



ECOWAS COMMISSION
COMMISSION DE LA CEDEAO
COMISSÃO DA CEDEAO

Mars 2021

Quelles perspectives pour les systèmes d'élevage mobiles face à la densification des espaces ruraux et au changement climatique en Afrique de l'Ouest ?

Note thématique de réflexion n°2



Cette note thématique de réflexion a été réalisée dans le cadre de la mise en œuvre de la politique agricole de la CEDEAO, l'ECOWAP, et plus précisément du Projet « Elevages et pastoralisme intégrés et sécurisés en Afrique de l'Ouest » (PEPISAO), mis en œuvre par la Commission de la CEDEAO à travers sa Direction agriculture et développement rural (DADR), et dont les composantes 1 et 2 ont été déléguées au Secrétariat exécutif du CILSS.

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Agence française de développement (AFD) et de la FAO et l'appui technique du CILSS, du Groupement IRAM-ISSALA-LARES, de Pierre Hiernaux et de Mohamed Habibou ASSOUMA.



Groupement
IRAM
ISSALA
LARES

Ce rapport est publié sous la seule responsabilité de la Direction agriculture et développement rural de la CEDEAO et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'AFD, de la FAO et des Etats Membres de la CEDEAO et du CILSS.

Pour de plus amples renseignements, veuillez contacter :

COMMISSION DE LA CEDEAO

Département des Affaires économiques et à l'Agriculture

Direction agriculture et développement rural

Annexe River Plaza – 496 Abogo Largema Street – Central Business District

PMB 401 Abuja FCT – République Fédérale du Nigéria

 agric_ruraldev@ecowas.int

 www.ecowap.ecowas.int

 [ecowas.agriculture](https://www.facebook.com/ecowas.agriculture)

 [ecowas_agric](https://twitter.com/ecowas_agric)

Pour citer ce document :

Commission de la CEDEAO. *Note thématique de réflexion n°2 : Quelles perspectives pour les systèmes d'élevage mobiles face à la densification des espaces ruraux et au changement climatique en Afrique de l'Ouest ?*. 2021

La copie, le téléchargement ou l'impression du contenu de ce document pour une utilisation personnelle sont autorisés. Il est possible d'inclure des extraits de ce document dans des documents, présentations, blogs, sites internet et matériel pédagogique, sous réserve de faire mention de la source et du copyright. Toute demande en vue d'un usage public ou commercial ou concernant les droits de traduction devra être adressée à la CEDEAO.

SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	4
RESUME EXECUTIF.....	6
1 INTRODUCTION.....	7
1.1 Problématique et enjeux.....	7
1.2 Objectifs de cette note.....	11
1.3 La démarche méthodologique	12
2 MISE EN PERSPECTIVE DES MUTATIONS CLIMATIQUES, FONCIERES ET FOURRAGERES EN COURS EN AFRIQUE DE L’OUEST ET AU SAHEL	14
2.1 Facteurs de changements climatiques, fonciers, et fourragers qui pèsent sur les systèmes d'élevage pastoral à mobilité régionale, et dynamiques émergentes	14
2.2 Politiques publiques et autres interventions liées au changement climatique, à la densification des zones pastorales, et à la capacité de production fourragère	17
3 QUELS SCENARII D’EVOLUTION ET PERSPECTIVES A L’HORIZON 2040	20
3.1 Scénario sans changement de politiques : poursuite des politiques en cours.....	21
3.2 Scénario de changement radical : l’arrêt des transhumances.....	22
3.3 Scénario d’investissement résolu de modernisation de la mobilité pastorale	24
4 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	27
BIBLIOGRAPHIE.....	30

Liste des sigles et abréviations

APESS : Association pour la Promotion de l'Élevage au Sahel et en Savane

BOAD : Banque Ouest Africaine de Développement

C₃ : voie métabolique de fixation du carbone par photosynthèse (par référence à la 3-phosphoglycérate)

C₄ : voie métabolique de fixation du carbone par photosynthèse (par référence à l'oxaloacétate)

CEDEAO : Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest

CER: Communauté économique régionale

CHIRPS : Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data

CH₄: Méthane

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CIRDES : Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide

CO₂: Dioxyde de carbone

CRA : Centre Régional Agrhymet

CSE : Centre de Suivi Ecologique

CSFD : Comité Scientifique Français de la Désertification

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

FARM: Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (= IPCC)

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

GMV: Grande Muraille Verte

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (= GIEC)

IRAM: Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de développement

N₂O : Protoxyde d'azote

ONG : Organisation non gouvernementale

PADEL : projet d'appui au développement de l'élevage

PAPF : Projet d'autopromotion pastorale dans le Ferlo

PDDEPS : Programme de Développement Durable des Exploitations Pastorales au Sahel

PEPISAO: Projet élevages et pastoralisme intégrés et sécurisés en Afrique de l'Ouest

PIB : Produit intérieur brut

PPZS : Pôle Pastoralisme et Zones Sèches

PRAPS : Projet régional d'appui au pastoralisme au Sahel

PREDIP : Projet Régional de Dialogue et d'Investissement pour le Pastoralisme et la transhumance

PRIDEC : Programme Régional d'Investissement pour le Développement de l'Élevage dans les pays Côtiers

RBM : Réseau Billital Maroobé

RCP : Representative Concentration Pathways (scenarii climatique du GIEC)

RNA : Régénération naturelle assistée

ROPPA : Réseau des Organisations Paysannes et de Producteurs de l'Afrique de l'Ouest

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UNCCD : United Nations Convention to Combat Desertification ou Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification

ZDF : Zweites Deutsches Fernsehen (deuxième chaîne de télévision allemande)

Résumé exécutif

La dynamique des systèmes d'élevage en Afrique de l'Ouest subsaharienne à l'horizon 2040 est davantage déterminée par les changements sociétaux en cours et attendus que par le changement climatique.

Le changement climatique devrait se traduire par des hausses de la concentration en gaz carbonique de l'air, des températures aux saisons les plus chaudes, et de la pluviosité principalement due à des gros orages plus fréquents et plus intenses. Ces hausses devraient favoriser la production végétale, mais aussi les ruissellements, l'érosion des sols et les inondations.

L'augmentation rapide et persistante de la densité de population rurale en dépit d'une urbanisation spectaculaire devrait alimenter la poursuite de l'expansion des terres cultivées, la réduction et la fragmentation des terres de parcours, entravant la mobilité pastorale. Cela devrait réduire l'activité des élevages pastoraux à mobilité saisonnière, mais aussi celle des élevages sédentaires privés de parcours et de source de jeunes animaux à des prix compétitifs.

Une politique qui préconiserait l'arrêt des transhumances saisonnières régionales au profit d'élevage en ranch et en stabulation précipiterait la déchéance des élevages pastoraux et aggraverait leur fragilité vis-à-vis des aléas climatiques comme sécuritaires. Cette mutation requerrait un investissement hors de portée des éleveurs qui seraient réduits à travailler pour des investisseurs privés ou des sociétés agro-industrielles.

La seule politique qui pourrait soutenir durablement les systèmes d'élevage dans leur diversité et complémentarité serait celle d'un investissement public résolu des États et des Communautés économiques régionales (CER) dans la transformation et la modernisation de la mobilité pastorale.

L'accès aux ressources pastorales et la mobilité régionale et locale des troupeaux devraient être sécurisés en réaffirmant le statut communautaire ou public des points d'eau et des parcours des zones hyperarides, mais aussi des terres non cultivables en zone plus humide, ainsi qu'un droit d'accès négocié aux terres cultivées après les récoltes. Il faudrait fixer des cadres de concertation locale et régionale, et faciliter les accords contractuels entre pasteurs, agropasteurs et agriculteurs.

Il faudrait compléter, réhabiliter et gérer les infrastructures hydrauliques et vétérinaires, les couloirs de passage du bétail, les terres réservées au pâturage, les gîtes ou enclos pour le bétail, avec le souci d'un maillage des infrastructures adapté aux ressources fourragères disponibles, établi en concertation avec les associations d'éleveurs et les collectivités territoriales.

Un engagement national et international devrait venir à bout de l'insécurité civile qui sévit dans plusieurs régions pastorales accompagné d'investissements importants dans les infrastructures de l'éducation, la santé, les routes et les télécommunications qui assureraient la sécurité et l'adaptation de l'élevage pastoral aux changements sociétaux.

1 Introduction

1.1 Problématique et enjeux

L'Afrique de l'Ouest dispose d'énormes potentialités naturelles. Selon les statistiques de la FAO, la région dispose d'environ 236 millions d'hectares de terres cultivables sous des climats humides à semi-aride (Blein et al., 2008). Environ 55 à 60 millions d'hectares sont effectivement cultivés, soit 24% du potentiel chaque année. A ce potentiel cultivable, il faut ajouter quelques 119 millions d'hectares de pâturages favorables au développement de l'élevage pastoral. **Cet élevage pastoral est d'ailleurs pratiquement la seule façon de valoriser les zones hyper-arides, arides et les terres les moins fertiles des zones semi-arides et subhumides. Cet élevage constitue une valeur économique de premier ordre dans la région en contribuant à 40 - 60% du PIB agricole (UNCCD, 2019).** L'Afrique de l'Ouest dispose également d'importantes ressources hydriques. En effet, selon FARM (2008), il tombe en moyenne chaque année, 3 765 milliards de mètres cubes d'eau en Afrique de l'Ouest, avec une répartition variable d'une année à l'autre et très inégale entre les régions. En effet, si le climat de l'Afrique de l'Ouest au sud du Sahara est régi par la mousson ouest africaine (Redelsperger et al., 2006), la durée de la saison des pluies et le volume des pluies annuelles décroissent du sud au nord, de la Côte du Golfe de Guinée au Sahara, définissant un gradient bioclimatique (Fig. 1) qui structure les ressources primaires (Aubrèville and Chevalier, 1949; Le Houerou, 1989), mais aussi les systèmes agraires en général et les systèmes d'élevage en particulier (Blein et al., 2008). Les eaux souterraines de la région sont estimées à 316,7 milliards m³ et les eaux de surface sont estimées à 271,5 milliards de m³, mais leurs distributions géographiques sont très inégales. La distribution spatiale et la saisonnalité des eaux de surface sont régies par la mousson ouest africaine, mais largement modifiées par les modes de ruissellement de surface ou subsurface qui définissent des bassins versants, isolés dans les régions endoréiques des zones hyperarides et arides, ou inter-reliés dans les régions exoréiques des zones plus humides (Malam Abdou, 2014). La distribution, la profondeur, le débit et la recharge des eaux souterraines dépendent avant tout de la géologie (Detay et al., 1992), avec des aquifères généralement continus, mais souvent profonds dans les grands bassins sédimentaires (Sénégal-Mauritanien; Taoudéni ; Iullemmeden; Tchad). Par contre les aquifères sont discontinus, souvent plus superficiels et localisés le long des écoulements sur le socle (Mauritanides; craton Ouest Africain; bouclier Nigérian; bouclier Hoggar-Ifoghas-Air).

Les systèmes agraires de l'Afrique de l'Ouest sont très largement dominés par des exploitations familiales, même si des entreprises agro-industrielles ont une place dans les cultures et plantations visant l'exportation surtout en zone humide ou en culture irriguée (canne à sucre, bananes, ananas, agrumes, palmier à huile...). L'effectif de ces exploitations familiales est très mal connu, probablement au-delà de 36 millions pour une population rurale de 215 millions dans les pays de la CEDEAO en 2018 (FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>). **Ces systèmes agraires familiaux sont très diversifiés en adaptation à l'étagement bioclimatique régional, aux particularités agroécologiques locales, aux cultures paysannes, mais aussi à l'historique des politiques économiques et sociales nationales** (Raynaut, 2001). Ainsi le climat étage les

cultures pluviales, avec un choix de cultures limité en zone semi-aride dominé par les mils associés au niébé, qui s'élargit avec plus de pluies au sorghos, arachide, puis au maïs, coton et soja, puis aux tubercules, igname, patate douce et manioc, et finalement au riz pluvial et à la banane plantain pour ne citer que les principales cultures (Dixon et al., 2019).

