

Productivité des pâturages naturels et pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest

G. L. DJOHY¹, B. SOUNON BOUKO¹, P. J. DOSSOU¹, J. A. YABI²

(Reçu le 03/05/2021; Accepté le 10/12/2021)

Résumé

L'élevage constitue non seulement l'une des principales activités socio-économiques des populations ouest-africaines, mais également une source substantielle de revenus et de nutrition pour les communautés rurales pauvres. Cette activité est fortement menacée ces dernières années par la dégradation des conditions climatiques qui affecte négativement les capacités productives des pâturages naturels et les pratiques de mobilité pastorale. Cette étude analyse la littérature disponible sur les impacts des changements climatiques sur les parcours naturels, les pratiques de mobilité pastorale, la contribution de l'élevage au réchauffement climatique, la perception des éleveurs et les mesures adaptatives et d'atténuation des effets néfastes des dérèglements climatiques en Afrique de l'Ouest. Les changements climatiques impactent la productivité des parcours naturels et les pratiques de mobilité pastorale à travers la baisse qualitative et quantitative des ressources fourragères, la dégradation des espèces les plus appréciées, la prolifération des espèces envahissantes, l'assèchement des points et plans d'eau, la modification des pratiques de mobilité, la dégradation des relations entre agriculteurs et éleveurs et la baisse de la productivité des animaux. En effet, la pluviométrie ayant une relation forte avec la disponibilité des ressources herbacées, toute diminution de la quantité d'eau précipitée entraîne une baisse de la productivité des pâturages naturels. Ainsi, la baisse de la pluviosité remet en cause la durabilité des ressources pastorales avec des conséquences négatives sur l'alimentation, l'abreuvement et la productivité du cheptel. Dans le même temps, le secteur de l'élevage contribue fortement aux émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement climatique. Pour une production animale durable, il est nécessaire de développer une politique ambitieuse de renforcement des capacités adaptatives et d'atténuation de l'élevage au changement climatique.

Mots clés: changement climatique, productivité, parcours naturels, mobilité pastorale, Afrique de l'ouest

Productivity of natural pastures and pastoral mobility practices in a context of climate change in West Africa

Abstract

Livestock production is not only one of the main socio-economic activities of West African populations, but also a substantial source of income and nutrition for poor rural communities. This activity is strongly threatened in recent years by the deterioration of climatic conditions that negatively affects the productive capacity of natural pastures and pastoral mobility practices. This study analyzes the available literature on the impacts of climate change on rangelands, pastoral mobility practices, the contribution of livestock to global warming, the perception of pastoralists, and adaptive and mitigating measures to the adverse effects of climate change in West Africa. Climate change impacts the productivity of rangelands and pastoral mobility practices through the qualitative and quantitative decline of fodder resources, the degradation of the most appetizing species, the proliferation of invasive species, the drying up of water points and bodies, the modification of mobility practices, the degradation of relations between farmers and herders, and the decline in animal productivity. Indeed, since rainfall has a strong relationship with the availability of herbaceous resources, any decrease in the amount of precipitation leads to a decrease in the productivity of natural pastures. Thus, the decline in rainfall calls into question the sustainability of pastoral resources with negative consequences on the feeding, watering and productivity of livestock. At the same time, the livestock sector contributes significantly to greenhouse gas emissions into the atmosphere, thus contributing to global warming. For a sustainable livestock production, it is necessary to develop an ambitious policy to strengthen the adaptive capacities and mitigation of livestock to climate change.

