



# Quelle accessibilité aux ressources pastorales du Sahel ? L'élevage face aux variations climatiques et aux évolutions des sociétés sahéliennes

**Pierre Hiernaux, Mamadou Diawara, Fabrice Gangneron**

DANS **AFRIQUE CONTEMPORAINE 2014/1 n° 249**, PAGES 21 À 35  
ÉDITIONS **DE BOECK SUPÉRIEUR**

ISSN 0002-0478

ISBN 9782804189082

DOI 10.3917/afco.249.0021

Date de mise en ligne : 26/08/2014

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-afrique-contemporaine1-2014-1-page-21?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...  
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



**Distribution électronique Cairn.info pour De Boeck Supérieur.**

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur [cairn.info/copyright](http://cairn.info/copyright).

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

# Quelle accessibilité aux ressources pastorales du Sahel ?

## L'élevage face aux variations climatiques et aux évolutions des sociétés sahéliennes

Pierre Hiernaux  
Mamadou Diawara  
Fabrice Gangneron

Les évolutions du couvert végétal sahélien diffèrent entre la résilience sur les sols sableux et la dégradation sur les glacis rocheux, dans un contexte d'expansion des superficies cultivées. Les ressources fourragères ne déclinent pas tant en production qu'en qualité et sont moins accessibles au bétail. Malgré l'ampleur des pertes au cours des sécheresses, les effectifs du cheptel progressent et contribuent à renforcer la charge animale sur les parcours. Son impact sur l'agro-écosystème reste modéré tant que l'élevage est pastoral et mobile. En revanche, les performances reproductrices des troupeaux sont affectées par la perte de mobilité non compensée par des intrants alimentaires. L'élevage pastoral naisseur, qui ravitaille les élevages d'opportunité en jeunes animaux, doit maintenir et sécuriser la mobilité du bétail, qui lui permet d'optimiser l'offre fourragère, en réduisant les effets dommageables de la pâture.

**Mots clés :** Pastoralisme – Sahel – Mobilité pastorale



Les ressources pastorales des espaces saharo-sahéliens – eaux d'abreuvement et fourrages – ont fortement évolué au cours des cinq dernières décennies : en quantité, qualité, distribution spatiale et accessibilité au bétail. Ces évolutions sont complexes car elles sont orientées différemment selon les périodes et les éléments du paysage (Dardel *et al.*, 2014). Elles affectent

**Pierre Hiernaux** est ingénieur agronome, docteur en écologie et retraité du CNRS. Il est spécialiste en écologie végétale appliquée à la gestion des ressources naturelles. **Mamadou Diawara** est un chercheur malien, ses travaux de

thèse portent sur les différents impacts de la pâture des ruminants au Sahel.

**Fabrice Gangneron** est ingénieur CNRS socio-géographe au laboratoire « Géosciences, environnement » (Toulouse).

Ses travaux portent sur les ressources de l'environnement (eau, sol et végétation) dans les systèmes de production agropastoraux, essentiellement en Afrique de l'Ouest, sur fond de changement climatique.

différemment les éleveurs en fonction des espèces animales élevées, de l'effectif des troupeaux, des droits d'accès aux ressources et des pratiques de mobilité pastorale (Touré *et al.*, 2012). Ces évolutions sont également rendues complexes par leurs causes multiples et interactives : variations du climat et des sols, d'une part, des systèmes de production agraires et de l'occupation des sols, d'autre part.

Ces causes sont passées en revue avant de présenter les tendances observées et attendues de l'évolution des ressources pastorales et de leur utilisation. Puis sont tirées les conséquences de l'évolution des ressources sur les productions animales des différents systèmes d'élevage sahélien. Enfin, des conclusions sont données sur l'adaptation de l'élevage aux contraintes sur les ressources, soit par la mobilité pastorale sécurisée, soit par la supplémentation alimentaire facilitée, dans un équilibre qui dépend du type d'élevage<sup>1</sup>.

### Les effets des variations et changements climatiques sur les ressources pastorales

Les variations du volume et de la distribution des pluies de mousson<sup>2</sup> sont un facteur majeur de la dynamique des ressources. En effet, elles déterminent le stockage des eaux de ruissellement et la recharge des nappes phréatiques, la production végétale herbacée et celle du feuillage des plantes ligneuses. Cependant, les relations entre pluviosité et production végétale ne sont pas linéaires, car elles sont contraintes par les processus de la dynamique des populations : la dispersion des semences, la conservation du stock semencier dans les sols et la germination. La productivité végétale dépend aussi des groupes fonctionnels qui composent la végétation et de la fertilité des sols, qu'il s'agisse de parcours ou de champs.

**Chronique des variations climatiques.** À l'échelle des cinq dernières décennies, trois grandes périodes climatiques se sont succédées (Nicholson, 2013). Deux décennies de pluies abondantes et régulières jusqu'à la fin des années 1960 ont été suivies de vingt-cinq années de pluies faibles et irrégulières émaillées de deux sécheresses régionales sévères en 1972-1973 et 1983-1984. Enfin, depuis 1994, les pluviosités annuelles reviennent à des valeurs moyennes, mais avec d'importantes variations interannuelles et une fréquence plus élevée de très fortes précipitations (Lebel, Ali, 2009).

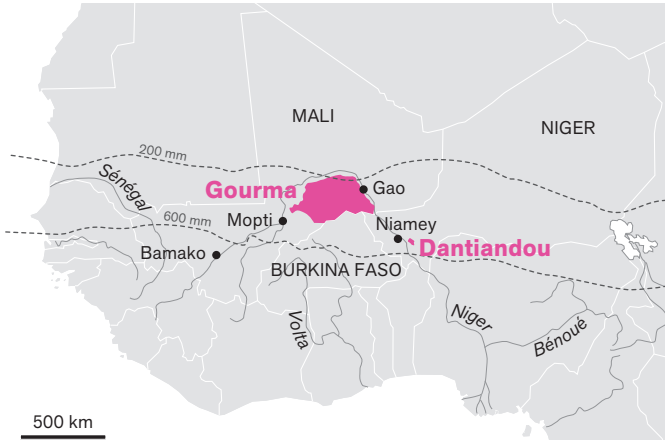
1. Ce texte est développé à partir de l'intervention faite par Pierre Hiernaux au colloque « Développement et sécurité des espaces saharo-sahélien : l'atout de l'élevage pastoral », organisé par le ministère du Développement pastoral et des Productions animales de la République du Tchad, AFD, CSAO, Union européenne, DDC, FIDA, UICN,

du 27 au 29 mai 2013, à Ndjamena. La préparation de la présentation et la mise en forme du texte ont été réalisées dans le cadre de la participation des auteurs au projet de recherche ANR « Changements environnementaux et sociaux en Afrique : passé, présent et futur » (ESCAPE).