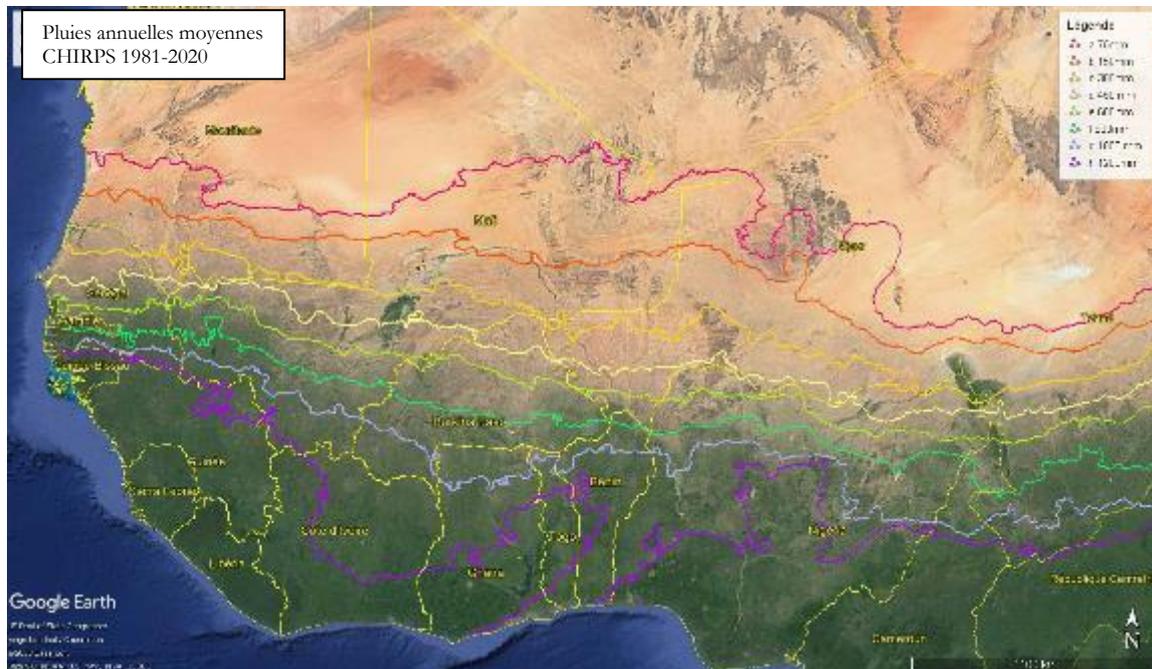


Figure 1. Carte des pluies annuelles moyennes en Afrique de l'Ouest (données CHIRPS 1981-2020). Avec l'étagement des zones bioclimatiques : hyper-aride, saharienne, au nord de l'isohyète 75mm ; aride, nord-sahélienne, entre les isohyètes 75 et 300 mm ; semi-aride, sud-sahélienne entre 300 et 600 mm ; subhumide, soudano-sahélienne entre 600 et 800 mm ; subhumide, soudanienne, entre 800 et 1000 mm ; humide, soudano-guinéenne entre 1000 et 1200 mm ; très humide, guinéenne au-delà de 1200 mm. Sources Servir : <https://climateserv.servirglobal.net/>

Parallèlement, les systèmes d'élevages et les races animales s'étagent le long du gradient bioclimatique, en fonction de l'adaptation, fruit d'une sélection séculaire, à la prévalence de zoonoses liées au climat, comme la trypanosomiase, et à des particularités agro-écologiques locales (Doutressoulle, 1947; Ickowicz et al., 2012). **Dans leur grande majorité, les élevages sont également familiaux, et ils sont pastoraux dans la mesure où le bétail est nourri presque exclusivement par la pâture de parcours communautaires ou publics, chaumes et jachères inclus** (Hiernaux and Assouma, 2020). La pâture est organisée le long d'un circuit quotidien de jour et parfois de nuit (parfois aussi organisé sur 2 ou 3 jours) qui relie les aires de pacages au points d'abreuvement et aux sites de repos-rumination : étables, parcs ou simples gîtes. A cette mobilité quotidienne peuvent s'ajouter des déplacements saisonniers intra ou inter pays de plus grande ampleur pour les élevages pastoraux transhumants et nomades (ZFD, 2008; Turner et al., 2014). Qu'elle soit locale et quotidienne, ou régionale et saisonnière, la mobilité pastorale vise à optimiser la qualité de la sélection fourragère du bétail à la pâture (Assouma et al., 2018). **Qu'ils soient sédentaires ou mobiles, les élevages pastoraux sont principalement des élevages**

naisseurs qui commercialisent surtout les jeunes mâles et les animaux de réforme (Wilson, 1986; Wane et al., 2009). Ils constituent le principal point d'approvisionnement pour les systèmes d'embouche dans les élevages périurbains et les abattoirs des grandes villes. En conséquence, la composition de leur troupeau est largement dominée (70-85%) par des femelles dont la production laitière souvent saisonnière n'est que partiellement commercialisée sur les marchés locaux (Sanogo, 2011).

Contrairement à l'Afrique australe et orientale, l'élevage en ranch dans lequel le bétail est aussi nourri par la pâture, mais sur des parcours privés, est rare en Afrique de l'Ouest (Thébaud & Corniaux, 2019). Par contre, il existe à côté de l'élevage pastoral un élevage sédentaire en stabulation dans lequel le bétail est nourri par affouragement et distribution d'aliments à l'auge (Lhoste et al., 1993). L'élevage en stabulation est spécialisé dans l'embouche, le ré-élevage, le maintien d'animaux de traction ou de bât, ou encore la production laitière. Dans les zones hyperarides et arides où les cultures se limitent aux oasis et à des cultures pluviales risquées, l'élevage pastoral à mobilité saisonnière d'ampleur régionale domine. Dans les zones semi-arides et subhumides, l'élevage pastoral à mobilité saisonnière régionale coexiste avec un élevage pastoral sédentaire pour lequel la mobilité des troupeaux se limite aux circuits de pâture quotidienne locaux. En zone subhumide et humide, les élevages pastoraux surtout sédentaires coexistent avec des élevages en stabulation qui sont particulièrement développés en zone périurbaine.

Les ressources fourragères et ressources en eau utilisées par l'élevage s'étagent sur le long du gradient bioclimatique avec les steppes à herbacées pérennes éparses avec des buissons et arbustes très clairsemés dans les parcours hyperarides dont les productions et qualités fourragères varient très largement avec les pluies d'une année sur l'autre. Une seule pluie d'orage peut déclencher la germination d'annuelles éphémères, très appréciées du bétail (a'acheb des pasteurs arabes) qui bouclent leur cycle en deux à trois semaines. En zone aride et semi-aride les parcours sont des savanes dominées par des graminées annuelles, parsemées d'arbustes et petits arbres. Les annuelles sont d'excellente qualité fourragère au cours des quelques semaines de croissance, mais meurent en fin de saison des pluies et leurs pailles sont de qualité fourragère médiocre et qui se dégrade au cours de la longue saison sèche de 07 à 09 mois (Hiernaux and Le Houerou, 2006). Cependant de nombreuses espèces ligneuses apportent en saison sèche un fourrage vert d'importance stratégique (Assouma et al., 2017). En zone subhumide et humide les herbacées de savane sont des pérennes cespiteuses très productives dont la qualité fourragère décroît rapidement avec la croissance (Fournier, 1996). Par contre, les repousses végétatives au cours de la saison sèche souvent rendues plus accessibles au bétail par des feux qui consomment la masse de paille et de litière, sont de qualité acceptable pour maintenir l'état d'embonpoint du bétail (César, 1981). La densité des peuplements ligneux de ces zones varie entre l'extrême des savanes herbeuses des sols superficiels (*bowé*) ou hydromorphes, aux forêts claires et forêts galeries, en passant par les savanes plus ou moins densément arbustives et arborées. Cependant, seul un petit nombre de ces espèces ligneuses sont appréciées par les ruminants, leur valeur fourragère est donc restreinte en dépit des masses considérables de feuilles produites (Guérin, 1994). De plus une part importante de cette masse de feuillage n'est pas directement accessible aux animaux car se trouvant à plus de 3m de hauteur. En outre, les cultures fournissent une ressource

fourragère qui augmente avec la pluviométrie (Fig. 2). Une large part de ces fourrages est constituée par les chaumes des céréales, mil, sorgho, maïs et riz dont une grande partie est consommée par le bétail par pâture directement dans le champ après la récolte des grains. Mais une part croissante est aussi consommée après collecte des chaumes parfois mis en gerbier au champs ou transportés à la ferme pour un usage fourrager privé. Par contre, les légumineuses à double fin, niébé, arachide, voandzou et soja dont les fanes sont de haute qualité fourragère sont généralement récoltées et conservées en sec. Une partie de cette réserve fourragère est distribuée à l'auge et le reste vendu dans les villes ou le long des routes au travers d'une filière aliment bétail qui commence à se structurer du fait des pénuries de ressources fourragères récurrentes ces dernières années. Enfin, les résidus de transformation des grains, balles et sons, farines basses, graines de coton, tourteaux de coton, d'arachides, de soja, de sésame, sont commercialisés bruts ou après mélange comme aliment bétail. Jusqu'ici et en dépit des efforts de promotion, la part des cultures fourragères reste minime, à l'exception de quelques cultures en irrigué (Luzerne et graminées pour la coupe en vert: *Brachiaria* spp, *Pennisetum* spp, *Sorghum* spp...) et des légumineuses de valeur nutritive variables pour les animaux utilisées comme plantes de couverture dans les plantations de la zone humide (*Stylosanthes* spp, *Arachis pintoï*, *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Mucuna pruriens*...) (Klein et al., 2014).

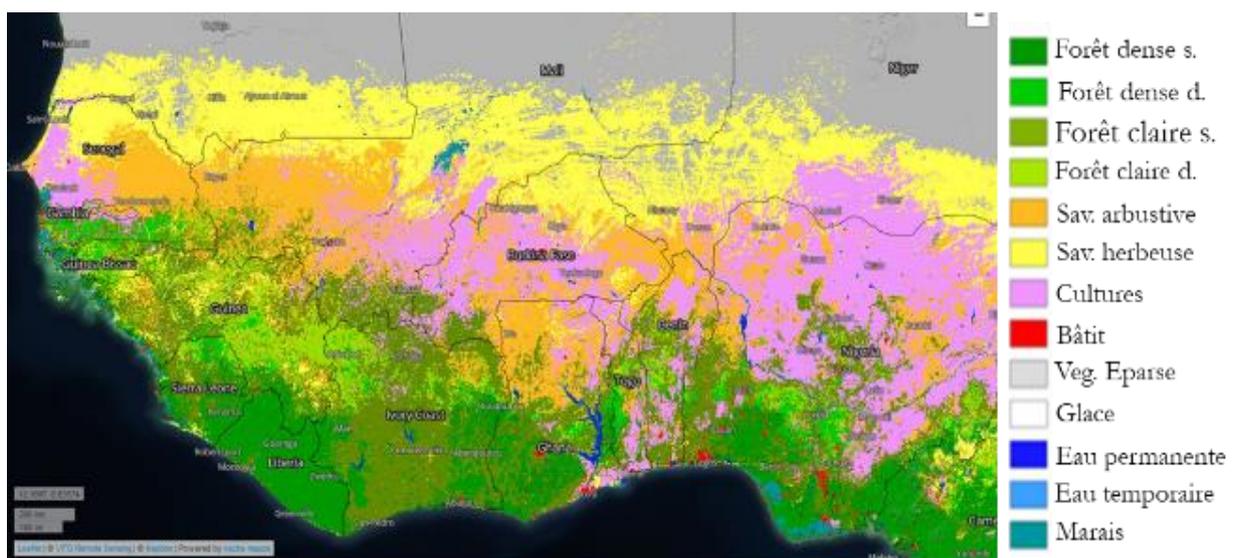


Figure 2. Carte de l'occupation des sols et des types de couvert végétal de l'Afrique de l'Ouest produite par Copernicus Global Land Service (version 3 2015-2019).

Pour les forêts denses et claires sont distinguées de celles qui sont dominées par des espèces sempervirentes (s.) et décidues (d.). Pour les savanes (sav.) les savanes arbustives sont distinguées des savanes herbeuses. Aux cultures il faudrait ajouter les cultures et plantations menées sous couvert forestier. Source : Buchhorn et al. (2020).

Les ressources fourragères des parcours dont les superficies diminuent du fait de l'avancée des fronts agricoles et du mitage urbain sont de plus en plus confrontées à la

surexploitation et à l'impact du changement climatique (qui est également d'origine anthropique), qui réduisent leur productivité et leur qualité. En effet les terres cultivées qui s'étendaient sur 520 404 km², 13,6% des terres des pays de la CEDEAO en 1975, s'étendaient sur 1 057 624 km², 27,8% des terres, en 2013, soit une progression de 104% en 35 ans (Tappan et al., 2017). Parallèlement, les terres bâties progressaient de 141%, les sols nus progressaient de 10% en liaison avec l'érosion des sols et aussi le développement de l'exploitation minière, alors que les steppes et savanes sahéliennes régresaient de 13%, les savanes soudano-guinéennes de 22% et les forêts de 20%. En outre, **la réduction de la superficie des parcours s'accompagne de leur fragmentation et l'occupation des couloirs de passage du bétail qui tous les deux réduisent l'accès aux parcours restants et parfois aux points d'eau.** Cette évolution réduit les marges de manœuvre des activités pastorales et limite les opportunités de futurs défrichements agricoles. Néanmoins, suivant les pays et les zones agroécologiques, les dynamiques d'exploitation des ressources jouent différemment ; par exemple : il y a une remontée des cultures dans les zones pastorales arides de Mauritanie et du Niger, une densification du parc agro-forestier dans certains terroirs agricoles semi-arides, une expansion des terres cultivées aux abords et dans les zones humides. **Cette situation a accentué la compétition pour l'accès aux ressources naturelles et au foncier pour les deux systèmes extensifs de production : l'agriculture familiale et l'élevage pastoral. L'élevage pastoral est souvent perçu comme une source de dégradation de la végétation par « surpâturage », et de l'environnement en accélérant les processus érosifs, et émetteur de gaz à effets de serre, de méthane entérique en particulier (Gerber et al. 2013). Mais de nombreuses études pondèrent l'impact que la pâture sur la production et sur la diversité végétale (Hiernaux 1998). La très forte saisonnalité de la saison de croissance (Hiernaux et Le Houérou 2006), la dynamique de type non-équilibre de la végétation qui en dérive (Behnke et al. 1993) et le comportement très sélectif du bétail à la pâture (Krätli et al. 2013) qui commande son comportement en troupeau (Moritz et al. 2014), expliqueraient la modération de cet impact (Thébaud et al 1995; Assouma et al. 2019).** Alors que de nombreuses études créditent le pastoralisme de capacité à régénérer la fertilité des sols (Manlay et al., 2004; Hiernaux and Diawara, 2014; Rasmussen et al., 2018), les politiques foncières mises en place ont favorisé de longue date l'expansion des terres cultivées au détriment des terres de parcours (Touré 2018) et donc de l'élevage pastoral. Les difficultés grandissantes d'accès aux parcours et points d'eau pour les systèmes d'élevage mobiles sont à la base de propositions souvent hâtives de reconversion ou de sédentarisation avec suppression de la mobilité (Nigeria Federal Government, 2019).