Keywords: climate change, productivity, rangelands, pastoral mobility, West Africa

INTRODUCTION

L'élevage joue un rôle essentiel dans l'économie des pays ouest-africains avec une contribution moyenne annuelle au Produit Intérieur Brut (PIB) agricole de 44% (Kamuanga *et al.*, 2008). Avec un cheptel de plus de 80.003.237 têtes de bovins, 177.937.271 têtes de caprins, 122.799.566 têtes d'ovins et 656.995.000 têtes de volailles, les pays ouest-africains s'illustrent comme une région d'élevage par excellence (FAOSTAT, 2019). L'élevage est un sous-secteur important et en développement qui constitue une source substantielle de revenus et de nutrition pour les communautés rurales pauvres dans la plupart des pays en développement (FAO, 2001). Ainsi, l'élevage revêt une importance capitale qui dépasse amplement sa valeur économique, car il reste un élément constitutif important du capital, de l'épargne et d'une source de protéines (viande, lait). L'élevage constitue l'une des principales activités

économiques dont sont dépendantes les communautés rurales les plus pauvres en tant que source d'aliments et de revenus (Kamuanga *et al.*, 2008). Il constitue également la principale assurance contre les nombreux risques pour des millions de populations rurales pauvres dont les moyens d'existence s'appuient sur l'agriculture pluviale. En dépit de son importance reconnue, l'élevage en général et des bovins en particulier est aujourd'hui menacé par les changements climatiques (Kate *et al.*, 2015; Abdou *et al.*, 2020), à cause de sa grande dépendance des ressources à forte sensibilité climatique telles que les ressources hydriques et végétales (Djohy et Sounon Bouko, 2021), dont la disponibilité est fonction du climat. L'effet du climat est manifeste ces dernières années sur les parcours naturels avec une baisse considérable de la biomasse dont dépend l'offre fourragère (Djenontin *et al.*, 2009). L'élevage qui repose sur l'exploitation des jachères, des savanes et des forêts dans les milieux soudano-sahéliens

¹ Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université de Parakou, Bénin

² Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Économique et Sociale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

(Ickowicz et Mbaye, 2001), est de plus en plus menacé par les nouvelles conditions climatiques, car le contexte climatique actuel entraîne le risque de perte d'écosystèmes terrestres, de leur biodiversité, des biens et des fonctions et services éco-systémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance (GIEC, 2014). L'augmentation des teneurs en dioxyde de carbone (CO₂) et autres gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère constituent les principales causes du changement climatique (GIEC, 2013).

Le secteur de l'élevage joue un rôle important dans le réchauffement climatique, car il est responsable de 14,5% à 18% des émissions totales de gaz à effet de serre d'origine humaine (Steinfeld *et al.*, 2009; Gerber *et al.*, 2014; I4CE, 2019). La dégradation des conditions climatiques ces dernières années affecte la productivité des pâturages naturels, la pérennité des cours et plans d'eau et la productivité du cheptel (Kamuanga *et al.*, 2008). Différentes études ont été réalisées dans les pays d'Afrique de l'Ouest sur les impacts du changement climatique sur la productivité des parcours naturels, les pratiques de mobilité pastorale, les perceptions des éleveurs et des agro-éleveurs du changement climatique ainsi que les mesures adaptatives au changement climatique (Charbonneau, 2009; Djenontin, 2009; Djenontin 2010; Garde *et al.*, 2014; Boni *et al.*, 2019; Abdou *et al.*, 2020; Djohy et Sounon Bouko, 2021). Les multiples résultats issus de ces différents travaux de recherche méritent d'être connus dans le but ultime de leur prise en compte dans l'élaboration des politiques de développement durable visant à renforcer les mesures adaptatives et d'atténuation aux changements climatiques. Le présent article est consacré à une synthèse bibliographique des études qui ont abordé les impacts des changements climatiques sur la productivité des parcours naturels et les pratiques de mobilité pastorale.

Méthodologie

Ce point des connaissances est consacré à la synthèse bibliographique des études scientifiques liées aux changements climatiques et à l'élevage pastoral en Afrique de l'Ouest. Il a permis de disposer d'informations scientifiques fiables et suffisantes sur les questions de changement climatique et d'élevage de bovin en Afrique de l'Ouest. Pour y parvenir, des articles scientifiques, des thèses, des rapports d'études et des fiches techniques ont été mobilisés par contact direct avec les auteurs et par internet.