2. On pourra se reporter au repère « Plaidoyer pour un système d'information sur la pastoralisme au Sahel », p. 90-92 dans ce volume (Ickowicz *et al.*, 2014), et en particulier à la frise de l'indice de variation annuelle des précipitations au Sahel entre 1900 et 2010.

## La région du Gourma au Mali et la commune de Dantiandou au Niger

### Situation des terrains d'étude



Cette carte situe les deux terrains d'étude de l'auteur, l'un au Mali dans la région de Gourma, dans la boucle du fleuve Niger ; et l'autre dans la commune de Dantiandou au Niger. Elle montre le cours des principaux fleuves ouest-africains, ainsi que les isohyètes de pluviosité annuelle qui bornent le bioclimat sahélien.

Source : élaboration de Pierre Hiernaux, 2014.

En plus de leurs effets à court terme, spectaculaires et parfois catastrophiques, les événements extrêmes de sécheresse ou d'inondation ont un impact à long terme sur les peuplements ligneux dont ils déclenchent des mortalités de masse et des régénérations par cohortes. Ils initient aussi des changements d'états de surface et l'érosion des sols qui activent le ruissellement et sa concentration. Ce renforcement du ruissellement concentré se répercute sur les réseaux hydriques, qui s'étendent et deviennent plus connectés, et sur les volumes d'eau et d'alluvions stockés aux exutoires qui augmentent largement, malgré la réduction des pluies. En outre, ces effets diffèrent par leur intensité et leur orientation d'un élément du paysage à l'autre. En effet, si la végétation des sols sableux s'avère très résiliente aux accidents climatiques, comme l'illustre la série de photographies d'un site pastoral du Gourma, au Mali, prise au cours des années qui ont suivi la sécheresse de 1983-1984 (voir photographies ci-après), celle des glacis d'érosion et affleurements rocheux est beaucoup plus fragile et reste marquée sur le long terme par l'effet des sécheresses (Boudet, 1990). Enfin, dans les vallées et dépressions aux sols à texture fine, l'effet des sécheresses varie au gré des modifications locales du réseau hydrique : alors qu'une partie des fourrés rivulaires, des forêts claires et des prairies adaptées à une inondation temporaire s'est très vite régénérée dès que le régime d'inondations s'est rétabli, la modification des flux hydriques a condamné la régénération végétale de dépressions qui n'étaient plus inondées, ou au contraire qui se sont retrouvées noyées par des écoulements plus abondants et brutaux (Hiernaux *et al.*, 2009c).

Abstraction faite de la gestion agricole et pastorale, la forte résilience des végétations sur sols sableux et dans une partie des vallées commanderait la tendance au « reverdissement du Sahel pastoral » observée depuis les satellites (Anyamba, Tucker, 2005 ; Dardel *et al.*, 2014). En revanche, l'ouverture de la végétation, le déboisement et l'érosion persistants observés sur les affleurements rocheux, glacis d'érosion et sur une partie des vallées relèvent d'une tendance à la dégradation de l'écosystème ou de désertification (Boudet, 1972). Les deux tendances contradictoires voisinent donc dans les paysages comme l'indiquent des travaux de télédétection conduits à très haute résolution (Brandt *et al.*, 2014).

**Les effets contradictoires du changement climatique.** Les changements climatiques globaux avérés dans les espaces saharo-sahéliens portent sur la hausse des températures, surtout en saison sèche, et celle de la concentration en gaz à effet de serre, alors que la tendance des pluviosités est variable (IPCC, 2013). Les modèles de circulation générale prédisent une poursuite de la hausse des températures et des concentrations en gaz carbonique, mais ne convergent pas sur la tendance des pluies, si ce n'est pour prédire une plus grande variabilité des précipitations avec de gros orages et des épisodes secs au cours de la saison des pluies. À long terme, la hausse des températures et celle des concentrations en CO<sub>2</sub> pourraient infléchir la composition floristique en jouant sur l'équilibre entre plantes qui diffèrent par le mode de photosynthèse<sup>3</sup>. Les résultats des tests de l'impact des changements climatiques menés aux échelles de la feuille, de la plante et de la communauté végétale se contredisent sur la direction et la vitesse de cette dynamique (Poorter, Navas, 2003). Mais, dans tous les cas, la hausse du CO<sub>2</sub> et des températures devraient augmenter la production végétale, surtout si elles sont associées à une hausse de la pluviosité (Wand *et al.*, 1999). En revanche, l'irrégularité croissante de la distribution des pluies devrait exacerber les tendances contradictoires observées aux cours des cinq dernières décennies : dégradation du couvert végétal sur les glacis d'érosion et les affleurements rocheux, renforcement du ruissellement, du remplissage des mares et de la recharge des aquifères, maintien du couvert végétal sur sols perméables profonds. Les tendances à la hausse de la densité des peuplements ligneux et celle de la concentration de leur distribution pourraient aussi se poursuivre, à moins qu'elles ne soient contrecarrées par l'intensification de l'exploitation agroforestière (Herrmann, Tappan, 2013).

**3.** Les espèces végétales se distribuent entre trois principaux modes de photosynthèse désignées par les symboles C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> et CAM. Les C<sub>3</sub> regroupent la quasi-totalité des plantes ligneuses et une majorité de plantes herbacées, alors que les C<sub>4</sub> regroupent la plupart des

graminées et cypéracées tropicales (à l'exception de celles des milieux humides), mais aussi des dicotylédones des climats arides. Enfin, les CAM sont des plantes grasses. Les processus biochimiques de la photosynthèse des C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> et CAM diffèrent, et donc leur réponse à

l'élévation des températures et du CO<sub>2</sub> et des températures, mais ces réponses sont également conditionnées par le statut hydrique et l'alimentation en azote et phosphore des plantes.



