel proprement dit, où cette formule n'est pas rentable au sens strictement économique du terme, il pourrait s'agir de l'amélioration la plus conséquente pour les transhumants.

Ce serait là la première mesure à prendre pour prévenir une nouvelle dégradation des sols et pour faire face à la pression croissante exercée sur l'environnement. Comme cette formule implique uniquement l'importation de phosphore, le rapport coût/efficacité serait meilleur que si l'on optait pour des projets coûteux de lutte contre la désertification, comme la fixation des dunes, la création de ceintures vertes, etc... et à long terme, ce choix serait plus approprié que celui qui consiste à faire appel à l'aide alimentaire directe.

On a souvent proposé d'intégrer l'élevage sahélien au système d'agriculture de la savane, ainsi que les nouvelles stratégies le mentionnent (Fig. 6), les transhumants fourniraient de jeunes animaux qui seraient engraisés dans le sud. Ce que l'on omet de voir cependant, c'est que la faible fertilité du sol n'entraîne pas seulement de faibles rendements, mais également des sous-produits de qualité très médiocre. A partir du moment où les animaux se nourrissent de mil et de sorgho après la récolte, on constate qu'ils perdent rapidement du poids. Il faut donc, avant d'intégrer l'élevage à l'agriculture, intensifier l'agriculture dans le sud en fertilisant les terres à l'aide du phosphore et en cultivant des légumineuses. Toutefois, même ainsi, il n'est pas certain que l'agriculteur de la savane puisse produire suffisamment de fourrage de qualité pour permettre à son propre bétail sédentaire de rester en bonne condition. Or, aussi longtemps qu'il ne sera pas en mesure d'y arriver, il est peu probable qu'il accepte de payer un prix intéressant pour les jeunes animaux venus du nord.

References and Notes

1. F. W. T. Penning de Vries and M. A. Diitéye, Eds., *La Productivité des Pâturages Sahéliens: Une Etude des Sols, des Végétations et de l'Exploitation de Cette Ressource Naturelle* (Pudoc, Wageningen, 1982, with summary and sub-titling of tables and figures in English).
2. H. Breman, A. M. Cissé, M. A. Diitéye, W. Th. Elberse, *Isr. J. Bot.* 28, 227 (1980).
3. A. Diallo, thesis, Centre Pédagogique Supérieur—Ecole Normale Supérieure, Bamako, Republic of Mali (1978).
4. G. Traoré, thesis, Centre Pédagogique Supérieur—Ecole Normale Supérieure, Bamako, Republic of Mali (1978).
5. Food and Agriculture Organization, "Les systèmes pastoraux Sahéliens: données socio-démographiques de base en vue de la conservation et de la mise en valeur des parcours arides et semi-arides" (*Etude FAO No. 5: Production Végétale et Protection des Plantes*, Rome, 1977).
6. J. Krummel and S. Drischilo, *World Anim. Rev.* 21, 6 (1977).
7. J. S. Samiguét, J. E. de Mieulle, P. Blanc, *Approvisionnement en viandes de l'Afrique de l'Ouest* (Société d'Etudes pour le Développement Economique et Social, Paris, 1975), vols. 1 and 2.
8. L. A. Stoddart, A. D. Smith, T. W. Box, *Range Management* (McGraw-Hill, New York, 1975).
9. J. J. Mott, J. C. Tothill, E. J. Weston, *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 47, 152 (1981).
10. C. A. Smith, *J. Agric. Sci.* 57, 305 (1962).
11. H. Breman, in *Evaluation and Mapping of Tropical Africa Rangelands* (International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, 1975), pp. 249-256.
12. We are indebted to our colleagues of the Malian-Dutch project Primary Production Sahel for the opportunity to present the results of a joint research effort. Thanks are due to P. N. Leeuw, F. W. T. Penning de Vries, and L. Stroomnijder for their critical comments; A. H. van Rossem and P. Cortes for the English translation; and G. C. Beekhof for drawing the figures.