Les principales sources d'informations scientifiques sur internet étudiées étaient: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>; <http://www.theses.fr/>; <https://scholar.google.com/>; <https://worldwidescience.org/>; <https://www.scilit.net/>; <https://1findr.lscience.com/home/>; <http://www.slire.net/>; <https://www.scopus.com/>; <https://www.researchgate.net/> et <https://www.doaj.org/>. Les documents scientifiques téléchargés et consultés en ligne ont été obtenus suivant la combinaison des mots-clés: changement climatique, variabilité climatique, impacts, élevage bovin, éleveurs, agro-éleveurs, perceptions, adaptation, atténuation, productivité, parcours naturels, mobilité pastorale, Afrique de l'Ouest. Ces différents mots-clés utilisés en français et en anglais ont permis d'obtenir le maximum de documents scientifiques sur le sujet. Un total de cent dix-huit (118) documents ont été mobilisés.

RÉSULTATS

Changements et variabilités climatiques en Afrique de l'Ouest

Les changements climatiques sont une réalité à l'échelle de la planète et occupent une place de choix dans les préoccupations majeures du siècle (IPCC, 2007a, Boko *et al.*, 2012). Ils constituent une altération significative de l'état du climat sur une longue période, et sont dus à des facteurs internes naturels et à des changements anthropiques (GIEC, 2014). Ils constituent depuis quelques temps l'une des préoccupations majeures des scientifiques du monde en général et de l'Afrique de l'Ouest en particulier, en raison de leurs conséquences immédiates et durables sur l'homme et le milieu naturel (Kouassi *et al.*, 2010). Ils se manifestent généralement par la modification des cumuls de hauteurs pluviométriques, la tendance au raccourcissement de la saison des pluies, le retard dans l'installation de la saison des pluies, l'arrêt précoce de la saison des pluies, la tendance à la hausse des températures et la sécheresse généralisée (Kouassi *et al.*, 2010; Boko *et al.*, 2012; Badjana *et al.*, 2014; Bodian, 2014; Sambou *et al.*, 2018). De plus, les projections des modèles climatiques prévoient des irrégularités plus accentuées des précipitations et une hausse généralisée des températures (Boko *et al.*, 2012; GIEC, 2014).

En Afrique de l'Ouest, les précipitations et la température représentent les paramètres les plus importants du climat tant pour les hommes, les ressources naturelles que pour les écosystèmes (Kouassi *et al.*, 2010; Boko *et al.*, 2012). Pour Barrat (2012) la région ouest-africaine a connu durant les cinq dernières décennies une forte diminution des précipitations avec une rupture nette dans les années 1968-1972. Cette diminution des eaux précipitées est plus accentuée dans la zone du Sahel avec des épisodes de forts déficits en 1972-73, 1982-1984 et 1997. La baisse de la pluviométrie moyenne annuelle avant et après les années 1970 dans la région ouest-africaine varie entre 15% et 30% selon les pays (Niassé *et al.*, 2004). Cette tendance baissière des précipitations en Afrique de l'Ouest, s'est traduite par un glissement des isohyètes de 200 km vers les zones du Sud et un processus historique d'aridification du climat dans la région ouest-africaine et principalement au Sahel. De plus, les températures ont connu en Afrique de l'Ouest et au Sahel une augmentation de 0,2 à 0,8°C depuis la fin des années 1970 (Barrat, 2012). Les modifications de ces paramètres climatiques influencent fortement la disponibilité des ressources hydriques et fourragères (Djenontin, 2010; Boko *et al.*, 2012; Abdou *et al.*, 2020), car la disponibilité des ressources en eau est tributaire des précipitations qui sont devenues très irrégulières et limitées du fait des dérèglements climatiques (Ardoin-Bardin *et al.*, 2005). Ces modifications climatiques impliquent également une accélération de la dégradation des parcours et des terres productives. Elles influencent directement et indirectement l'élevage à travers la réduction des ressources fourragères et hydriques.