**Regénération naturelle d'un parcours dunaire.** Ces quatre photographies se lisent de gauche à droite et de haut en bas. Elles ont été prises à la fin de la saison des pluies (septembre), à partir d'un même point de vue, à Aouéli, dans le Gourma au Mali et à différentes dates (1985, 1988, 1993 et 2011). Cette série de photographies illustre la dynamique de la végétation d'un parcours sahélien dunaire suite à l'importante sécheresse de 1983-1984 au Sahel. Elle montre qu'après la dénudation herbacée et la mortalité de nombreux arbres, il y a une reprise de la strate herbacée, d'abord par des espèces pionnières (*Colocynthis vulgaris*, *Farsetia ramosissima*), puis par des graminées (*Cenchrus biflorus*), avant de se diversifier. De nouvelles cohortes de ligneux se mettent en place avec, là aussi, des plantes pionnières comme *Leptadenia pyrotechnica*. Cette série de photographies donne à voir la progression de la régénération naturelle d'un parcours dunaire pâturé type. Photos 1, 2 et 3 de Pierre Hiernaux, et photo 4 (en bas à droite) de Nogmana Soumaguel, Aouéli, Mali, 1985, 1988, 1993 et 2011.

## Un contexte démographique, social et économique très dynamique

**Essor urbain et expansion des cultures.** Au cours des cinq dernières décennies, les espaces soudano-sahéliens ont connu une croissance forte et régulière des populations rurales (taux annuels de 2,5-3 %) et un essor urbain sans précédent (Guengant *et al.*, 2002). Sans profonde mutation technologique des modes de production agricole, cette démographie s'est traduite par une expansion des superficies cultivées dans des proportions voisines de la hausse de la population rurale, au moins jusqu'à la saturation du domaine cultivable qui est advenue localement en zones soudanaises et Sud-Sahel (Mortimore, Tiffen, 1995). Mais, à l'exception des plaines d'inondation, cette expansion n'a pas touché les zones pastorales des marges saharo-sahéliennes. L'expansion des cultures réduit et morcelle l'espace des parcours et des jachères et les confine aux terres les moins fertiles, comme l'illustre l'évolution de l'occupation des sols sur la commune de Dantiandou dans l'Ouest-Niger (voir ci-après). L'occupation du sol est cartographiée par interprétation visuelle (validée sur le terrain en 1994) de photographies aériennes.

L'expansion historique des cultures au détriment des parcours et des forêts a été facilitée par le régime foncier des territoires ruraux qui repose sur les droits coutumiers (Lavigne-Delville, 1998). Ces derniers reconnaissent l'usufruit familial, voire individuel, sur les terres cultivées et parfois sur les produits de certains arbres (Chauveau *et al.*, 2006), alors que les droits d'usage des espaces pastoraux et forestiers sont communautaires, et le plus souvent d'accès

**Tableau 1. Une réduction continue des espaces de parcours**  
**Taux annuels de changement d'occupation du sol entre 1950, 1975 et 1994, en moyenne sur 11 terroirs de la commune de Dantiandou, Niger**

Période	Taux de changement annuel (% par an)		
	Cultures	Jachères	Parcours
1950-1975	7,7	5,8	-3,6
1975-1994	3,3	0,0	-4,5

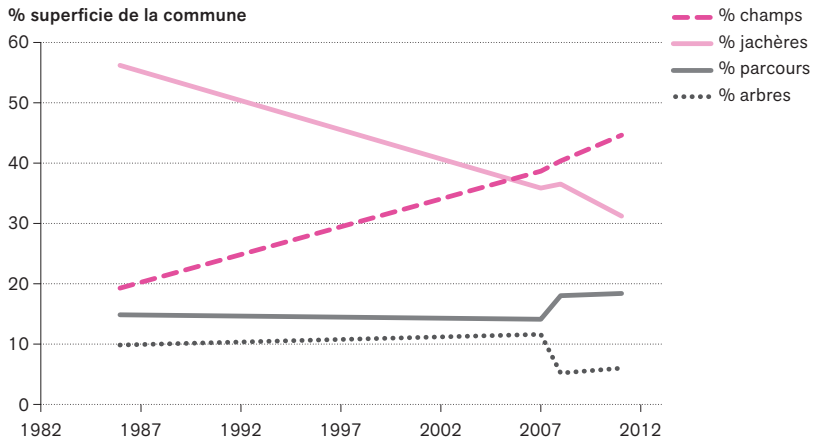
libre (Bonnet, Hérault, 2011). Cette différence de statut foncier entre cultures et parcours est renforcée par les politiques de développement qui mettent en avant la « gestion des terroirs » et l'intensification de systèmes mixtes culture-élevage largement sédentaires (Marty, 1993). Les droits d'accès aux ressources pastorales restent à négocier au cas par cas, le plus souvent entre les éleveurs et les populations sédentaires des territoires visités ou traversés par les troupeaux mobiles (Thébaud, Batterbury, 2001 ; Gangneron, 2013). La reconnaissance juridique des droits d'accès pastoraux reste fragile, même si des codes réglementaires ont été promulgués dans quelques-uns des pays du Sahel<sup>4</sup>, et que des déclarations internationales qui recommandent une pleine reconnaissance ont été adoptées (colloque régional de Ndjamen, 2013).