1.2 Objectifs de cette note

L'objectif de cette deuxième note thématique est de contribuer à nourrir la réflexion prospective sur les systèmes d'élevage mobile dans les années à venir au Sahel et en Afrique de l'Ouest en considérant les tendances lourdes de l'évolution du secteur.

De façon spécifique, la note cherchera à répondre aux questions suivantes :

- a. **Quelles sont les grandes tendances à moyen terme d'évolution au sein de l'espace régional** des productions et ressources pastorales et agro-pastorales fourragères

et hydrauliques en regard des tendances du cheptel avec le souci de la préservation des races locales et de la biodiversité. Mais aussi tendances de l'accès à ces ressources, du foncier en lien avec la fertilité des sols, de la main d'œuvre et du marché des produits et des intrants de l'élevage. Ces tendances seront analysées dans le contexte du changement climatique et des changements sociétaux : croît démographique, urbanisation, développement des communications et des technologies nouvelles, éducation et santé, sécurité civile, ainsi que les implications des politiques pastorales en cours.

b. **Comment de telles tendances pourront-elles affecter les systèmes d'élevage en général, et la mobilité des élevages pastoraux en particulier**, à l'horizon 2040 dans les différents agroécosystèmes ? Quelles sont les transformations qui en découleront pour ces systèmes d'élevage du point de vue de leurs performances, de leur compétitivité et de leur capacité d'adaptation ?

c. **Comment ces transformations pourront-t-elles faire face à moyen et long terme à la demande en ressources naturelles** (fourrage et eau, droit d'usage et foncier) ? Quelles en seront les implications pour les politiques agricoles, concernant les cultures et l'élevage des espaces sahéliens, soudaniens et guinéens (comment sécuriser l'élevage pastoral en absence de mobilité, notamment lors des crises climatiques, comment assurer la fertilité des terres cultivées) ?

d. **Comment les politiques foncières doivent-elles anticiper sur l'exacerbation de la compétition pour l'accès aux ressources naturelles**, à la terre, à l'eau, au bois, aux fourrages herbacés et ligneux, et accompagner de telles transformations ?

e. **Quelle place pour le pastoralisme et l'agro-pastoralisme dans les politiques agricoles et foncières à venir ?**

f. **Quels seraient les impacts multidimensionnels d'une sédentarisation des systèmes d'élevage pastoraux à mobilité régionale dans le contexte du changement climatique et des changements sociétaux en cours ?**

g. **Quelles en seraient les implications en termes de gouvernance de l'espace, des terroirs et spécifiquement du foncier agro-pastoral** pour l'accès des éleveurs pastoraux sédentarisés au foncier ?

h. Quelle politique de coopération régionale pour instaurer une transhumance et des migrations pastorales pacifiques ?

i. Proposer et évaluer trois scénarii alternatifs de l'élevage en Afrique de l'Ouest dans les prochaines décennies.

1.3 La démarche méthodologique

La production de cette note s'appuiera sur deux approches complémentaires :

a. Une revue documentaire qui devrait s'appuyer sur les travaux de : (i) CILSS, notamment du CRA de Niamey, (ii) l'UICN de Ouagadougou et le CIRDES à Bobo Dioulasso. Ces institutions ont réalisé des travaux sur l'état des ressources naturelles et leur évolution récente, la dynamique du pastoralisme et des maladies animales au cours des dernières décennies. Cette analyse s'intéressera également aux documents (rapports d'étude et de

réflexion) produits par les institutions internationales (FAO, Union Africaine, CIRAD et IRAM à Montpellier) en lien avec le pastoralisme et la gestion des ressources naturelles, notamment le foncier, les pâturages, les ressources hydriques et les parcours du cheptel.

b. La réalisation d'un certain nombre d'entretiens avec : (i) des personnes ressources qui s'investissent dans la gestion des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest (CSE à Dakar, Université Abdou Moumouni de Niamey, CIRDES de Bobo Dioulasso, PPZS à Dakar (ii) des responsables des organisations des producteurs agricoles (ROPPA), des éleveurs et agropasteurs (APESS) et des pasteurs (RBM) pour recueillir leur perception sur les tendances passées et futures des ressources naturelles de la région et sur la pratique du pastoralisme.

2 Mise en perspective des mutations climatiques, foncières et fourragères en cours en Afrique de l'Ouest et au Sahel

2.1 Facteurs de changements climatiques, fonciers, et fourragers qui pèsent sur les systèmes d'élevage pastoral à mobilité régionale, et dynamiques émergentes

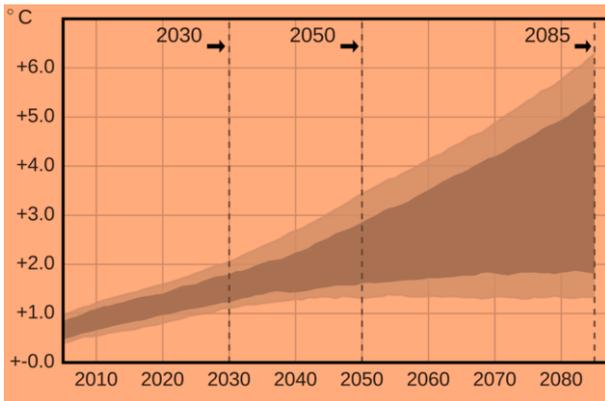
Le changement climatique

Comme partout ailleurs sur le globe, le climat est affecté par l'augmentation des températures de l'air, en fonction de l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre, en particulier le CO₂, le CH₄ et le N₂O (IPCC, 2013). La température annuelle moyenne a augmenté de 1 à 2 °C en zone sahélienne et seulement de 0,5°C en zone guinéenne entre 1950 et 2010. Et la hausse des températures s'est accéléré pour atteindre 0,24 à 0,30°C par décennie au Sahel et 0,15 à 0,20°C en zone guinéenne au cours des 30 dernières années. Toutefois, dans le contexte de la mousson ouest-africaine qui prévaut dans la région, l'augmentation de la température affecte surtout les mois les plus chauds de la fin de la saison sèche (Avril-Mai-Juin), et un peu en tout début de saison sèche (Octobre-Novembre), surtout par des températures minimales quotidiennes et donc nocturnes plus élevées (Guichard et al., 2017). **Cette augmentation des températures a donc peu d'impact sur la croissance des plantes, cultures comprises, qui croissent au cours de la saison des pluies.** Selon les projections des modèles globaux utilisés par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (IPCC, 2013), les températures devraient continuer à augmenter sur tout le gradient bioclimatique au cours du XXI^e siècle (Fig. 3), de 1,7°C selon le scénario optimiste (Scénario de concentration représentative, RCP de 4,5 Wm²) et jusque de 4,3°C dans le scénario pessimiste (RCP 8,5 Wm²).

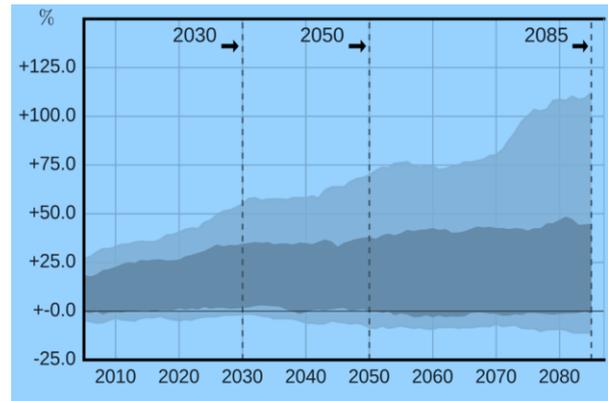
La tendance de la pluviosité annuelle observée jusqu'à présent (Lebel and Ali, 2009; Nicholson, 2013), et les prévisions climatiques basées sur une modélisation à l'échelle du globe (Fig.2) contredisent la croyance populaire diffusée par les médias à une tendance à l'aridification progressive de l'Afrique de l'Ouest (Boudet, 1972). En effet, au Sahel, après vingt-cinq ans de faibles précipitations à partir de la fin des années 1960, avec deux grandes sécheresses en 1973-74 et 1984-85, les précipitations annuelles ont augmenté au Sahel central depuis le milieu des années 1990, et depuis le début de l'année 2000 dans le Sahel occidental (Nicholson, 2013). **Cependant, ce retour à une pluviosité en moyenne plus élevée est spatialement inégal avec de grandes variations interannuelles et il n'a pas atteint le niveau des pluies de la période humide 1950-1967.** En outre, le régime des précipitations s'est modifié en conservant le même nombre de jours de pluie que pendant la période sèche 1968-1993 (Ozer et al., 2017) mais avec une fréquence plus élevée des fortes pluies qui augmentent le risque d'inondations (Panthou et al., 2014). Il y aurait aussi une tendance prospective à une distribution un peu plus tardive des pluies. Ces changements de distribution influencent fortement la productivité des parcours avec certaines années

une forte baisse quand il se produit une longue interruption des pluies au cours de la saison des pluies.

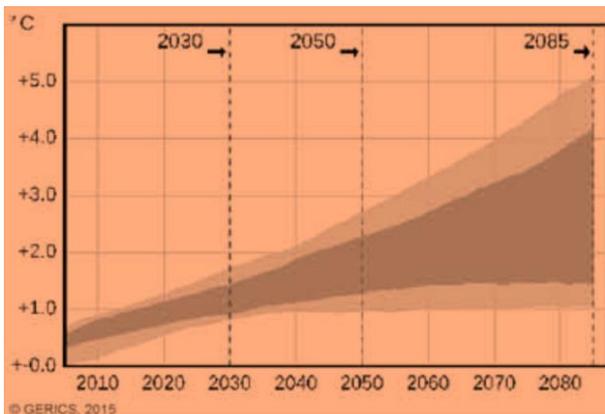
La pluviosité a été moins affectée en zone soudanienne et guinéenne qu'au Sahel pendant les trois décennies sèches 1970-1990, néanmoins sur les deux dernières décennies les pluies moyennes annuelles sont en hausse, plus nettement sur la côte qu'à l'intérieur des terres et qu'en zone soudanienne, et plus marquée à l'Est (Nkrumah et al., 2019). Comme au Sahel, cette hausse s'explique par une plus grande fréquence des gros orages plus marquée au cours de la seconde période de pluies (Septembre-Novembre).



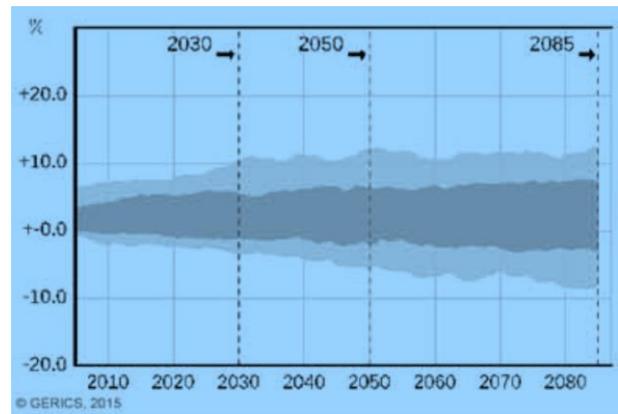
Niger : température moyenne/an (°C)



Niger : total des pluies annuelles (%)



Benin-Togo-Ghana : température moyenne/an (°C)



Benin, Togo, Ghana : total des pluies annuelles (%)

Figure 3. Prédications des modèles globaux du GIEC AR5 tous scénarios confondus (RCP2.6, 4.5, 8.5) avec probabilité forte (66% : bande sombre) et très forte (90% : bande claire). Source (GERICS, 2016) Climate fact sheet

Ces tendances à la hausse des pluies, accompagnées par celles des températures, surtout en saison sèche, et celle de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère devraient favoriser la croissance végétale au moins là où la fertilité en azote et phosphore des sols le permet, et en particulier sur les marges sahariennes du Sahel. En effet, ces mêmes facteurs devraient aussi renforcer le lessivage des sols, en aggraver l'acidité et accélérer la minéralisation de la matière organique aboutissant à une baisse de

productivité (Penning de Vries and Djiteye, 1982). **Il est aussi possible que ces tendances, surtout l'augmentation des teneurs en CO₂ favorisent les plantes dont la photosynthèse est de type C3, en particulier les ligneux au détriment des plantes dont la photosynthèse est de type C4, en particulier les graminées annuelles au Sahel et cespiteuses pérennes dans les savanes** (Ghannoum et al., 2000; Poorter and Navas, 2003). Cela pourrait entraîner à terme un embroussaillage des parcours et des savanes déjà très prévalent en Afrique australe et orientale (O'Connor et al., 2014; Belayneh and Tessema, 2017).