Les simulations effectuées avec les modèles climatiques en Afrique de l'Ouest prévoient des irrégularités plus accentuées des précipitations et une tendance haussière des températures. Mais les précipitations constituent la variable climatique la plus difficile à prévoir, surtout dans la région ouest-africaine, marquée par de très fortes

variabilités intra et interannuelle (Noblet *et al.*, 2018). Les simulations multi-modèles effectuées indiquent en moyenne une baisse des précipitations dans l'ordre de 5 à 20% sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest à l'horizon 2050 (Paeth *et al.*, 2011). Par contre, pour Niasse *et al.* (2004), la plupart des scénarios de changement climatique prévoient une baisse pluviométrique dans l'ordre de 0,5 à 40% avec une moyenne de 10 à 20% pour les horizons 2025. De plus, plusieurs autres modèles climatiques régionaux (MCR), indiquent une tendance générale à la baisse des précipitations dans la région ouest-africaine (Diallo *et al.*, 2012). Ces changements pluviométriques pourront se traduire par une tendance haussière de la durée des poches de sécheresse pouvant atteindre 25% en zone sahélienne et 47% en zone soudanienne à l'horizon 2050 (Karambiri *et al.*, 2011). Les projections d'une augmentation de l'aridité dans plusieurs régions tropicales arides et semi-arides en Afrique en général et en Afrique de l'Ouest en particulier semblent être fondées quel que soit le modèle (Bates *et al.*, 2008). Dans le même temps, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat évite de tirer une conclusion sur les projections pluviométriques en Afrique de l'Ouest, du fait de la grande divergence des modèles climatiques et des incertitudes élevées sur les différents résultats des projections pluviométriques (IPCC, 2007a). Par contre, la plupart des simulations effectuées avec les différents modèles climatiques s'accordent sur la tendance haussière des températures, tant au niveau mondial, continental qu'au niveau régional (Barrat, 2012). Les modèles climatiques prévoient une hausse des températures dans l'ordre de 2 à 6°C à l'horizon 2100 en Afrique de l'Ouest (Noblet *et al.*, 2018). Le rapport du GIEC prévoit une hausse des températures entre 3 et 4°C sur l'ensemble du continent africain entre 1980/99 et 2080/99 (IPCC, 2007b). Ainsi, les différents paramètres climatiques notamment la pluviométrie et la température connaissent et connaîtront une très forte irrégularité en Afrique de l'Ouest.

Contribution du secteur de l'élevage au changement climatique

Le secteur de l'élevage contribue énormément à la concentration des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, notamment à travers les systèmes de stockage et de traitement des fumiers, le logement des animaux, la gestion des engrais organiques et les régimes alimentaires variables (Casey *et al.*, 2006). Il joue un rôle majeur dans le réchauffement climatique, car il est responsable de 14,5 à 18% des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Steinfeld *et al.*, 2009, Gerber *et al.*, 2014). Les émissions de l'élevage sont directement liées à la fermentation entérique, aux déjections, aux changements d'affectation des terres et à la production de l'alimentation animale (I4CE, 2019). Pour Gerber *et al.* (2014), les émissions provenant de la production, de la transformation et du transport des aliments du bétail représentent 45% des émissions du secteur d'élevage. Les émissions provenant de la fermentation entérique représentent 40% des émissions. Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant du stockage et de la transformation des effluents des animaux représentent 10% des émissions. De plus, les bovins émettent la plus grande partie du méthane entérique (77%), suivis des buffles (13%) et des petits ruminants (10%).