**Une forte augmentation de la charge animale.** Au cours des cinq dernières décennies, les effectifs du cheptel ont progressé, même s'ils ont été affectés par de lourdes pertes lors des sécheresses de 1972-1973 et 1983-1984, d'inondations, de pluies froides ou d'épizooties (Ickowicz *et al.*, 2012). Cette progression alimente les partitions intergénérationnelles du cheptel des familles pastorales et contribue au large développement de l'élevage au sein d'exploitations autrefois spécialisées dans les cultures associées au seul élevage de la volaille et de quelques petits ruminants. De nombreux cultivateurs, ainsi que des citadins, ont investi une partie des revenus des cultures de rente, comme l'arachide et le coton, ou de revenus non agricoles, dans un cheptel le plus souvent géré de

4. Charte pastorale au Mali.

## Une augmentation constante des espaces de culture au Sahel

Dynamique de l'occupation des sols en % de la superficie de la commune de Dantiandou (1986-2011)



Ce graphique décrit les dynamiques de l'occupation des sols dans la commune de Dantiandou au Niger de 1986 à 2011. Les données, qui ont permis sa réalisation, ont été établies par la classification supervisée d'images satellite LANDSAT et SPOT. Il montre que l'expansion des champs très rapide jusqu'à 1975 se poursuit jusqu'en 2011 à un rythme moyen de 3% par an.

Source : élaboration de Pierre Hiernaux établie par la classification supervisée d'images satellite LANDSAT et SPOT, 2014.

Édographie, 04/2014, De Boeck Supérieur | Téléchargé le 10/06/2026 sur <https://shs.cairn.info> (IP: 216.73.216.179)

façon sédentaire. Les animaux de trait et de bât constituent une partie du bétail des fermes agropastorales qui compte des animaux pour l'embouche et parfois quelques laitières (Sanogo *et al.*, 2011). Ces élevages sédentaires constituent un marché, principalement de jeunes mâles, pour les élevages pastoraux dont la vocation d'élevage « naisseur », associée à une production laitière vivrière, est renforcée. Parallèlement, une fraction des pasteurs s'est investie dans les cultures vivrières, souvent à la suite d'une perte de cheptel (Bonnet, Guibert, 2012). Lorsque la main-d'œuvre est disponible (Turner, Hiernaux, 2008), les bergers et leurs troupeaux continuent à pratiquer des transhumances saisonnières pour optimiser l'offre fourragère, alors que le reste de la famille se sédentarise à proximité des champs (Turner *et al.*, 2014). Il résulte de ces dynamiques complémentaires une grande diversité de systèmes de production agraires familiaux (Raynaud, 2001), notamment de leur composante élevage qui varie par la finalité, les pratiques, les espèces élevées et les effectifs.

La conjonction de la réduction de superficie, de la fragmentation des terres de parcours, de l'augmentation des effectifs du cheptel et de la sédentarité croissante des troupeaux, produit une forte hausse de la charge animale sur l'écosystème en général et sur les parcours en particulier. Cette augmentation de la charge animale culmine sur les parcours enclavés dans les terroirs du Sud-Sahel, particulièrement au cours de la saison des pluies, lorsque le bétail est exclu des champs (photographie 2, en haut à gauche, p. 25). Ce renforcement de la charge animale est souvent présenté comme une des causes principales de la « dégradation de l'écosystème » par « surpâturage » (Dodd, 1994).

Toutefois, il convient de nuancer cette assertion que contredisent les tendances régionales au « reverdissement » du Sahel et plusieurs suivis de terrain à long terme de la végétation de sites pastoraux (Valenza, 1984 ; Hiernaux *et al.*, 2009a). L'examen des processus de l'impact de la pâture – défoliation, prélèvement fourrager, piétinement, dépôt d'excrétions fécales et urinaires – révèle que ces processus sont interactifs et que leurs effets dépendent de la saison, du type biologique et du stade phénologique des plantes, des espèces animales et des types de sol (Grouzis, 1988). Cette complexité ne remet pas en question l'impact de la pâture, mais elle en conditionne la portée à la prise en compte du calendrier de pâture, de l'environnement et du type d'élevage.

### Impact des tendances démographiques et sociétales sur les ressources pastorales

**Les cultures produisent aussi des fourrages.** La mise en culture d'un parcours ne se traduit pas systématiquement par une perte de ressources pastorales. La production végétale des champs, et parfois celle de sa seule fraction fourragère constituée des chaumes et fanes, des sons et des plantes adventices, est supérieure à celle du parcours préexistant (Hiernaux *et al.*, 2009c). En revanche, la qualité nutritionnelle de ces fourrages, le calendrier de disponibilité et l'accès au bétail sont plus contraignants. En effet, si les fanes et sous-produits (tels que les sons) ont toujours été appropriés et gérés par le cultivateur, les chaumes, les adventices et les rejets ligneux ont longtemps été des fourrages libres d'accès sur le champ une fois la moisson terminée. Ils sont maintenant de plus en plus souvent réservés à une utilisation privée par le cultivateur qui les ramasse, les met en gerbe ou en meule, et les transporte éventuellement à la ferme (Savadogo, 2000).

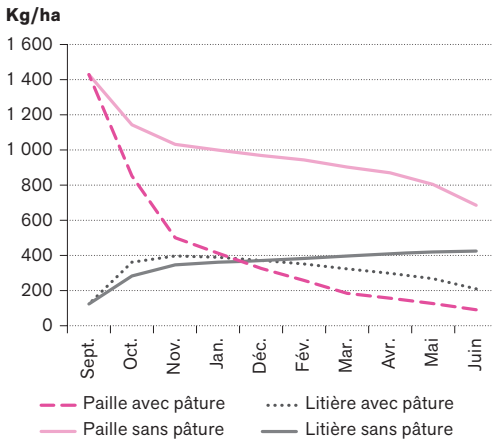
**La pâture stimule l'activité biologique de l'agro-écosystème.** Quelle que soit l'intensité de la charge animale, le cumul du prélèvement fourrager des ruminants par la pâture en saison sèche se limite au tiers du disponible en début de saison à cause des pertes par piétinement, du prélèvement des autres herbivores et de la décomposition microbienne et fongique (Hiernaux *et al.*, 2013). Par conséquent, si on exclut les pertes dues aux feux occasionnels, la gestion pastorale recycle *in situ* au moins les deux tiers de la production végétale, comme l'indique le bilan établi pour un parcours du Gourma soumis à forte pâture au cours de la saison sèche (voir graphiques ci-après).