La fréquence plus élevée de fortes précipitations et la réduction locale du couvert végétal liée à l'extension des surfaces cultivées et bâties, ainsi que la pression accrue du bétail sur ce qui restera des terres de parcours devraient favoriser le ruissellement, aboutissant à un changement drastique des bilans hydriques locaux avec une hausse de la part des eaux de pluie écoulées dans les cours d'eau, les étangs et la recharge des aquifères (Favreau, 2002; Gardelle et al., 2010; Gal et al., 2017). Même le régime d'inondation des plus grands fleuves est déjà affecté, car c'est le cas du fleuve Niger à Niamey, qui connaît désormais une première crue précoce dite 'crue rouge' car les eaux sont très turbides, alimentée par les écoulements locaux (Descroix et al., 2012).

Les changements sociétaux

La composante majeure des changements sociétaux en Afrique de l'Ouest subsaharienne est l'augmentation rapide et persistante de la densité de population à un rythme de 3 à 4 % par an depuis le milieu du XXe siècle (Guengant and May, 2011). Elle a d'abord touché la population rurale qui prévalait auparavant, puis elle a accéléré la croissance de la population urbaine dans les pays côtiers et plus récemment dans les pays de l'intérieur (Denis and Moriconi-Ebrard, 2009). Parmi les conséquences qui affectent l'élevage pastoral, les zones cultivées s'étendent à un rythme proche de celui de la démographie humaine car il y a une faible intensification des systèmes de culture (Breman et al., 2001; Powell, 2014; Dixon et al., 2019). Les superficies cultivées ont augmenté au détriment des pâturages et des jachères et cela s'est accompagné d'une fragmentation parcellaire qui isole les pâturages dont l'accès nécessite plus de précautions, un gardiennage plus serré des troupeaux et plus de négociation préalable par les pasteurs. En outre, les pâturages convertis en terres de culture étaient généralement les plus fertiles, en particulier dans les zones humides, ce qui laisse en parcours les terres les moins productives, hyperarides et arides, rocheuses ou sur cuirasses (Schlecht et al., 2006). L'expansion des terres cultivées s'accompagne souvent de changements de régime foncier en faveur d'une utilisation privative, limitant l'usage communal, et notamment les droits de pâture (Turner et al., 2016). Si l'accès au parcours résiduels est parfois entravé, il reste gratuit, par contre l'accès aux chaumes et résidus de culture est de plus en plus souvent monétarisé. Dans les pays côtiers et en particulier au Nigeria, mais aussi la Côte d'Ivoire et le Sénégal, l'accaparement des terres par les agro-industries s'ajoute à la privatisation de l'accès par des villageois. **La réduction des ressources pastorales, celle de la superficie et de l'accès aux parcours, sont autant d'obstacles à la transhumance régionale et saisonnière des troupeaux pastoraux.** Or les transhumances vers les zones humides et la zone soudanienne en fin de saison sèche sont essentielles à la reproduction du bétail en maintenant son alimentation à un niveau acceptable alors que les ressources fourragères de la ceinture sahélienne deviennent très pauvres (Hiernaux et al., 2015). **Le déficit de**

ressources en saison sèche est d'autant plus grave que la densité du cheptel a aussi augmenté avec la population humaine, bien qu'à un taux inférieur à celui des superficies cultivées (Corniaux et al., 2012). Le déficit fourrager saisonnier est aggravé par la disparité de l'accès à l'eau lié d'une part au maillage irrégulier de points d'eau et d'autre part à leur capacité et statut divers. Localement abondants comme dans le Ferlo sénégalais, les points d'eau forment un réseau très lâche et disparate dans des régions pastorales comme le Gourma au Mali. Les ressources fourragères des régions sous-équipées sont sous utilisées au détriment de fortes charges autour des points d'eau de surface permanents et des forages à gros débit (Bécher et Mopaté, 2015). D'autre part, l'insécurité civile qui touche le Sahel ainsi qu'au nord des pays côtiers pose des obstacles supplémentaires à la mobilité du bétail en saison humide et en saison sèche (Déclaration de N'Djamena, 2013). En outre, les politiques de privatisation des terres avec l'attribution de titres de propriété à des agriculteurs individuels et la sédentarisation de populations mobiles menées dans certains des pays côtiers ont porté préjudice à la mobilité du bétail (Bassett, 1988; Moutari and Giraut, 2013). La première adaptation des familles d'éleveurs pastoraux aux restrictions de l'accès aux ressources pastorales vitales a été de diversifier leurs activités économiques, souvent en pratiquant des cultures vivrières pour répondre aux besoins alimentaires familiaux (Manoli et al., 2014). Cela implique un minimum de droits d'accès au foncier, généralement refusé aux pasteurs en zone sub-humide, et une sédentarisation au moins une partie de l'année et/ou une partie de la famille, et contribue à son tour à l'expansion des terres cultivées en particulier en zone aride sur le nord du front agricole. Or, le renforcement de la pluriactivité au sein des familles pastorales (Magnani et al. 2019) a également contribué à réduire les compétences des jeunes hommes en matière de techniques d'élevage et de gestion quotidienne du bétail, ce qui a conduit à une pénurie de main-d'œuvre qualifiée (Turner and Hiernaux, 2008).

2.2 Politiques publiques et autres interventions liées au changement climatique, à la densification des zones pastorales, et à la capacité de production fourragère

Tous les pays de la CEDEAO ont signé ou ratifié les accords de Paris sur le changement climatique. Cependant, les engagements de financement des États par ailleurs très sollicités par l'urgence d'assurer la sécurité civile et faire face aux catastrophes naturelles sont difficilement respectés et le financement repose principalement sur l'aide internationale (Watson and Schalatek, 2020).

Les politiques environnementales héritent d'une tradition forestière qui fait une place majeure aux plantations forestières comme outil d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. L'exemple du projet international de la Grande Muraille Verte (Duponnois and Dia, 2010; CSFD, 2011) est emblématique dans tous les pays du sahel. Les réalisations dans le domaine des plantations sont cependant très inférieures aux espérances en partie du fait d'un manque de suivi des plantations les premières années et des faibles taux de suivi des jeunes plantes (Mugelé, 2018). En outre cette politique de plantation ne ralentit pas l'exploitation des ressources forestières, en particulier pour satisfaire les besoins en bois de feu, d'œuvre ou de service, et en charbon des villes en expansion. Même les sanctuaires que constituent les zones de conservation, forêts classées

et parcs nationaux, sont difficilement épargnés. Par contre, un investissement important est consacré aux aménagements antiérosifs (banquettes, cordons pierreux, demi-lunes...) en particulier dans les pays du Sahel, avec l'implication des populations rurales et des ONG, largement financées par l'aide internationale (Di Vecchia et al., 2007). Certains de ces aménagements antiérosifs s'accompagnent de plantations forestières dont l'impact sur le « reverdissement » dû aux peuplements ligneux n'est malheureusement pas évalué, le reverdissement s'étendant largement au Sahel hors des zones aménagées (Brandt et al.2016).

Au-delà des aménagements antiérosifs, les politiques nationales de l'agriculture visent à soutenir une « modernisation » et une diversification des cultures. Par ailleurs, elles visent à promouvoir des pratiques qui relèvent de l'agroécologie pour lutter contre la dégradation de la fertilité des sols. Dans ces initiatives dites agro écologiques, la place de l'élevage se limite très souvent à l'apport de fumier pour les amendements organiques des sols de culture et à la valorisation des résidus de culture. La gestion raisonnée du parc agroforestier popularisée sous l'appellation 'Régénération Naturelle Assistée' est largement promue dans les pays sahéliens, en particulier au Niger et au Burkina Faso (Reij et al., 2005) mais son impact à long terme n'est pas évalué. L'intensification des pratiques culturales est plus avancée pour des cultures de rente en particulier le coton, dans une moindre mesure l'arachide, le sésame et le soja. Cette tendance est également observée depuis longtemps pour les cultures industrielles surtout dans les pays côtiers : canne à sucre, ananas, cacao, café, hévéa, palmier à huile, banane. **Pour les cultures vivrières, et en particulier les céréales mil, sorgho, maïs, fonio, et riz alluvial, les pratiques culturales demeurent globalement très extensives, avec des différences entre pays et régions pour le recours à la traction animale et très rarement mécanique.** Le recours à des micro-doses d'engrais placées au poquet qui permettrait d'augmenter les rendements est promu, mais reste loin d'être largement adopté (Ibrahim et al., 2016). De même l'adoption des variétés améliorées créées par la recherche agronomique est très variable suivant les pays et régions. Il est vrai que ces variétés n'expriment leur supériorité productive que dans de bonnes conditions de culture: fertilité des sols et pluviosité (Walker et al., 2014).

Par contraste avec le domaine des cultures et celui de la foresterie et de l'agroforesterie, les investissements dans le domaine de l'élevage sont faibles, sans rapport avec l'apport économique de l'élevage (Zoundi and Hitimana, 2008). Ils portent sur la santé vétérinaire et sur les marchés du bétail, et localement sur l'infrastructure d'hydraulique pastorale, mais peu sur la production et le développement des filières. En outre, un clivage s'est établi entre les politiques d'élevage des pays du Sahel et les pays côtiers. En effet la contribution économique et sociale de l'élevage pastoral commence à être reconnue officiellement dans les pays du Sahel avec les recommandations de la Déclaration de N'Djamena (2013) suivi par les accords politiques de la Déclaration de Nouakchott (2013). Cette reconnaissance a été accompagnée par le financement de projets de développement dédiés tels que le Projet régional d'appui au pastoralisme au Sahel, PRAPS1 (World Bank, 2015) dont la phase 2 est en préparation, mais aussi le programme régional d'investissement pour le développement de l'élevage dans les pays côtiers, PRIDEC (Magnani et al., 2017) qui tarde à être lancé faute de financement, le projet d'appui au développement de l'élevage, PADEL (De Haan et al., 2016), le Projet régional de dialogue et d'investissement pour le pastoralisme et la transhumance au Sahel et dans les pays côtiers

de l'Afrique de l'Ouest (PREDIP), le Programme de Développement Durable des Exploitations Pastorales au Sahel (PDDEPS) et le Projet élevages et pastoralisme intégrés et sécurisés en Afrique de l'Ouest (PEPISAO). Dans les régions pastorales, l'objectif est de réhabiliter, compléter et gérer les infrastructures hydrauliques et vétérinaires en concertation avec les associations d'éleveurs et les collectivités territoriales (Bonnet et al., 2005). Dans les régions agropastorales, l'objectif serait de fixer des cadres de concertation locale et régionale, afin de rendre la transhumance en saison sèche plus efficace et mutuellement bénéfique (Oxby, 1985). Cependant dans les pays côtiers, tout comme dans le sud de certains des pays sahéliens, cet objectif s'oppose à la volonté de « moderniser » l'élevage en le sédentarisant, en substituant à la pâture sur les parcours, l'affouragement et la distribution d'aliments du bétail récoltés sur l'exploitation ou achetés sur le marché. Cet objectif de sédentarisation de l'élevage accompagne une politique de sécurisation foncière des agriculteurs qui ambitionne la reconnaissance de titres fonciers aux agriculteurs. Les éleveurs pastoraux à mobilité saisonnière qui conservent jusqu'ici une place prépondérante dans la production animale dans les pays côtiers (FAO, 2019) risquent d'être exclus de cette privatisation, n'étant pas résidents permanents et utilisant des espaces en commun sans délimitation d'aire d'exploitation (Robert et al. 2018). Cette politique de privatisation du foncier accompagne la tendance assez générale à la déconcentration administrative suivie dans certains pays d'une décentralisation partielle qui se heurte à la verticalité du pouvoir politique renforcée par la militarisation opérée en réponse à l'insécurité civile et au terrorisme. L'importance des échanges économiques entre états sahéliens et côtiers plaide toutefois pour que des accords inter-états soient passés pour faciliter la mobilité transfrontalière du bétail (FAO/CIRAD, 2020).