Pour Steinfeld *et al.* (2009), le secteur d'élevage est responsable d'émissions de gaz ayant un potentiel de réchauffement climatique beaucoup plus élevé. Il s'agit du méthane anthropique (37%) issu de la fermentation entérique des ruminants et dont le potentiel de réchauffement global est 23 fois plus élevé que celui du CO₂, de l'hémioxyde d'azote (65%) découlant principalement du fumier et d'ammoniac d'origine anthropique (64%) qui contribuent fortement aux pluies acides et à l'acidification des écosystèmes. Les bovins (65%) constituent les plus gros contributeurs des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Gerber *et al.*, 2014). Ils sont suivis respectivement des buffles (9%), des petits ruminants (6,5%), des porcs (9%) et des poules et poulets (8%) des émissions. Les émissions globales du secteur de l'élevage sont liées aux émissions de CH₄ (44%), aux émissions de N₂O (29%) et aux émissions de CO₂ (27%) (Gerber *et al.*, 2014). Le dioxyde de carbone (CO₂) représente 3/4 des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, contre 14% pour le méthane et 8% pour l'oxyde nitreux (Bazin, 2010). L'augmentation des émissions de CH₄ dans l'atmosphère est due aux activités d'origine anthropique (GIEC, 2013). Il s'agit principalement de la multiplication du nombre de ruminants, des émissions provenant de l'extraction et de l'exploitation des combustibles fossiles, de l'expansion des rizières ainsi que des émissions issues des décharges et des déchets.

Effets du changement climatique sur les animaux

Les modifications climatiques et environnementales favorisent la réduction des ressources fourragères et l'émergence ou ré-émergence des maladies animales infectieuses (Black et Nunn, 2009; Lefrançois *et al.*, 2011). Les modifications des régimes pluviométriques et des températures affectent à la fois la répartition et l'abondance des agents vecteurs des maladies des animaux, tout comme les changements dans la fréquence des événements extrêmes (IUCN, 2010). Les modifications de la configuration des vents pourraient également affecter la propagation de certains agents pathogènes et vecteurs, principalement les spores infectieuses de l'anthrax et du charbon, la peste des petits ruminants d'origine éolienne et la dermatophilose (Thornton *et al.*, 2008). Ainsi, la santé des animaux se trouve de plus en plus compromise par les nouvelles conditions climatiques et le développement des pathologies bovines (Traoré *et al.*, 2004). La tendance haussière de la chaleur cause un stress chez les animaux, ce qui peut entraîner non seulement l'augmentation de leur consommation d'eau et à limiter leur alimentation, mais de provoquer également la diminution des sous-produits animaux, notamment le lait (Nardone *et al.*, 2010; Bazin *et al.*, 2013). La mauvaise qualité des ressources fourragères, notamment pendant les périodes sèches, provoque le stress nutritionnel chez les animaux et des maladies qui entament la performance du bétail (IUCN, 2010). La raréfaction du fourrage et des ressources en eau rendent les animaux non seulement peu productifs mais augmentent la mortalité et la mortinatalité surtout pendant la sécheresse (Zoffoun *et al.*, 2009). Par exemple, le stress nutritionnel est la principale cause d'une nouvelle maladie des animaux appelée «Dissidimi Bana» au Mali et de nombreux cas d'avortement et de mortalité du bétail dans la zone subhumide d'Adamawa au Cameroun (IUCN, 2010). Le stress thermique influence la reproduction à travers la réduction de la longueur et de l'intensité des chaleurs, mais

également la fertilité et la survie de l'embryon (Nardone *et al.*, 2010). La vulnérabilité des animaux au stress thermique varie selon les espèces bovines, leur âge, leur état nutritionnel et leur potentiel génétique d'adaptation à la chaleur (Bazin *et al.*, 2013).