En outre, les ruminants restituent par leurs excréments un peu plus de la moitié de la matière organique ingérée sur l'année, et 70 à 90 % des minéraux ingérés. Certes, la moitié de l'azote excrétée par voie urinaire est largement perdue par volatilisation ammoniacale, mais le dépôt des urines relève durablement le pH des sols acides. Que ce soit par le dépôt des excréments ou par la fragmentation et l'enfouissement de la litière par piétinement, le bétail accélère

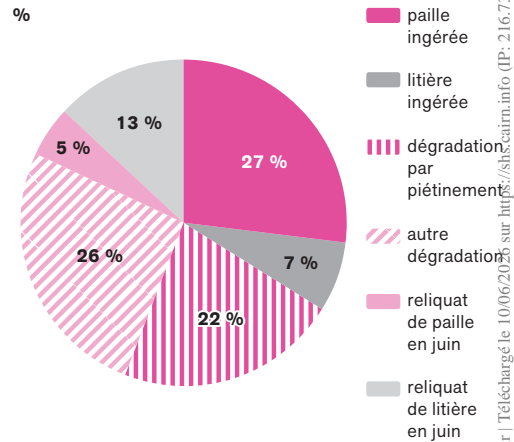
## Un recyclage efficace de la production végétale par la gestion pastorale

Masses de paille et de litière d'un parcours sahélien au cours de la saison sèche (Agoufou, Mali)

Évolution des masses de paille et de litière



Bilan fourrager de la saison sèche



Le premier graphique montre l'évolution des masses de paille et de litière d'un parcours sahélien à Agoufou au Mali, au cours de la saison sèche, selon qu'il soit pâturé (charge de 38 unités de bétail tropical par km<sup>2</sup>) ou non. Le second graphique, en camembert, propose le bilan fourrager de la saison sèche sur le site pâturé montrant la part des pailles et litières ingérées par le bétail, dégradées par le piétinement du bétail ou par d'autres processus de dégradation et des reliquats en fin de saison sèche, au mois de juin.

Source : élaboration de Pierre Hiernaux, 2014.

le recyclage organique et stimule l'activité biologique des sols. Cependant, seule une fraction de ce recyclage advient sur les terres de parcours, une moitié au moins est concentrée sur les sites de repos du bétail : gîtes d'étape, parcs de contention, abords des campements et des points d'eau, opérant un transfert spatial et une concentration de la fertilité sur quelques sites privilégiés du paysage. Dans les agrosystèmes culture-élevage, ces concentrations alimentent la fumure d'une partie des terres cultivées dont la production s'en trouve rehaussée et stabilisée, y compris en terme fourrager. C'est une des voies de l'intensification des systèmes agraires sahéliens.

**L'impact écosystémique limité de l'élevage pastoral.** La pâture n'affecte la production végétale des herbacées annuelles, qui sont très largement dominantes au Sahel (Hiernaux, Le Houérou, 2006), que lorsqu'elles sont vertes, pendant la saison des pluies. Même les plantes annuelles réagissent au broutage par une reprise de la croissance végétative (augmentation du tallage des graminées, port en rosette ou branchu des dicotylédones), dont l'efficacité dépend du stade phénologique et de l'intensité du broutage (Ayantunde *et al.*, 1999). À court terme, il y a donc un risque de perte de production dont le maximum est estimé à 50 % de la production potentielle pour des charges très élevées et continues (Hiernaux, Turner, 1996). Cependant, à moins qu'elle soit maintenue artificiellement forte par un très large recours à une alimentation importée en saison sèche, la charge que peuvent supporter les ressources pastorales sur

l'année limite le risque de surcharge durant les semaines critiques en saison des pluies à quelques sites très fréquentés le long des couloirs de passage, aux abords des points d'eau et des campements. La dissymétrie entre la brève saison de croissance et la longue saison de dormance conforme l'écosystème sahélien au modèle de dynamique de la végétation dit en « non-équilibre ». En outre, l'effet à court terme de la pâture dans ces sites est souvent masqué par l'effet à plus long terme de la pâture sélective sur la composition floristique des parcours. En effet, la pâture sélective, le piétinement et la distribution inégale des excréments modifient la flore en fonction de la saison et de l'intensité de pâture. L'effet du piétinement sur la compaction des sols, souvent incriminé, est modulé par la texture et la teneur en matière organique des sols, et n'est finalement sensible que sur des sols humides et dont la texture est équilibrée. La compaction par piétinement est largement compensée par la destruction des croûtes qui facilite l'infiltration et l'enfouissement des semences. La pâture d'intensité modérée favorise les espèces à germination rapide et cycle court, le plus souvent des graminées assez productives. Elle entretient la diversité locale de la strate herbacée, tout en homogénéisant la végétation à l'échelle du paysage (Hiernaux, 1998). Plus intense, et associée à une eutrophisation due aux dépôts d'excréments, la pâture favorise soit des espèces à cycle très court, bonnes fourragères mais peu productives, soit des espèces nitrophiles à cycle plus long, très productives mais qui sont des refus fourragers (Hanan *et al.*, 1991). En zone plus humide, la pâture intense associée à l'eutrophisation peut favoriser les ligneux et conduire à un embroussaillage local. La tendance à l'expansion de certains refus fourragers, souvent perçus comme des plantes invasives dues au « surpâturage », est donc associée à la sédentarité du bétail ou à la concentration de ses déplacements le long de couloirs de passage.