3 Quels scénarii d'évolution et perspectives à l'horizon 2040

Quel que soit le scénario du GIEC dont se rapproche la réalité en 2040, il fera plus chaud de 0,5 à 1°C au Sahel et de 0,25 à 0,5 °C au Sud, et la pluviosité moyenne aura augmenté de 5 à 25% au Sahel et de 0 à 5% au Sud, avec dans tous les cas une plus grande fréquence des gros orages surtout en fin de saison des pluies. **La production végétale, des cultures et parcours devraient légèrement augmenter avec la hausse du CO2 et celle des pluies, avec peut-être un avantage pour les plantes ligneuses et donc une tendance à l'embroussaillage.** Cependant certains modèles agro-climatiques prévoient une réduction des rendements de mil et sorgho, principalement due à la hausse de température et son impact sur l'évapotranspiration (Sultan et al., 2013). **Quoi qu'il en soit pour les cultures, l'offre fourragère de qualité devrait rester très saisonnière, variable d'une année sur l'autre avec la distribution des pluies et distribuée de façon inégale dans l'espace localement, mais aussi le long du transect bioclimatique. La justification première de la mobilité pastorale devrait donc persister.**

Cependant, dans les 20 ans à venir, les changements sociaux et institutionnels semblent plus déterminants que le changement climatique pour l'évolution de l'élevage pastoral. En effet, l'essor démographique devrait se poursuivre même si un infléchissement des taux de croissance pourrait se confirmer dans les pays côtiers. Et même si une politique résolue d'investissements pour une intensification de l'agriculture était adoptée entre temps, l'exode rural devrait se poursuivre. Néanmoins, le croît démographique de la population rurale, à défaut d'un développement très rapide, peu probable, d'emploi alternatif pour les jeunes ruraux, devrait se traduire par la poursuite de l'expansion des superficies défrichées pour les cultures, avec la saturation de terroirs déjà densément peuplés au sud sahel et nord de la zone soudanienne (Fig. 2), et aussi l'ouverture de nouveaux fronts agricoles à la marge nord des cultures en zone pastorale, souvent du fait de la sédentarisation d'éleveurs pastoraux. En conséquence, l'espace pastoral devrait continuer à se réduire et à se fragmenter. Le rétrécissement historique des espaces pastoraux, leur fragmentation et les obstacles à leur accès par les troupeaux tandis que les effectifs des familles d'éleveurs et du cheptel croissent, devraient pousser l'élevage pastoral aux limites de la viabilité de la production animale (Lesnoff et al., 2012).

Nul ne sait qu'elle sera en 2040 la situation de sécurité civile dans les pays de la CEDEAO et les pays voisins. Néanmoins une persistance, l'extension ou l'aggravation de la situation d'insécurité locale actuelle pourrait provoquer des déplacements de population, une accélération de l'exode rural, et peut-être localement un abandon des terres agricoles et pastorales. Les scénarii d'évolution ci-dessous seront explorés: i) la poursuite des politiques en cours; ii) le changement radical avec l'arrêt des transhumances, iii) l'investissement résolu dans la modernisation de la mobilité pastorale.

3.1 Scénario sans changement de politiques : poursuite des politiques en cours

Les conséquences sur le changement climatique dans les 20 ans à venir d'une poursuite des politiques en cours qui diffèrent entre les pays sahéliens et les pays côtiers sont difficilement mesurables, mais elles devraient marquer les modes d'adaptation-atténuation de l'économie au changement climatique. **Le domaine le plus sensible devrait être la poursuite de l'expansion des terres cultivées au détriment des terres de parcours dans toute la région à l'exception de confins hyperarides et des terres incultivables (rocheuses, cuirasses).** Les terroirs déjà densément peuplés de l'ouest du Sénégal, du sud Mali, du centre et ouest Burkina, du sud Niger et nord et centre Nigéria (Fig.2) devraient achever leur saturation et des fronts cultureux devraient s'étendre aussi bien sur les frontières nord des terroirs en zone aride au Sénégal dans le Ferlo et le long du Fleuve Sénégal, au Mali dans le Kaarta, mais aussi le Séno Mango et sud Gourma, au Niger au nord Zinder et Gouré et Diffa, puis aussi à la périphérie des parcs nationaux situés en zones subhumides et humides (Robert et al., 2018)

Sans une volonté politique à l'international et suivie d'une mise en œuvre effective, cette expansion des terres cultivées devrait rapidement réduire la mobilité des pasteurs et de leurs troupeaux. Les transhumances des pasteurs sahéliens en direction des zones subhumides en fin de saison sèche et début des pluies deviendraient trop risquées et coûteuses pour permettre aux éleveurs de réduire les pertes d'embonpoint du bétail à cette saison et de maintenir les performances reproductives des femelles qui reposent sur l'état des femelles tout au long de la gestation. Les taux de fertilité des femelles adultes déjà faibles en comparaison avec ceux d'élevages d'autres continents avec un âge des vaches à la première mise bas entre 4 et 5 ans et intervalle entre vêlages de 1,5 à 2,5 ans, ne peuvent être réduits sans fortement affecter la productivité de l'élevage (Wilson, 1986).

Réciproquement, l'abandon progressif des couloirs de passages pastoraux devrait rendre très périlleux les transhumances des pasteurs des zones subhumides et semi-arides vers les riches parcours de saison des pluies des zones arides qui leur permettent un rapide gain de poids tout en soulageant les rares terres de parcours des terroirs agricoles semi-arides et subhumides de la pression pastorale pendant la saison de croissance. Certes les vastes parcours des zones arides et des marges sahariennes maintiendraient leur statut pastoral autorisant la mobilité locale et régionale des troupeaux leur permettant d'optimiser la sélection fourragère, clef de la productivité des troupeaux. Néanmoins **la fermeture progressive des parcours au sud devrait fragiliser les troupeaux en confinant la mobilité au nord sahel, sans échappatoire en cas de catastrophe: sécheresse, feux dévastateurs, invasion de criquets, foyers d'épizootie, insécurité civile, état de guerre** (Anderson and Monimart, 2009). A terme, cette fragilisation devrait réduire le cheptel et la production des élevages pastoraux nord sahéliens et donc leur capacité de naisseur à fournir de façon compétitive aux élevages pastoraux et spécialisés du sud des jeunes animaux, surtout mâles. Le renchérissement des jeunes animaux vendus sur le marché par les pasteurs peut entamer la rentabilité des élevages sédentaires spécialisés dans le ré-élevage ou l'embouche d'animaux jeune ou de réforme alors même que la demande de viande sur le marché est en plein essor du fait de la croissance

démographique et de l'émergence d'une classe moyenne dans les villes (Zoundi and Hitimana, 2008).

Les élevages des agro-pasteurs des zones semi-arides et subhumides devraient être les plus affectés par l'extension des cultures. En effet leur accès aux parcours nord sahéliens sera vite compromis par la disparition des couloirs de passage, et surtout celle des enclaves pastorales, par l'expansion des champs (Robert, 2010). **Cet élevage sera condamné à la sédentarité et il faudra une intégration agriculture élevage plus optimale dans la valorisation des résidus de culture, le recyclage de la matière organique dans les champs** et le développement de cultures fourragères. Or la pression sur les terres laissera peu de place aux cultures fourragères si ce n'est comme cultures associées aux céréales dont les principales candidates sont des légumineuses à double fin, niébé, arachide et soja qui ne sont pas directement pâturées. Au mieux de petites parcelles pourraient être allouées à la culture de graminées fourragères (*Brachiaria* sp, *Pennisetum* sp, *Sorghum* sp...) exploitées par fauche en vert pour l'affouragement à l'auge en saison des pluies. De plus, des initiatives comme celle en cours au Burkina Faso autour de la promotion des Banques fourragères arbustives pourront permettre à des agro éleveurs de produire des fourrages ligneux pendant toute l'année sur de petites parties de leur exploitations (Sib, 2018; Sib et al., 2020). Il est évident que le coût en travail et en intrants limiterait cette pratique à de très petits élevages en stabulation. Là encore **il faudrait tabler sur une baisse des effectifs de cheptel, qui entrainerait une paupérisation des ruraux, et une réduction du recyclage organique et minéral réalisé par le bétail via la distribution de ses excréments** (Schlecht et al., 2004). A terme, ce tarissement du recyclage alors que les cultures se densifient pourrait aggraver l'érosion de la fertilité des sols à moins qu'il ne soit compensé par l'apport de fertilisants peu probable sur les cultures vivrières à moins qu'une politique résolue d'accès des agriculteurs aux engrais organiques et minéraux n'intervienne pour rehausser la productivité et satisfaire les engagements de neutralité en matière de dégradation des terres pris par les États sahéliens dans le cadre de l'UNCCD.

3.2 Scenario de changement radical : l'arrêt des transhumances

Une suspension de la mobilité régionale et saisonnière des troupeaux ne pourrait être acquise que par coercition en particulier dans les parcours nord sahéliens. La difficulté de la mise en œuvre d'interdiction de la transhumance transfrontalière justifiée par les autorités par des risques économiques, sécuritaires ou sanitaires, en témoigne (SIRP, 2020). Néanmoins les politiques de sédentarisation de l'élevage pastoral, parfois présentées comme des politiques de lutte contre la « divagation » du bétail ne sont pas nouvelles et se sont traduites par des échecs ou n'ont pas été effectivement mises en œuvre comme le cas du Projet d'autopromotion pastorale dans le Ferlo (PAPF) supporté par la GIZ au Sénégal (Kiéma et al., 2006). Par contre cela reste une politique envisagée dans plusieurs pays côtiers, en particulier par le National Livestock Transformation Plan du Nigeria (Nigeria Federal Government, veut s'inscrire dans cette perspective entre 2019 et 2028ⁱ.) en dépit de la place majeure (80%) qu'occupe l'élevage pastoral dans la production animale (ruminants) du pays (FAO, 2019). C'est aussi le cas du Bénin, qui depuis trois années affiche une volonté de sédentariser son cheptel tout en interdisant l'entrée sur son territoire de troupeaux en transhumance à partir des pays voisins. Le Bénin négocie activement des financements auprès des bailleurs régionaux, en particulier la BOAD pour lancer son plan

de sédentarisation. Par contre il existe ailleurs en Afrique de l'Est et Australe, et sur d'autres continents, en particulier en Australie, aux USA, au Brésil et en Argentine, une alternative à l'élevage pastoral à mobilité saisonnière, c'est l'élevage en ranch qui est aussi un élevage naisseur, voué à la reproduction, avec des animaux principalement nourris par pâture. Mais dans l'élevage en ranch les parcours sont privés (individus ou sociétés) au lieu d'être des communs pastoraux. Cela impose de clôturer des espaces pâturables privatisés où le contrôle de ces charges peut être maîtrisé. Les clôtures et l'aménagement des points d'eau dans les parcs nécessite des investissements initiaux coûteux qui ne pourraient provenir que de financements externes, ensuite les coûts d'entretien et de main d'œuvre sont élevés, difficiles à assumer sur le long terme comme le montrent le sort des clôtures et aménagement (abreuvoirs, couloirs de contention) de la plus part des tentatives de ranchs privés ou publics (Boutrais, 1990; Thebaud et al., 1995). **L'élevage en ranch implique une réduction de la mobilité du troupeau même lorsqu'une rotation sophistiquée et rapide du bétail d'un parc à un autre est prévue** (Savory, 1983). Le maintien d'un troupeau dont la taille est fixe à l'intérieur d'un même espace implique que la production annuelle de pâturages soit stable. Cette stabilité des ressources est impossible en milieu sahélien à cause d'une répartition des pluies variable dans le temps et dans l'espace. Le contrôle du taux de charge est un atout de l'élevage en ranch, mais **le manque de flexibilité conduit rapidement à une sous-utilisation des ressources sur une partie des parcours, certaines années et saisons, avec des risques accrus d'embroussaillement ou d'incendie accidentel**, et une surexploitation dans d'autres parties des parcours avec le risque de favoriser des refus invasifs. Ces risques sont renforcés par l'élevage d'une seule espèce, souvent une seule race (Achard and Chanono, 2006) comme observé dans la plupart des ranchs, perdant ainsi les avantages des comportements d'alimentation complémentaire dans l'élevage multi-espèces.

Sur le plan social, l'investissement élevé nécessaire pour mettre en place et gérer un ranch exclut les familles pastorales locales et isole le propriétaire souvent éloigné du gérant et des éleveurs salariés (Thébaud & Corniaux, 2019). Cela peut provoquer une érosion rapide des compétences professionnelles des éleveurs qui perdent leur pleine responsabilité de gestion. Si l'élevage en ranch était développé, soutenu par des politiques de privatisation du foncier et par des investissements dans la production animale par les riches, nationaux ou étrangers, cela aggraverait la réduction et fragmentation de l'espace pastoral pour les éleveurs pastoraux à mobilité saisonnière restants. D'après Sounon et al. (2019) *“la sédentarisation des éleveurs mobiles romprait la complémentarité locale entre les systèmes d'élevage et conduirait à une perte de production de viande. En outre, aucun des scénarios d'amélioration explorés ne suffirait à compenser la perte de production de viande résultant de la politique de sédentarisation”*.

Une autre alternative à l'élevage pastoral consiste à réduire la mobilité saisonnière et régionale, au moins pendant la saison sèche : la stabulation. Le bétail élevé en stabulation (étable ou parc) est nourri à l'auge de quantités importantes de fourrages collectés et conservés tels que le foin, les fanes des cultures légumineuses (niébé, arachide, voandzou), les chaumes de céréales ou les sous-produits agro-industriels (graines de coton, tourteaux, mélasse...). Cette tendance est déjà présente dans le système d'élevage pastoral confronté à des restrictions sévères de l'accès aux parcours en saison sèche (Fernández-Rivera et al., 2005) et bien sûr dans les élevages spécialisés en stabulation, surtout en zones

périurbaines. En conséquence, la mobilité saisonnière et régionale des troupeaux est réduite ou supprimée, ce qui permet de découpler les taux de charge des disponibilités locales en fourrage avec le risque de surpâturage pendant la saison de croissance, conduisant à une réduction des ressources fourragères à l'année et un risque de dégradation surtout par envahissement par des espèces refusées par le bétail comme *Sida cordifolia* au Sahel ou *Hyptis suaveolens* en savanes sub-humides déjà fréquents sur les aires de concentration du bétail. En outre, les élevages pastoraux sahéliens ne sont pas les mieux situés géographiquement pour produire ou importer du fourrage pour le bétail ou des sous-produits agro-industriels, car ils se trouvent généralement dans des zones reculées, mal connectées et enclavées. Le coût élevé de production, du stockage et du transport nécessite des investissements que seuls les riches ou des financements extérieurs peuvent soutenir. Même dans le cas où ces investissements pourraient être supportés par des projets de développement, le véritable challenge est autour de l'entretien et du suivi des investissements au-delà de la période du projet.