Les communautés pastorales ont révélé que les changements climatiques influencent fortement la fertilité des animaux et la production des sous-produits animaux notamment le lait et la viande qui ont considérablement diminué au cours des dernières années (Kima *et al.*, 2015). Les maladies comme la tuberculose bovine, la brucellose bovine, la fièvre aphteuse qui sont généralement transmises à travers des contacts directs entre les animaux, seraient fortement associées aux nouvelles conditions climatiques (Djohy et Sounon Bouko, 2021), car le déplacement du cheptel des zones arides vers les zones humides en saison sèche facilite les contacts directs entre les animaux de différentes zones pastorales et constitue un important facteur de risque d'introduction de maladies animales dans les milieux pastoraux (Cardoen *et al.*, 2014). Ainsi, les animaux sont exposés à plusieurs pathologies bovines qui dévastent tout le bétail notamment la trypanosomose, l'anaplasmose, la dermatose nodulaire contagieuse, la péripneumonie contagieuse, la peste bovine et la theileriose (Hattenberger et Gauchard, 2004). Les modifications climatiques facilitent la prolifération des tiques notamment *Amblyomma variegatum*, *Boophilus annulatus*, *Hyalomma impressum* et *Rhipicephalus microplus* (Farougou *et al.*, 2007; Barré et Uilenberg, 2010).

Pour l'IUCN (2010) les changements climatiques pourraient provoquer des modifications substantielles au niveau de la répartition des maladies, et des maladies graves pourraient apparaître au sein des populations animales qui n'étaient pas, auparavant exposées. Les animaux pourraient être très sensibles aux nouvelles maladies bovines, même s'ils développent souvent une résistance génétique aux différentes maladies auxquelles ils sont généralement exposés. Le changement climatique pourrait donc accroître le stress des animaux, ce qui réduit fortement leur résistance aux maladies (IUCN, 2010). Les maladies bovines constituent une menace majeure pour la santé du bétail et la sécurité alimentaire. Elles sont multiples et parfois obscures aux pasteurs qui ont des difficultés à détecter l'émergence véritable des causes et des symptômes des maladies. Ce qui constitue un facteur de risque important pour la durabilité du secteur de l'élevage, car l'absence subséquente de mesures de prévention et de contrôle permet l'expansion et l'évolution des maladies (Cardoen *et al.*, 2014). Les effets du changement climatique sur la santé des animaux risquent d'être plus importants qu'ils viendront arrêter brusquement l'équilibre existant entre les espèces élevées et les maladies auxquelles elles sont soumises (Bazin *et al.*, 2013).

Effets du changement climatique sur la productivité des parcours naturels

Les parcours naturels ont une importance stratégique dans les pratiques d'élevage bovin puisqu'ils procurent non seulement des ressources pastorales au bétail, mais ils jouent également un rôle capital dans la conduite des animaux (Djenontin, 2010). Ils constituent une étendue sur laquelle les animaux passent régulièrement afin de répondre à leurs besoins alimentaires (Boni *et al.*, 2018), car les ressources

fourragères sont essentiellement assurées par les parcours naturels. Ainsi, les parcours sont caractérisés par une strate herbacée notamment les graminées et des espèces ligneuses. Ils offrent une diversité de pâturages aux animaux notamment les pâturages des forêts claires (*Anogeissus leiocarpus*, *Pennisetum pedicellatum*), les pâturages des savanes arborées (*Pterocarpus erinaceus*, *Hyparrhenia rufa*, *Prosopis africana*, *Hyparrhenia baguirmica*), les pâturages des savanes arbustives (*Combretum collinum*, *Hyparrhenia baguirmica*), les pâturages des savanes herbues (*Loudetia togoensis*) et les pâturages des jachères (*Andropogon gayanus*, *Pennisetum pedicellatum*) (Bechir, 2010; Bechir et Mopate, 2015; Boni *et al.*, 2018). Ces parcours naturels sont également constitués des friches et des couloirs de passage. Les différents systèmes d'alimentation des ruminants notamment du cheptel bovin sont fondés sur les parcours naturels, qui sont exposés ces dernières années aux pressions des facteurs climatiques et anthropiques (Boni *et al.*, 2019).