### Impact de la réduction des ressources pastorales accessibles sur la productivité de l'élevage

La résultante de la réduction, du morcellement et de la marginalisation des espaces pastoraux localement envahis par des refus fourragers, associés à une hausse globale des effectifs de bétail et à une perte de leur mobilité est une moins bonne alimentation du bétail par la pâture en saison des pluies au cours de laquelle les animaux doivent récupérer leur embonpoint, reconstituer leurs réserves corporelles et se reproduire. Ces mêmes raisons, et la tendance à l'usage privé des chaumes et résidus de culture, aggravent et allongent les situations de sous-nutrition du bétail en fin de saison sèche qui se traduisent par des pertes de poids et une hausse des mortalités. Ces conditions de sous-nutrition

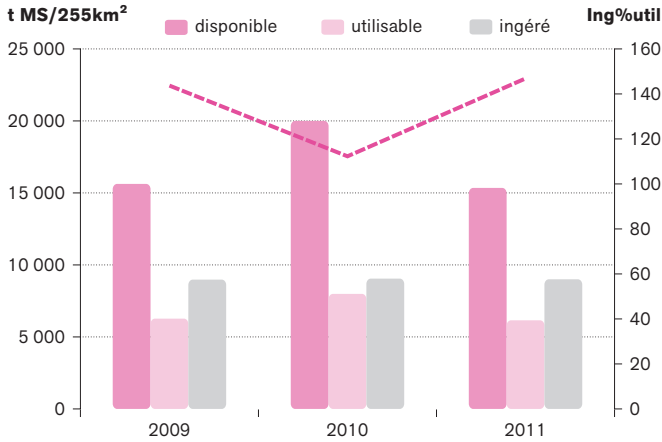
5. L'âge de la première conception est retardé car l'animal atteint plus tardivement le poids seuil qui autorise la conception (Wilson, 1986).

6. L'intervalle entre les « mises bas » est allongé car la femelle met plus de temps à retrouver l'embonpoint qui autorise

la reprise des « chaleurs » et du cycle ovarien.

## Une variabilité interannuelle du disponible et un déficit chronique en fourrage

Fractions utilisables et ingérées annuellement par le bétail à Dantiandou, 2009-2011



Les quantités de fourrage produits, utilisables et effectivement ingérées par le bétail, sont évaluées chaque année sur un ensemble de 11 terroirs villageois de la commune de Dantiandou au Niger. La courbe du rapport des quantités ingérées aux quantités de fourrage utilisable (ingestion % utilisable) est portée sur le graphique.

Source : élaboration de Pierre Hiernaux, 2014.

chronique affectent aussi les paramètres de reproduction : l'âge de première conception qui est retardé<sup>5</sup>, l'intervalle entre deux conceptions successives qui est allongé<sup>6</sup>, avec pour conséquence une baisse du taux de fécondité. L'âge à la première conception et le taux de fécondité sont déterminants pour la capacité d'un élevage naisseur à produire, également influencée par la composition du troupeau en âge et sexe, par l'âge de réforme des femelles reproductrices et par les taux de mortalité (Lesnoff *et al.*, 2012). En situation de sous-nutrition chronique, ces paramètres prennent des valeurs qui rendent marginale la viabilité de l'élevage reproducteur. Dans ce cas, il devient difficile à l'éleveur de reconstituer un troupeau après une perte d'effectif quelles qu'en soient les causes : événement climatique extrême, épizootie, vol. La reconstitution de trajectoires familiales par enquête rétrospective montre que ces « faillites pastorales » sont fréquentes en cas de sécheresse ou d'insécurité civile (Bonnet, Guibert, 2012). Lorsque l'élevage n'a pas de vocation reproductrice, qu'il consiste à ré-élever, emboucher des animaux achetés jeunes, voire exploiter des laitières ou des animaux de bât achetés jeunes pour être revendus plus âgés, il peut être qualifié d'« élevage d'opportunité ». La rentabilité de ces formes d'élevage d'opportunités dépend principalement du marché, des aptitudes commerciales de l'éleveur et de sa capacité à réduire les coûts d'élevage en maximisant l'utilisation de ressources disponibles sur l'exploitation.

Sur l'année, les ressources fourragères des espaces agropastoraux, parcours, jachères et champs inclus, assurent de moins en moins l'alimentation du bétail, comme l'indique le taux de satisfaction des besoins du bétail à l'échelle

du terroir de onze villages de l'Ouest-Niger de 2001 à 2009 (voir ci-avant). Cependant, dans ce calcul des besoins fourragers, ni la transhumance saisonnière d'une partie du bétail hors du terroir, ni l'apport de supplémentation alimentaire n'ont été pris en compte. Ce sont les deux modes d'ajustement aux besoins utilisés par les éleveurs pour assurer la viabilité de leurs élevages. Mais ces pratiques ont un coût élevé en main-d'œuvre (conduite du troupeau transhumant, ramassage et transport des chaumes) et un coût financier (confiage du bétail, achat de l'aliment bétail) que les familles sont inégalement disposées à assumer. La taille et la composition de la famille, celle du cheptel, ses droits d'accès au sol, son réseau de relations sociales et la disposition de revenus non agricoles interviennent dans la capacité à recourir à la mobilité ou à la supplémentation alimentaire, ou aux deux (Manoli, Ancey, 2012).

### Des options d'adaptation pour chaque système d'élevage

**Favoriser la mobilité de l'élevage pastoral « naisseur ».** Pour les élevages pastoraux naisseurs, qui doivent optimiser l'état d'embonpoint de troupeaux constitués à près de 75 % de femelles et 50 % de femelles reproductrices, la mobilité pastorale est l'option majeure pour optimiser l'utilisation des ressources variables en quantité et qualité dans le temps et l'espace (Turner *et al.*, 2014). Par son échelle régionale, une mobilité pastorale concertée permet d'optimiser le rôle bénéfique de la pâture sur la végétation et les sols et d'en réduire les effets dommageables, comme l'expansion de refus fourragers attachée à la sédentarité d'une pâture intense et répétée. Il faudrait sécuriser cette mobilité, de plus en plus entravée, en garantissant les droits de passage, de pacage et d'abreuvement, mais aussi en adaptant davantage les services publics tels que l'éducation, la santé et les communications à la mobilité des populations. Le recours à la supplémentation alimentaire, pour une fraction importante de la ration et pour une période prolongée, est peu compatible avec la mobilité réactive de grands troupeaux, car elle implique une logistique et des transports coûteux. Le recours à la supplémentation des élevages naisseurs devrait donc se limiter aux situations de crise, afin de limiter les pertes de reproductrices et lors de déplacements commerciaux des troupeaux en zones agropastorales du sud.