Elevage en ranch et stabulation pourraient être combinés dans un élevage en ranch en zone pastorale soutenu par une alimentation en stabulation pendant la saison sèche, soit sur place en zone pastorale soit dans les terroirs agricoles ou en zone péri-urbaine où les animaux seraient déplacés saisonnièrement. Dans des situations favorables, la stabulation en saison sèche pourrait bénéficier de fourrages verts provenant de cultures fourragères de contre saison, irriguées. En fait, l'association de la stabulation et de l'élevage en ranch serait la seule option pour maintenir l'élevage en ranch à long terme comme le montre la gestion des quelques exceptions de ranchs opérationnels (Achard and Chanono, 2006). Toutefois, **le coût élevé de chacun des deux modes d'élevage s'additionne, renforçant la dépendance vis-à-vis des financements externes et les coûts sociaux associés.** Les risques de dégradation du surpâturage pendant la saison humide sont renforcés par le découplage de la charge d'avec les ressources locales, la charge dépendant des sources externes d'alimentation en saison sèche. **Cette solution réduit la mobilité des troupeaux, mais au prix d'une augmentation des coûts de transports d'animaux et surtout des aliments du bétail, au risque de remettre en question la rentabilité de l'élevage dans le contexte d'un marché compétitif à l'international. Cette option pourrait permettre de régler les conflits intercommunautaires qui se déclenchent lors des transhumances pendant la saison sèche et le début de la saison des pluies. Cependant, cela supprimera l'impact économique des transhumants sur l'économie des régions d'accueil, les liens sociaux qui se créent lors du séjour des transhumants de même que le bénéfice lié à l'accélération de la dégradation de la matière organique dans les champs à travers le dépôt des excréments.**

3.3 Scénario d'investissement résolu de modernisation de la mobilité pastorale

Développer un élevage diversifié, avec une composante pastorale à mobilité saisonnière régionale, parfois transfrontalière, à côté d'un élevage pastoral sédentaire, tous deux principalement naisseurs, et d'élevages sédentaires en stabulation spécialisés dans le ré-élevage, l'embouche ou la production laitière est l'option la plus adaptée pour faire face à la saisonnalité et à la variabilité interannuelle de la disponibilité et de la qualité du fourrage,

toutes deux susceptibles de devenir encore plus variables et inégales avec le changement climatique. **Les deux composantes pastorales requièrent la sécurisation de l'accès des troupeaux aux ressources pastorales, eaux et fourrages des parcours, chaumes et adventices des champs compris. Cela implique le maintien d'un statut communautaire des points d'eau et des parcours des zones hyperarides, arides, mais aussi des zones non cultivables et des espaces conservés** (forêts classées, des zone tampons autour des parcs nationaux) des régions plus humides (Lavigne Delville and Chauveau, 1998), ainsi qu'un accès négocié aux terres cultivées après les récoltes: chaumes et jachères (Bonnet and Herault, 2011).

L'optimisation de la sélection fourragère par le bétail à la pâture qui assure la meilleure productivité possible de l'élevage pastoral (Ayantunde et al., 1999) pourrait être renforcée par la flexibilité de la mobilité pastorale obtenue en décentralisant l'organisation des circuits quotidiens de pâture et celle de la transhumance saisonnière (Chirat et al., 2014). La gestion communautaire concertée apparaît également comme une solution plus efficace et moins coûteuse pour s'adapter à la distribution variable des ressources (Krummel and Dritschilo, 1977; Cossins, 1985). Elle assure une mobilité du bétail plus réactive, clé pour maîtriser les risques de dégradation par surcharge pendant la saison des pluies et favoriser la résilience des écosystèmes face aux aléas climatiques de la mousson (Breman and De Wit, 1983).

Par ailleurs, l'élevage pastoral à mobilité saisonnière régionale a une longue histoire de connexion avec les systèmes de production animale pastoraux sédentaires avec lesquels les collaborations sont nombreuses. Les éleveurs sédentaires servent de « logeurs » et d'intermédiaires, voire de représentants, aux éleveurs pastoraux transhumants de passage. Les pasteurs peuvent confier à leur « logeurs » des animaux blessés ou malades, ou qu'il faut vendre, et les éleveurs sédentaires peuvent confier une partie de leur cheptel aux pasteurs mobiles pour une transhumance. Les connexions des éleveurs transhumants avec des agro-éleveurs sédentaires spécialisés dans les zones semi-arides, subhumides et périurbaines sont aussi nombreuses. Les éleveurs pastoraux transhumants fournissent de jeunes animaux par le biais de contrats directs ou par l'intermédiaire des marchés de bétail (Touré et al., 2012). Cette disposition inclut les jeunes mâles soit pour le bât (Vall et al., 2003) soit pour l'embouche, et les jeunes femelles pour le renouvellement des troupeaux laitiers dans les unités périurbaines. La transhumance en saison sèche dans les zones agropastorales subhumides et humides profite également à la gestion de la fertilité des sols des terres cultivées en accélérant le recyclage de la matière organique et en transférant la fertilité vers des champs choisis pour la fumure (Landais and Lhoste, 1993; Hiernaux and Diawara, 2014).

Pourtant, le maintien ou la relance de l'élevage pastoral en Afrique de l'Ouest exigerait une politique volontaire de la part des instances Régionales et des États répondant aux principales contraintes auxquelles sont confrontés les éleveurs pastoraux. L'insécurité civile, le terrorisme et le banditisme dans plusieurs régions pastorales qui ne se limitent pas aux marges Sahariennes mériteraient un engagement national et international urgent (Bonnet, 2013). De plus, la gestion des crises pastorales de plus en plus récurrentes du fait de la non disponibilité des ressources alimentaires en saison sèche pour le bétail mérite une

attention particulière à travers la mise en place des dispositifs de bilan fourrager saisonnier à l'échelle d'unité administrative (commune, département ...) des pays (FAO, 2020). A plus long terme, des investissements importants dans les infrastructures adaptées de l'éducation, la santé, les routes et les télécommunications assureraient la sécurité et aideraient l'élevage pastoral à s'adapter aux changements sociétaux. D'une façon plus spécifique pour l'élevage, dans les régions pastorales, l'objectif serait de compléter, réhabiliter et gérer les infrastructures hydrauliques et vétérinaires en concertation avec les associations d'éleveurs et les collectivités territoriales (Bonnet et al., 2005). Un investissement majeur devrait être consenti pour compléter le maillage des points d'eau en rapport avec les ressources fourragères disponibles, de façon à optimiser l'utilisation et faciliter la mobilité pastorale. Les points d'eau de surface, puisards et puits pastoraux doivent être privilégiés plutôt que des forages à haut débit qui entraînent de fortes concentrations saisonnières du bétail et une dépendance risquée à une technologie difficile à entretenir dans des sites isolés (Kiéma et al. 2014). Il faudrait aussi mettre en place un dispositif de commercialisation d'aliments fourragers à travers l'organisation d'une filière fourrage avec les infrastructures nécessaires (magasin de stockage, marché de fourrages) (Sanon et al., 2018; Labiyi et al., 2019). Dans les régions agropastorales, l'objectif serait de fixer des cadres de concertation locale et régionale, et de faciliter les accords contractuels entre pasteurs, agropasteurs et agriculteurs (Brunet, 2009). Ces concertations seraient facilitées par un investissement dans les infrastructures : aménagement des points d'eau pour l'abreuvement, des couloirs de passage du bétail, de terres réservées au pâturage, de gîtes ou d'enclos pour le bétail, couloir de contention pour les traitements vétérinaires, d'abris pour les transhumants afin de rendre la transhumance en saison sèche plus efficace et mutuellement bénéfique (Oxby, 1985). Les concertations seraient aussi facilitées par une autonomisation et un renforcement des capacités des organisations professionnelles et d'associations d'éleveurs.

4 Conclusions et recommandations

L'analyse prospective à l'horizon 2040 de la dynamique des systèmes d'élevage qui prévalent en Afrique de l'Ouest subsaharienne dans le contexte du changement climatique et des changements sociétaux en cours indique que les dynamiques attendues des politiques sectorielles de l'élevage diffèrent le long du gradient bioclimatique depuis les zones humides de la côte du golfe de Guinée au Sahara. En outre, **ces dynamiques à l'horizon 2040 sont davantage déterminées par les changements sociétaux en cours et attendus que par le changement climatique.** En effet le changement climatique sera d'autant plus sensible que le climat est aride, et devrait se traduire par une hausse de la concentration du gaz carbonique, une hausse des températures aux saisons déjà les plus chaudes avec peu d'impact sur la croissance végétale et une hausse de la pluviosité principalement due à la hausse de la fréquence des gros orages et de leur intensité. **Ces évolutions devraient plutôt favoriser la production végétale, celle des cultures comme celle des parcours dont le reverdissement en cours pourrait progresser vers les marges sahariennes.** La hausse de la fréquence des gros orages et de leur intensité devrait intensifier les ruissellements, le remplissage des mares, la recharge des nappes phréatiques, mais aussi l'érosion des sols et les risques d'inondation.

La composante majeure des changements sociétaux dans la région est l'augmentation rapide et persistante de la densité de population rurale en dépit d'une urbanisation spectaculaire. Elle entraîne une expansion des terres cultivées à un taux proche du croît démographique, car les systèmes de culture restent peu intensifiés. Cette expansion se fait au détriment des pâturages et des jachères et s'accompagne d'une fragmentation et d'une réduction des parcours dont l'accès est plus difficile. En outre, l'évolution du régime foncier favorise une utilisation privative, limitant les droits d'usage communautaire, dont, ceux de pâture. Les obstacles se multiplient, réduisent les ressources fourragères et entravent la mobilité pastorale saisonnière régionale. En réponse une partie des éleveurs pastoraux s'est sédentarisée et pratique des cultures vivrières pour répondre aux besoins alimentaires familiaux, contribuant à leur tour à réduire les espaces pastoraux.

L'analyse prospective a été menée autour de trois scénarii de politiques de l'élevage. Un premier scénario est celui de la poursuite des politiques actuelles sachant qu'elles diffèrent entre les pays et particulièrement entre les pays du Sahel et les pays côtiers. Un second scénario analyse les conséquences d'une politique de sédentarisation générale de l'élevage dans les pays de la CEDEAO, conduisant à un arrêt des transhumances saisonnières régionales des troupeaux et en particulier des transhumances transfrontalières. Un troisième scénario envisage au contraire un investissement résolu dans la modernisation de la mobilité pastorale et tout particulièrement de la mobilité saisonnière régionale, transfrontalière comprise.

Une poursuite des politiques actuelles devrait conduire à une réduction de l'activité des élevages pastoraux à mobilité saisonnière, mais aussi sédentaires principalement à cause de la poursuite de l'expansion des surfaces mises en culture au détriment des parcours, mais aussi réduisant l'accès des troupeaux aux ressources fourragères et à l'eau d'abreuvement du fait de la fragmentation des espaces pastoraux, de la colonisation des couloirs de passage du bétail. Cette régression pourrait être accélérée si

la tendance à la privatisation du foncier engagée dans certains des pays côtiers se poursuivait. Les élevages pastoraux seraient les premiers touchés, mais la baisse de productivité porterait ensuite sur les élevages sédentaires spécialisés dont les performances dépendent largement de la fourniture par les élevages pastoraux naisseurs d'animaux jeunes à des prix compétitifs. Il est peu probable que la pression accrue sur les terres de culture ne permette le développement à grande échelle d'une production fourragère qui permettrait à ces élevages sédentaires d'assurer une ressource fourragère abondante et à prix compétitif.

Une politique qui préconiserait l'arrêt des transhumances saisonnières régionales précipiterait la déchéance des élevages pastoraux et aggraverait leur fragilité vis-à-vis des aléas climatiques comme sécuritaires. En théorie, il pourrait y être substitué un élevage en ranch, mais cela requerrait un investissement préalable considérable, hors de portée des éleveurs qui n'auraient d'autre choix que celui de travailler pour des investisseurs privés ou des sociétés agro-industrielles capables de ces investissements. Même si cela se réalisait, l'élevage en ranch n'a pas la souplesse d'adaptation aux aléas climatiques des élevages pastoraux, et ne serait viable qu'à condition de faire appel à un affouragement supplémentaire à chaque situation déficitaire ou de procéder à des déstockages du cheptel toujours coûteux. Les élevages sédentaires comme spécialisés pâtiraient de la déchéance des élevages pastoraux mobiles qui ne leur fourniraient plus des animaux jeunes à des prix compétitifs.