Les prévisions environnementales indiquent une vulnérabilité croissante de la région ouest-africaine aux effets néfastes des modifications climatiques et d'utilisation des terres (Zerbo *et al.*, 2017). Les changements climatiques influencent négativement la disponibilité des ressources fourragères des parcours naturels (Boni *et al.*, 2019), notamment les ressources herbacées (Zerbo *et al.*, 2017). Ils conditionnent ces dernières années la diversité des ressources herbacées (Issoumane Sitou *et al.*, 2020). L'offre fourragère des parcours naturels constitue la principale source d'alimentation des animaux dans les différents systèmes d'élevage traditionnel (Sanon *et al.*, 2014). La production tant quantitative que qualitative de la biomasse herbacée est fortement influencée en zone soudanienne par nombre de facteurs comme la pluviosité (Sawadogo, 2011). L'humidité résiduelle due aux pluies tardives ou aux pluies précoces d'avant mousson contribuent à la dégradation de la biomasse herbacée (Diawara *et al.*, 2018). Ainsi, les modifications climatiques jouent un rôle important dans la dégradation saisonnière de la biomasse herbacée au Sahel (Delon *et al.*, 2015), car la disponibilité de la végétation herbacée est conditionnée par les précipitations, le rayonnement solaire, la température et l'humidité de l'air (Hiernaux et Le Houerou, 2006). La réduction des ressources herbacées (30,7%) et le dessèchement et la mortalité des ligneux (20,3%) constituent des signes visibles de la dégradation de la végétation naturelle (Kabore *et al.*, 2019). Les changements climatiques ont entraîné la baisse de la productivité des pâturages naturels selon 94,61% des éleveurs de la commune de Banikoara au Nord du Bénin (Kate *et al.*, 2015). Pour Hiernaux et Le Houerou (2006), la distribution des précipitations pendant de la saison pluvieuse et leur redistribution par ruissellement à la surface des sols constituent des facteurs prépondérants de la diversité du couvert végétal et de sa production. De plus, la composition des ressources herbacées annuelles varie largement d'une année à l'autre au gré de la distribution des pluies dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les dérèglements climatiques sont préjudiciables au développement du couvert végétal (Ozer *et al.*, 2010; Hountondji, 2008) et à la diversité biologique.

Les sécheresses successives ont entraîné la réduction de la production primaire, la modification de la structure du couvert végétal et la réduction massive du cheptel (BAD/

ABN/UEMOA, 2018). La diversité floristique est menacée par la disparition de plusieurs espèces végétales. Les aléas climatiques ont sérieusement dégradé les écosystèmes pâturés. Les déficits pluviométriques et le déplacement des isohyètes de près de 200 Km vers le sud sous l'effet des sécheresses chroniques ont entraîné la migration et la disparition de certaines espèces végétales et la réduction des bourgoutières (BAD/ABN/UEMOA, 2018). Le déficit pluviométrique ces dernières années a été suffisamment important pour décimer des peuplements de plantes ligneuses, limiter la germination des graines de plantes annuelles et réduire le tapis de plantes herbacées (MEA, 2009; DNEF, 2014). Les changements climatiques constituent la cause principale de la disparition de certaines espèces herbacées notamment *Andropogon gayanus* (68,6%), *Andropogon canaliculatus* (43,7%), *Cymbopogon giganteus* (37,7%) et *Cymbopium schoenanthus* (20,2%) (Zongo, 2010). La perte de ces espèces herbacées reconnues par les populations suite aux changements climatiques, montrent que celles-ci ont pris conscience de l'évolution néfaste des modifications climatiques.

En plus, des changements et variabilités climatiques qui ont contribué fortement à la dégradation du couvert végétal en Afrique de l'Ouest (Hountondji, 2008), les activités anthropiques ont contribué également à la raréfaction des terres de parcours et à la réduction des ressources fourragères (Avakoudjo et al., 2014). Ainsi, l'offre fourragère des parcours naturels a connu une baisse drastique ces dernières années à cause de la pression des activités anthropiques (Amegnaglo et al., 2018). La densification massive des troupeaux et l'extension des emblavures ont entraîné un appauvrissement des parcours et une restriction de leur superficie (Djenontin, 2010).