**Favoriser l'accès aux aliments du bétail des élevages « d'opportunité ».** Pour les élevages d'opportunité, la mobilité à grand rayon est difficilement compatible avec l'objectif de limiter les dépenses d'énergie des animaux d'emboche ou des laitières. En revanche, le recours à des aliments du bétail en complément de la pâture locale n'est sanctionné que par sa rentabilité économique (Savado, 2000). Or, contrairement à l'élevage naisseur, la durée des élevages d'opportunité peut être brève, surtout lorsqu'il s'agit de ré-élevage ou d'emboche, et les effectifs du cheptel sont réduits, ce qui limite les besoins en intrants alimentaires. L'accès à des aliments du bétail de qualité et à des prix

à la ferme laissant une marge au profit reste un défi majeur de l'intensification des systèmes agropastoraux. La régulation du commerce international des intrants, les investissements dans l'infrastructure routière et les bâtiments de stockage, ainsi que l'accès au crédit des paysans, y concourent.

**Faciliter l'articulation locale et régionale des systèmes d'élevage.** Les stratégies d'adaptation à la contrainte fourragère distinguent donc l'élevage pastoral « naisseur » des élevages agropastoraux d'opportunité. Ces deux grands groupes de systèmes d'élevage s'articulent autour de la vente/achat de jeunes, principalement des mâles. Cette articulation technique et commerciale s'accompagne d'autres échanges ou contrats tels que le gardiennage, le convoyage et la commercialisation de bétail, la fumure de champs, l'accès à des points d'eau privés, le prêt de terres à cultiver, les prestations agricoles (labours, sarclage, battage) et domestiques (pilage). Ces liens économiques et sociaux, passés à la fois entre individus et communautés, sont à la base des réseaux sociaux dans lesquels se règlent les conflits d'usage des ressources, et plus généralement se négocient l'accès aux ressources sur lequel repose la mobilité pastorale (Bonnet, Hérault, 2011). Les politiques de décentralisation viennent en principe appuyer les lois et régulations qui régissent les activités pastorales en faisant monter en puissance le rôle des collectivités territoriales. C'est à cette échelle que les institutions administratives et politiques doivent faciliter l'articulation entre systèmes d'élevage, en créant ou renforçant les cadres de concertations intercommunautaires et en se portant garant des engagements contractuels entre les éleveurs naisseurs et les agro-éleveurs d'opportunité.

## Bibliographie

- Anyamba, A., Tucker, C.J.** (2005), "Analysis of Sahelian Vegetation Dynamics Using NOAA-AVHRR NDVI Data from 1981-2003", *Journal of Arid Environments*, n° 63, p. 596-614.
- Ayantunde, A.A., Hiernaux, P., Fernández-Rivera, S., Van Keulen, H., Udo, H.M.J.** (1999), "Selective Grazing by Cattle on Spatially and Seasonally Heterogeneous Rangelands in the Sahel", *Journal of Arid Environments*, n° 42, p. 261-279.
- Bonnet, B., Guibert, B.** (2012), « Vulnérabilités et efforts d'adaptation des familles de pasteurs face aux crises récurrentes. Enseignements tirés de l'analyse de l'activité pastorale dans les trajectoires familiales », Élevage, Climat et Société (ECLIS), Géosciences Environnement Toulouse (GET).
- Bonnet, B., Héroult, D.** (2011), « Gouvernance du foncier pastoral et changement climatique au Sahel », *Revue des questions foncières*, n° 2, p. 157-187.
- Boudet, G.** (1972), « Désertification de l'Afrique tropicale sèche », *Adansonia*, série 2, vol. XII, n° 4, p. 505-524.
- Boudet, G.** (1990), « Désertification ou remontée biologique au Sahel », *Cahier ORSTOM*, vol. XII, n° 4, p. 293-300.
- Brandt, M., Romankiewicz, C., Spiekermann, R., Samimi, C.** (2014), "Environmental Change in Time Series and High Resolution Imagery. An Interdisciplinary Study in the Sahel of Mali and Senegal", *Journal of Arid Environments*, 105, p. 52-63.
- Chauveau, J.-P., Colin, J.-P., Jacob, J.-P., Lavigne-Delville, P., Le Meur, P.-Y.** (2006), « Modes d'accès à la terre, marchés fonciers, gouvernance et politiques foncières en Afrique de l'Ouest », résultats du projet de recherche CLAIMS, IIED, Londres.
- Colloque régional, Conférence ministérielle** (2013), « Déclaration de Ndjamen sur la contribution de l'élevage pastoral à la sécurité et au développement des espaces saharo-sahéliens », Ndjamen, Tchad.
- Dardel, C., Kergoat, L., Hiernaux, P., Mougouin, É., Grippa, M., Tucker, C.J.** (2014), "Re-greening Sahel. 30 Years of Remote Sensing Data and Field Observations (Mali, Niger)", *Remote Sensing of Environment*, n° 140, p. 350-364.
- Dodd, J.L.** (1994), "Desertification and Degradation in Sub-Saharan Africa. The Role of Livestock", *Bioscience*, vol. XLIV, n° 1, p. 28-34.
- Gangneron, F.** (2013), « Ressources pastorales et territorialité chez les agro-éleveurs sahéliens du Gourma des buttes », *Vertigo*, vol. XIII, n° 3.
- Grouzis, M.** (1988), « Structure, productivité, et dynamique des systèmes écologiques Sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso) », Paris, ORSTOM, coll. « Études et thèses ».
- Guengant, J.-P., Banoïn, M., Quesnel, A.** (2002), « Dynamique des populations, disponibilité en terres et adaptation des régimes fonciers : le cas du Niger », CICRED, FAO, Rome.
- Hanan, N.P., Prevost, Y., Diouf, A., Diallo, O.** (1991), "Assessment of Desertification around Deep Wells in the Sahel Using Satellite Imagery", *Journal of Applied Ecology*, n° 28, p. 173-186.
- Herrmann, S.M., Tappan, G.G.** (2013), "Vegetation Impoverishment Despite Greening. A Case Study from Central Senegal", *Journal of Arid Environment*, n° 90, p. 55-66.
- Hiernaux, P.** (1998), "Effects of Grazing on Plant Species Composition and Spatial Distribution in Rangelands of the Sahel", *Plant Ecology*, n° 138, p. 191-202.
- Hiernaux, P., Ayantunde, A.A., Kalilou, A., Mougouin, É., Gérard, B., Baup, F., Grippa, G., Djaby, B.** (2009c), "Resilience and Productivity Trends of Crops, Fallows and Rangelands in Southwest Niger. Impact of Land Use, Management and Climate Changes", *Journal of Hydrology*, n° 375, p. 65-77.
- Hiernaux, P., Le Houérou, H.N.** (2006), « Les parcours du Sahel », *Sécheresse*, vol. XVII, n° 1-2, p. 51-71.
- Hiernaux, P., Mougouin, É., Diarra, L., Soumaguel, N., Lavenue, F., Tracol, Y., Diawara, M.** (2009a), "Rangeland Response to Rainfall and Grazing Pressure over Two Decades. Herbaceous Growth Pattern, Production and Species Composition in the Gourma, Mali", *Journal of Hydrology*, n° 375, p. 114-127.
- Hiernaux, P., Mougouin, É., Diawara, M., Soumaguel, N., Diarra, L.** (2013), "How much does Grazing Contribute to Herbaceous Decay during the Dry Season in Sahel Rangelands?", Élevage Climat et Société (ECLIS), Géosciences Environnement Toulouse (GET).
- Hiernaux, P., Turner, M.D.** (1996), "The Effect of Clipping on Growth and Nutrient uptake of Sahelian Annual Rangelands", *Journal of Applied Ecology*, n° 33, p. 387-399.
- Ickowicz, A., Ancey, V., Corniaux, C., Duteurtre, G., Pocard-Cappuis, R., Touré, I., Vall, E., Wane, A.** (2012), "Crop-Livestock Production Systems in the Sahel. Increasing Resilience for Adaptation to Climate Change and Preserving Food Security", in A. Meybeck *et al.*, *Building Resilience for Adaptation to Climate Change in Agriculture Sector*, FAO-OECD Workshop, Rome, p. 243-276.
- Ickowicz, A., Garba, I., Toutain, B., Cesaro, J.-D., Gerber, P., Touré, I.** (2014), « Plaidoyer pour un système d'information sur le pastoralisme au Sahel », *Afrique contemporaine*, n° 249, p. 90-92.
- IPCC** (2013), "Climate Change 2013. The Physical Science Basis", Summary for Policymakers, IPCC 5<sup>th</sup> Assessment Report.
- Lavigne-Delville, P.** (1998), *Quelles politiques foncières pour l'Afrique rurale ? Réconcilier pratiques, légitimité et légalité*, Paris, Karthala.
- Lebel, L., Ali, A.** (2009), « Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007) », *Journal of Hydrology*, n° 375, p. 52-64.
- Lesnoff, M., Corniaux, C., Hiernaux, P.** (2012) "Sensitivity analysis of the recovery dynamics of a cattle population following drought in the Sahel region." *Ecological Modelling*, n° 232, p. 28-39.