La seule politique qui pourrait soutenir durablement l'ensemble des systèmes d'élevage de la région dans leur objectif de satisfaire la demande croissante en produits de l'élevage **serait celle d'un investissement public résolu des États et des Communautés économiques régionales (CER) dans la transformation et la modernisation de la mobilité pastorale.** Elle garantirait l'utilisation la plus efficace des ressources fourragères spontanées et des ressources en eau, et contribuerait davantage au maintien de la fertilité des sols agricoles. Les deux effets conjugués devraient garantir la meilleure contribution au PIB des secteurs élevage et culture tout en facilitant le vivre ensemble des communautés. Les pasteurs à mobilité régionale saisonnière et les pasteurs sédentaires requièrent que l'accès de leurs troupeaux aux ressources pastorales soit sécurisé. Pour cela le statut communautaire des points d'eau et des parcours des zones hyperarides, arides, mais aussi des zones non cultivables doit être réaffirmé ainsi qu'un droit d'accès négocié aux terres cultivées après les récoltes. La flexibilité de la mobilité pastorale devrait être renforcée en décentralisant l'organisation des circuits quotidiens de pâture et celle de la transhumance saisonnière, elle assure une mobilité du bétail plus réactive, clé pour maîtriser les risques de dégradation et favoriser la résilience des écosystèmes face aux aléas climatiques. Cette décentralisation passera aussi par la réaffirmation des rôles et une reconnaissance plus officielle des représentants des groupes transhumants sur les marchés et dans les communes tels que les *rugga* ou autres « ambassadeurs locaux » des communautés mobiles depuis les zones sahéliennes jusqu'aux zones d'accueil en saison sèche. Dans les régions pastorales, il faudrait compléter, réhabiliter et gérer les infrastructures hydrauliques et vétérinaires en concertation avec les associations d'éleveurs et les collectivités territoriales. Un investissement majeur devrait être consenti pour compléter le maillage des points d'eau en rapport avec les ressources fourragères disponibles, en privilégiant les points d'eau de surface, puisard et puits

pastoraux qui évitent les fortes concentrations saisonnières du bétail et les risques d'une dépendance à la mécanisation de l'exhaure. En plus il faudrait mettre en place à l'échelle locale des dispositifs permettant de faire des bilans fourragers saisonniers afin de mieux anticiper les périodes d'insuffisance du disponible fourrager. Alors que dans les régions agropastorales, il faudrait fixer des cadres de concertation locale et régionale, et faciliter les accords contractuels entre pasteurs, agropasteurs et agriculteurs. Ces concertations seraient facilitées par un investissement dans les infrastructures : aménagement des points d'eau pour l'abreuvement, des couloirs de passage du bétail, de terres réservées au pâturage, de gîtes ou d'enclos pour le bétail, couloir de contention pour les traitements vétérinaires, d'abris pour les transhumants afin de rendre la transhumance en saison sèche plus efficace et mutuellement bénéfique. D'une façon générale, un engagement national et international devrait venir à bout de l'insécurité civile qui sévit dans plusieurs régions pastorales accompagné d'investissements importants dans les infrastructures de l'éducation, la santé, les routes et les télécommunications assureraient la sécurité et l'adaptation de l'élevage pastoral aux changements sociétaux.

Enfin, trois facteurs sont déterminants pour l'évolution potentielle des systèmes d'élevage mobiles par leur acuité ou par les tendances qu'ils présentent :

- La gouvernance, c'est-à-dire l'ensemble des instruments de politiques publiques déployées pour encadrer et sécuriser le système : régime foncier, investissements et accès aux ressources
- L'évolution des ressources naturelles sous le double effet du changement climatique et des besoins des éleveurs et des autres usagers
- La pression démographique qui accentue la compétition d'accès aux ressources naturelles tant pour les éleveurs que pour les cultivateurs et autres usagers (foresterie, pêche, mines, citadins).

Bibliographie

- Achard, F., Chanono, M., 2006. Exemple d'une gestion pastorale réussie au Sahel : la station d'élevage de Toukounous (Niger). *Sécheresse* 17, 76-83.
- Anderson, S., Monimart, M., 2009. Recherche sur les stratégies d'adaptation des groupes pasteurs de la région de Diffa, Niger oriental.
- Assouma M. H., Hiernaux P., Lecomte P., Ickowicz A., Bernoux M., Vayssières J., 2019. Contrasted seasonal balances in a Sahelian pastoral system result in a neutral annual carbon balance. *J. of Arid Envir.*, 162: 62-73
- Assouma, M.H., Lecomte, P., Hiernaux, P., Ickowicz, A., Corniaux, C., Decruyenaere, V., Diarra, A.R., Vayssières, J., 2018. How to better account for livestock diversity and fodder seasonality in assessing the fodder intake of livestock grazing semi-arid sub-Saharan Africa rangelands. *Livestock Science* 216, 16-23.
- Assouma, M.H., Mottet, A., Lecomte, P., Velasco Gil, G., Hiernaux, P., Vayssières, J., 2017. Browsed trees and shrubs fodder by pastoral herds efficiency in the sahelian rangeland, Colloque sur le Pastoralisme dans le courant des changements globaux (P2CG 2017), PPZS, Dakar, Sénégal, pp. 235-236.
- Aubréville, A., Chevalier, A., 1949. *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*, Paris.
- 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 rangeland in Sahel. *Journal of Arid Environments* 42, 261-279.
- Bassett, T.J., 1988. The political ecology of peasant-herder conflicts in the northern Ivory Coast. *Annals of the association of American geographers* 78, 453-472.
- Bécher A.B., Mopaté L.Y., 2015. Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad. *Afrique Science*, **11**(1): 212-226.
- Behnke, R. H., Scoones, I., and Kerven, C. (eds.) (1993). *Range ecology at disequilibrium: new models of natural variability and pastoral adaptation in African Savannas*. Overseas Development Institute, London.
- Belayneh, A., Tessema, Z.K., 2017. Mechanisms of bush encroachment and its inter-connection with rangeland degradation in semi-arid African ecosystems: a review. *Journal of Arid Land* 9, 299-312.
- Blein, R., Soulé, B.G., Dupaigne, B.F., Yérima, B., 2008. *Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)*, Preles, France.
- Bonnet, B., 2013. Vulnérabilité pastorale et politiques publiques de sécurisation de la mobilité pastorale au Sahel. *Mondes en développement*, 71-91.
- Bonnet, B., Herault, D., 2011. Gouvernance du foncier pastorale et changement climatique au Sahel. *Revue des questions foncières (Land Tenure Journal)* 2, 157-187.
- Bonnet, B., Marty, A., Demant, M., 2005. *Hydraulique et Sécurisation des Systèmes Pastoraux au Sahel: Appui à la Gestion Locale IRAM*. Paris and Montpellier, 28.
- Boudet, G., 1972. Désertification de l'Afrique t r o p i c a l e sèche. *Adansonia* 12, 20.
- Boutrais, J., 1990. Derrière les clôtures...: essai d'histoire comparée de ranchs africains. *Cahiers des sciences humaines* 26, 73-95.

Brandt M, Hiernaux P., Rasmussen K., Mbow C., Kergoat L., Tagesson T., Ibrahim Y. Z., Wélé A., Tucker J.C., Fensholt R., 2016b. Assessing woody vegetation trends in Sahelian drylands using MODIS based seasonal metrics. *Remote Sensing of Envir.*, 183: 215-225

Breman, H., De Wit, C., 1983. Rangeland productivity and exploitation in the Sahel. *Science* 221, 1341-1347.

Breman, H., Groot, J.R., van Keulen, H., 2001. Resource limitations in Sahelian agriculture. *Global Environmental Change* 11, 59-68.

Brunet, C., 2009. "Négociations" multi niveaux" pour la réhabilitation et l'usage des pistes à bétail dans l'ouest du Burkina Faso, UM2, p. 85.

Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., B, D.R., M, L., NE, T., L, L., A., T., 2020. Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: Version 3 Globe 2015-2019: Product User Manual; Zenodo, Geneva, Switzerland.

César, J., 1981. Cycles de la biomasse et des repousses après coupe en savane de Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 34, 73-81.

Chirat, G., Groot, J.C.J., Messad, S., Bocquier, F., Ickowicz, A., 2014. Instantaneous intake rate of free-grazing cattle as affected by herbage characteristics in heterogeneous tropical agro-pastoral landscapes. *Applied Animal Behaviour Science* 157, 48-60.

Corniaux, C., Alary, V., Gautier, D., Duteurtre, G., 2012. Producteur laitier en Afrique de l'Ouest: une modernité rêvée par les techniciens à l'épreuve du terrain. *Autrepart*, 17-36.

Cossins, N., 1985. The productivity and potential of pastoral systems. *ILCA bulletin*, Addis Ababa, Ethiopia 21, 10-15.

CSFD, 2011. Le projet africain de Grande Muraille Verte : quels conseils les scientifiques peuvent-ils apporter ?, CSFD, Montpellier, p. 45.

De Haan, C., Dubern, E., Garancher, B., Quintero, C., 2016. Pastoralism Development in the Sahel, The World Bank.

Déclaration de N'Djamena, 2013. Elevage pastoral : une contribution durable au développement et à la sécurité des espaces saharo-sahéliens, Colloque régional, Conférence ministérielle, N'Djaména, Tchad, p. 9.

Déclaration de Nouakchott, 2013. Mobilisons ensemble un effort ambitieux pour un pastoralisme sans frontières. 4.

Denis, E., Moriconi-Ebrard, F., 2009. La croissance urbaine en Afrique de l'Ouest.

Descroix, L., Genthon, P., Amogu, O., Rajot, J.-L., Sighomnou, D., Vauclin, M., 2012. Change in Sahelian Rivers hydrograph: The case of recent red floods of the Niger River in the Niamey region. *Global and Planetary Change* 98, 18-30.

Detay, M., Guiraud, R., Travi, Y., Forkasiewicz, J., Lachaud, J.C., Leroux, M., Margat, J., Milville, F., Pointet, T., 1992. L'hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest. Min. Coop. et du Dev., Paris, France.

Di Vecchia, A., Pini, G., Sorani, F., Tarchiani, V., 2007. Keita, Niger: the impact on environment and livelihood of 20 years fight against desertification. *Centro Città del Terzo Mondo Politecnico di Torino*, Turin, Italy. Working Paper, 19.

Dixon, J., Garrity, D.P., Boffa, J.-M., Williams, T.O., Amede, T., Auricht, C., Lott, R., Mburathi, G., 2019. Farming systems and food security in Africa: Priorities for science and policy under global change. *Routledge*, New York.

Doutressoulle, G., 1947. L'élevage des taurins au Soudan français, Paris.

Duponnois, R., Dia, A., 2010. Le projet majeur africain de la Grande Muraille Verte: concepts et mise en œuvre. IRD Editions, Marseille.

FAO, 2020. Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Food & Agriculture Org.

FAO, 2019. *The future of livestock in Nigeria. Opportunities and challenges in the face of uncertainty*. Rome.

FAO/CIRAD, 2020. Vers une transhumance apaisée à la frontière entre le Togo et le Burkina Faso ? Perspectives d'une approche territoriale et anticipatrice. 226p.

FARM, 2008. les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest, CEDEAO, rapport d'étude, p. 116.

Favreau, G., 2002. Le déboisement: origine d'une hausse durable de la recharge et des nitrates en aquifère libre semi-aride (Sahel, Niger). *Pangea*, 25-34.

Fernández-Rivera, S., Hiernaux, P., Williams, T., Turner, M., Schlecht, E., Salla, A., Ayantunde, A., Sangaré, M., 2005. Nutritional constraints to grazing ruminants in the millet-cowpea-livestock farming system of the Sahel. *Coping With Feed Scarcity in Smallholder Livestock Systems in Developing Countries*. ILRI, Nairobi, 157-182.

Fournier, A., 1996. Dans quelle mesure la production nette de matière végétale herbacée dans les jachères en savane soudanienne est-elle utilisable pour le pâturage? La jachère, lieu de production Ed. Floret C., 101-111.

Gal, L., Grippa, M., Hiernaux, P., Pons, L., Kergoat, L., 2017. The paradoxical evolution of runoff in the pastoral Sahel: analysis of the hydrological changes over the Agoufou watershed (Mali) using the KINEROS-2 model. *Hydrology and Earth System Sciences* 21, 4591.

Gardelle, J., Hiernaux, P., Kergoat, L., Grippa, M., 2010. Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface water from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali). *Hydrology and Earth System Sciences* 14, 309-324.

Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Fao, Rome, 139 p.

GERICS, 2016. How to read a Climate-Fact-Sheet. Instructions for reading and interpretation of the Climate-Fact-Sheets (Updated Version 2015), Hamburg, Germany.

Ghannoum, O., Caemmerer, S.v., Ziska, L.H., Conroy, J.P., 2000. The growth response of C4 plants to rising atmospheric CO2 partial pressure: a reassessment. *Plant, Cell & Environment* 23, 931-942.

Guengant, J.-P., May, J.F., 2011. L'Afrique subsaharienne dans la démographie mondiale. *Études* 415, 305-316.

Guérin, H., 1994. Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest, Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, Cirad-emvt, p. 490.

Guichard, F., Kergoat, L., Hourdin, F., Leauthaud, C., Barbier, J., Mougou, E., Diarra, B., 2017. Le réchauffement climatique observé depuis 1950 au Sahel. Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest (Eds. Sultan B., Lalou R., Sanni M.A., Oumarou A., Soumaré M.A.), IRD éditions, Marseille, 23-42.

Hiernaux P., 1998. Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecology*, 138: 191-202.

Hiernaux, P., Assouma, M.H., 2020. Adapting pastoral breeding to global changes in West and Central tropical Africa: Review of ecological views. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 73.