- Manoli, C., Ancy, V.** (2012), « Sécurisation des systèmes pastoraux et dynamiques de changement : le cas des pasteurs migrants en ville au Sénégal », colloque « Mobilités, migrations, développement et environnement », MOMIDEN, Pretoria.
- Marty, A.** (1993), « La gestion des terroirs et les éleveurs. Un outil d'exclusion ou de négociation ? », *Tiers-monde*, n° 34, p. 329-344.
- Mortimore, M., Tiffen, M.** (1995), "Long Term Change in West African Drylands. The Linkages between Rural Population Density, Urbanisation, Economic Change and Natural Resource Management in the Sahel", Overseas Development Institute, Regent's College, Londres.
- Nicholson, S.E.** (2013), "The West African Sahel. A Review of Recent Studies on the Rainfall Regime and its Interannual Variability", *ISRN Meteorology*, n° 2013, p. 1-32.
- Penning de Vries, F.W.T., Djiteye, M.A.** (1982), *La Productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle*, Wageningen, CAPD.
- Poorter, H., Navas, M.L.** (2003), "Plant Growth and Competition at Elevated CO<sub>2</sub>. On Winners, Losers and Functional Groups", *New Phytologist*, n° 157, p. 175-198.
- Raynaud, C.** (2001), "Societies and Nature in the Sahel. Ecological Diversity and Social Dynamics", *Global Environment Change*, n° 11, p. 9-18.
- Sanogo, O.M., de Ridder, N., Van Keulen, H.** (2011), « Diversité et dynamique des exploitations agricoles mixtes agriculture-élevage au sud du Mali », *Cahier Agricultures*, vol. XIXI, n° 3, p. 185-193.
- Savado, M.** (2000), "Crop Residue Management in Relation to Sustainable Land Use. A Case Study in Burkina Faso", Tropical Resource Management Papers 31, Wageningen University, Wageningen.
- Thébaud, B., Batterbury, S.** (2001), "Sahel Pastoralists. Opportunism, Struggle, Conflict and Negotiation. A Case Study from Eastern Niger", *Global Environment Change*, n° 11, p. 69-78.
- Touré, I., Ickowicz, A., Wane, A., Garba, I., Gerber, P.** (2012), "Atlas of Trends in Pastoral Systems in Sahel", Montpellier, FAO/CIRAD.
- Turner, M.D., McPeak, J.G., Ayantunde, A.A.** (2014), "The Role of Livestock Mobility in the Livelihood Strategies of Rural Peoples in Semi-Arid West Africa", *Human Ecology*, n° 1, p. 1-17.
- Valenza, J.** (1984), « Surveillance continue des pâturages naturels sahéliens sénégalais. Résultats de dix années d'observation », *Agrostologie*, n° 44, Dakar, ISRA-LNERV.
- Von Wehrden, H., Hanspach, J., Kaczensky, P., Fisher, J., Wesche, K.** (2012), "Global Assessment of the Non-Equilibrium Concept in Rangelands", *Ecology Applications*, vol. XXII, n° 2, p. 303-399.
- Ward, S.J.E., Midgley, G.F., Jones, M.H., Curtis, P.S.** (1999), "Responses of Wild C4 and C3 Grass (Poaceae) Species to Elevated Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration. A Meta-Analytic Test of Current Theories and Perceptions", *Global Change Biology*, vol. V, n° 6, p. 723-741.