Hiernaux, P., Diawara, M., Kergoat, L., Mougin, E., 2015. La contrainte fourragère des élevages pastoraux et agropastoraux du Sahel. Adaptations et perspectives. Les Sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. Paris: IRD Éditions, coll. "Synthèses", 171-191.

Hiernaux, P., Diawara, M.O., 2014. Livestock: Recyclers that promote the sustainability of smallholder farms. *Rural* 21, 9-11.

Hiernaux, P., Le Houerou, H.N., 2006. Les parcours du Sahel. *Sécheresse* 17, 51-71.

Ibrahim, A., Abaidoo, R.C., Fatondji, D., Opoku, A., 2016. Fertilizer micro-dosing increases crop yield in the Sahelian low-input cropping system: A success with a shadow. *Soil science and plant nutrition* 62, 277-288.

Ickowicz, A., Ancey, V., Corniaux, C., Duteurtre, G., Pocard-Chappuis, 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: FAO/OECD (Ed.), FAO/OECD Workshop on Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector, FAO/OECD, Rome, Italy, p. 354.

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical science basis. Summary for policymakers, IPCC 5th assessment report, p. 36.

Kiéma, A., Sanou, S., Traoré, A., Cissé, A., Toutain, B., 2006. Diagnostic sur la gestion des zones pastorales et des conflits fonciers dans la zone d'intervention du Projet d'Appui à l'Élevage dans l'Ouest du Burkina, Rapport final, Burkina Faso, MRA, Secrétariat général, PAEOB, p. 126.

Kiéma A., Tontibomma G. B., Zampaligré N., 2014. Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales. *Vertigo*, 14, 3. DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.15404>

Klein, H.D., Rippstein, G., Huguenin, J., Toutain, B., Guerin, H., Louppe, D., 2014. Les cultures fourragères. éditions Quae.

Krätli, S., Huelsebusch C., Brooks S., Kaufmann B., 2013. Pastoralism: a critical asset for food security under global climate change. *Animal Frontiers*, 3, 1: 42-50

Krummel, J., Dritschilo, W., 1977. Resource cost of animal protein production. *World Anim. Rev* 21, 8-10.

Labiya, I.A., Ouedraogo, S., Sigue, H., Yegbemey, R.N., Yabi, J.A., 2019. Hétérogénéité des Préférences pour les Attributs Fourragers en Afrique de l'Ouest: Une Analyse par les Prix Hédoniques Entre le Bénin et le Burkina Faso. *Eur. Sci. J* 15, 142-161.

Landais, É., Lhoste, P., 1993. Systèmes d'élevage et transfert de fertilité dans la zone des savanes africaines. 2: les systèmes de gestion de la fumure animale et leur insertion dans les relations entre l'élevage et l'agriculture. *Cah. Agric.* 2, 9-25.

Lavigne Delville, P., Chauveau, J.-P., 1998. Quels fondements pour des politiques foncières en Afrique francophone?, In: P., L.-D. (Ed.), *Quelles politiques foncières pour l'Afrique rurale ? Réconcilier pratiques, légitimité et légalité*, Karthala/Coopération française, Paris, pp. 721-736.

Le Houerou, H.N., 1989. *The grazing land ecosystems of the African Sahel*. Springer-Verlag, Berlin ; New York.

Lebel, T., Ali, A., 2009. Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990–2007). *Journal of Hydrology* 375, 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* 232, 28-39.

Lhoste, P., Dollé, V., Rousseau, J., Soltner, D., 1993. Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. Ministère de la Coopération, Paris.

Magnani, S.D., Guibert, B., Bonnet, B., 2017. Programme régional d'investissement pour le développement de l'élevage et du pastoralisme dans les pays côtiers (PRIDEC), IRAM, Montpellier, p. 39.

Malam Abdou, M., 2014. Etats de surface et fonctionnement hydrodynamique multi-échelles des bassins sahéliens; études expérimentales en zones cristalline et sédimentaire, Grenoble, p. 302.

Manlay, R.J., Ickowicz, A., Masse, D., Feller, C., Richard, D., 2004. Spatial carbon, nitrogen and phosphorus budget in a village of the West African savanna—II. Element flows and functioning of a mixed-farming system. *Agricultural Systems* 79, 83-107.

Manoli, C., Ancey, V., Corniaux, C., Ickowicz, A., Dedieu, B., Moulin, C.H., 2014. How do pastoral families combine livestock herds with other livelihood security means to survive? The case of the Ferlo area in Senegal. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* 4, 11.

Moritz M., Hamilton I.M., Chen Y-J, Scholte P., 2014. Mobile pastoralists in the Logone floodplain distribute themselves in an ideal free distribution. *Current Anthropology*, 55, 1: 115-122

Moutari, E.M., Giraut, F., 2013. Le corridor de transhumance au Sahel: un archétype de territoire multisitué? *LEspace géographique* 42, 306-323.

Mugelé, R., 2018. La Grande muraille verte au Sahel: entre ambitions globales et ancrage local. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies* 95, 187-202.

Nicholson, S.E., 2013. The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *ISRN Meteorology* 2013, 32.

Nkrumah, F., Vischel, T., Panthou, G., Klutse, N.A.B., Adukpo, D.C., Diedhiou, A., 2019. Recent trends in the daily rainfall regime in southern west africa. *Atmosphere* 10, 15.

O'Connor, T.G., Puttick, J.R., Hoffman, M.T., 2014. Bush encroachment in southern Africa: changes and causes. *African Journal of Range & Forage Science* 31, 67-88.

Oxby, C., 1985. Settlement schemes for herders in the subhumid tropics of West Africa: Issues of land rights and ethnicity. *ODI, Past. Dev. Netw.* 19f, 16.

Ozer, P., Manzo, L., Tidjani, A.D., Djaby, B., De Longueville, F., 2017. Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014). *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Ecologie Tropicales* 41, 375-384.

Panthou, G., Vischel, T., Lebel, T., 2014. Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel. *International Journal of Climatology* 34, 3998-4006.

Penning de Vries, F., Djiteye, M., 1982. The productivity of Sahelian rangeland: a study of soils, vegetation and the exploitation of this natural resource, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands, p. 547.

Poorter, H., Navas, M.L., 2003. Plant growth and competition at elevated CO₂: on winners, losers and functional groups. *New Phytologist* 157, 175-198.

Powell, J.M., 2014. Feed and manure use in low-N-input and high-N-input dairy cattle production systems. *Environmental Research Letters* 9, 115004.

Rasmussen, K., Brandt, M., Tong, X., Hiernaux, P., Diouf, A.A., Assouma, M.H., Tucker, C.J., Fensholt, R., 2018. Does grazing cause land degradation? Evidence from the sandy Ferlo in Northern Senegal. *Land Degradation and Development* 29, 4337-4347.

Raynaut, C., 2001. Societies and nature in the Sahel: ecological diversity and social dynamics. *Global Environmental Change* 11, 9-18.

Redelsperger, J.-L., Thorncroft, C.D., Diedhiou, A., Lebel, T., Parker, D.J., Polcher, J., 2006. African Monsoon Multidisciplinary Analysis: An international research project and field campaign. *Bulletin of the American Meteorological Society* 87, 1739-1746.

Reij, C., Tappan, G., Belemvire, A., 2005. Changing land management practices and vegetation on the Central Plateau of Burkina Faso (1968–2002). *Journal of Arid Environments* 63, 642-659.

Robert, E., Merlet, S., Auda, Y., Gangneron, F., Hiernaux, P., 2018. Dynamiques de l'occupation du sol en milieu agro-pastoral dans la commune de Djougou au Bénin à partir d'images Landsat acquises entre 1984 et 2012: une approche régressive associant télédétection et enquêtes de terrain.

Sanogo, O., 2011. Le lait, de l'or blanc?: amélioration de la productivité des exploitations mixtes cultures-élevage à travers une meilleure gestion et alimentation des vaches laitières dans la zone de Koutiala, Mali.

Sanon, H., Some, S., Obulbiga, M., Oubda, F., Bamouni, I., 2018. Analyse de la structure et du fonctionnement de la filière fourrage dans les villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12, 1247-1259.

Savory, A., 1983. The savory grazing method or holistic resource management. *Rangelands Archives* 5, 155-159.

Schlecht, E., Hiernaux, P., Achard, F., Turner, M.D., 2004. Livestock related nutrient budgets within village territories in western Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 68, 13.

Schlecht, E., Hiernaux, P., Kadaouré, I., Hülsebusch, C., Mahler, F., 2006. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113, 226-242.

Sib, O., 2018. Co-conception d'un système fourrager innovant: introduction des banques fourragères arbustives dans les élevages laitiers de l'Ouest du Burkina Faso, Université Nazi Boni.

Sib, O., Vall, E., Bougouma-Yaméogo, V.M., Blanchard, M., Navarro, M., González-García, E., 2020. Establishing high-density protein banks for livestock in Burkina Faso (West Africa): agronomic performance under contrasting edaphoclimatic conditions. *Agroforest Syst* 94, 319-333.

SIRP, 2020. Note d'information : pastoralisme – transhumance, conditions de vie des ménages et covid-19 : impacts et perspectives, In: REDIP, A., CILSS (Ed.), Niamey, Niger, p. 5.

Sounon A. K.L.S., Ickowicz A., Lesnoff M., Messad S., Valls-Fox H., Houinato M.R.B. 2019. [Impact de la sédentarisation des éleveurs sur la production bovine au nord du Bénin](#). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 72 (3), 93-99

Sultan, B., Roudier, P., Quirion, P., Alhassane, A., Muller, B., Dingkuhn, M., Ciais, P., Guimberteau, M., Traore, S., Baron, C., 2013. Assessing climate change impacts on sorghum and millet yields in the Sudanian and Sahelian savannas of West Africa. *Environmental Research Letters* 8, 014040.

Tappan, G., Cushing, W.M., Hutchinson, J.A., Cotillon, S.E., Herrmann, S.M., Dalsted, K.J., Mathis, M.L., 2017. West Africa land use and land cover time series.

Thebaud, B., Grell, H., Mieke, S., 1995. Recognising the effectiveness of traditional pastoral practices: lessons from a controlled grazing experiment in northern Senegal. Issue Paper-Dryland Programme, International Institute for Environment and Development (United Kingdom).

- Touré, I., Ickowicz, A., Wane, A., Garba, I., Gerber, P., Atte, I., Cesaro, J., Diop, A., Djibo, S., Ham, F., 2012. Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel.
- Turner, M.D., Hiernaux, P., 2008. Changing access to labor, pastures, and knowledge: The extensification of grazing management in Sudano-Sahelian West Africa. *Human Ecology* 36, 59-80.
- Turner, M.D., McPeak, J.G., Ayantunde, A., 2014. The Role of Livestock Mobility in the Livelihood Strategies of Rural Peoples in Semi-Arid West Africa. *Human Ecology* 42, 231-247.
- Turner, M.D., McPeak, J.G., Gillin, K., Kitchell, E., Kimambo, N., 2016. Reconciling flexibility and tenure security for pastoral resources: The geography of transhumance networks in eastern Senegal. *Human ecology* 44, 199-215.
- UNCCD, 2019. The Global Land Outlook, West Africa Thematic Report: , In: Mbow, C. (Ed.), Neutralité en matière de dégradation des terres : Bénéfices pour la sécurité humaine, Bonn, Germany, p. 60.
- Vall, E., Lhoste, P., Abakar, O., Ngoutsop, A.L.D., 2003. La traction animale dans le contexte en mutation de l'Afrique subsaharienne: enjeux de développement et de recherche. *Cahiers Agricultures* 12, 219-226 (211).
- Walker, T., Alene, A., Ndjeunga, J., Labarta, R., Yigezu, Y., Diagne, A., Andrade, R., Andriatsitohaina, R.M., De Groote, H., Mausch, K., 2014. Measuring the effectiveness of crop improvement research in sub-Saharan Africa from the perspectives of varietal output, adoption, and change: 20 crops, 30 countries, and 1150 cultivars in farmers' fields. Rome: CGIAR Independent Science and Partnership Council Secretariat.
- Wane, A., Camara, A.D., Ancey, V., Joly, N., Kâ, S.N., 2009. Choix individuel et sécurisation collective : formes de salariat dans les exploitations pastorales du Sahel sénégalais (Ferlo). *Economies et sociétés* ; 43,9, 1443-1468.
- Watson, C.N., Schalatek, L., 2020. Note régionale sur le financement climatique : Afrique subsaharienne., In: Striftung, H.B. (Ed.), Whashington DC, p. 4.
- Wilson, R.T., 1986. Livestock production in central Mali: Long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system (Mali), ILRI (aka ILCA and ILRAD), p. 119.
- World Bank, 2015. Project Paper for The Regional Sahel Pastoralism Support Project, In: CILSS/PRAPS (Ed.), Ouagadougou, Burkina Faso.
- ZDF, 2008. Une contribution à la compréhension de l'élevage mobile dans les régions de Zinder et de Diffa, Niger. Petit atlas analytique et synthétique, In: ZFD, D., FNEN-DADDO, Code Rural (Ed.), Niamey, Niger, p. 59.
- Zoundi, J.S., Hitimana, L., 2008. Elevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest. Potentialité et défis, In: l'Ouest/OCDE, C.d.S.e.d.l.A.d. (Ed.), France, p. 162.
-