Effets du changement climatique sur les ressources en eau

La région ouest-africaine est fortement soumise aux effets néfastes des modifications climatiques (Niasse et al., 2004). Ainsi, les différents pays de l'Afrique de l'Ouest sont exposés à de nombreux risques liés aux sécheresses chroniques, aux poches de sécheresse en période pluvieuse, à la mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations, aux changements brusques des températures et à la modification des régimes pluviométriques (Niasse et al., 2004; Bah et al., 2019). Ces risques climatiques ont un impact substantiel sur la disponibilité des ressources en eau dans la région.

La baisse de la disponibilité des ressources en eau et de leur qualité du fait des changements et variabilités climatiques conduit souvent à l'exacerbation de la compétition pour l'accès aux ressources en eau (Niasse et al., 2004). Les changements climatiques ont entraîné la diminution quantitative et qualitative des ressources en eau selon 94,02% des éleveurs de la commune de Banikoara au Nord du Bénin (Kate et al., 2015). Les changements climatiques projetés dans le siècle à venir à cause des émissions de gaz à effet de serre de nature anthropique (GIEC, 2013) vont accentuer les modifications spatio-temporelles des températures et des régimes pluviométriques en Afrique de l'Ouest (Sylla et al., 2016). Cela affectera non seulement les sources d'abreuvement des animaux, mais aura également des incidences sur les différents systèmes de production d'aliments pour le bétail et le rendement des pâturages

naturels (Thornton et al., 2009). Dans ces conditions, il est indispensable de développer des cultures et d'adopter des systèmes de production animale nécessitant moins de ressources en eau (Nardone et al., 2010), car la consommation en eau des animaux augmente avec la hausse des températures et les sécheresses chroniques (IUCN, 2010).

Effets du changement climatique sur les pratiques de mobilité pastorale

Face à la variabilité spatio-temporelle de l'offre fourragère des parcours sous l'effet néfastes des changements climatiques, les éleveurs adoptent diverses pratiques de mobilité pour mieux exploiter les ressources dispersées (Djenontin, 2009). La pratique de mobilité constitue une stratégie de valorisation de la diversité des ressources pastorales des parcours naturels (Leclerc et Sy, 2011). Elle est caractérisée par des déplacements quotidiens, saisonniers ou continus des éleveurs et de leurs troupeaux (Diawara et al., 2017). Ces mouvements permettent aux éleveurs d'adapter les charges animales aux capacités variables des ressources des parcours naturels (Gonin, 2016). Ainsi, les éleveurs se déplacent des zones pastorales à fort déficit fourragère vers des zones pastorales à fortes potentialités pastorales, car l'élevage est dépendant des ressources naturelles (fourragères et hydriques) pour la satisfaction des besoins alimentaires des animaux. Les modifications quantitatives et qualitatives de l'offre fourragère des pâturages naturels influencent fortement les comportements alimentaires des bovins en libre pâture (Chirat et al., 2008).

Les éleveurs pratiquent diverses formes de mobilité en fonction des conditions éco-climatiques notamment les mouvements saisonniers entre le terroir d'attache et les terroirs d'accueil, les déplacements sans point d'attache et la migration (Leclerc et Sy, 2011). De plus, ils pratiquent la transhumance de récolte dans les champs et la transhumance de berge au bord des cours d'eau (Manceron, 2011). La mobilité constitue depuis des années la base des systèmes pastoraux et favorise une exploitation opportuniste des ressources (Kiema et al., 2014). Elle constitue un facteur d'ajustement et de gestion des parcours par les éleveurs face aux opportunités et aux variations saisonnières.

La recherche des ressources fourragères et des points d'abreuvement constituent les principales raisons de mobilité des éleveurs. Ainsi, la mobilité constitue une clé de résistance et d'adaptation aux dérèglements climatiques et aux transformations sociales (Charbonneau, 2009). Suite à des risques climatiques notamment les sécheresses, les inondations, les vents violents et les extrêmes climatiques les ressources pastorales sont réduites, la santé animale est dégradée, les circuits de transhumance sont allongés et les comportements alimentaires des bovins sont modifiés (Ginane et al., 2008).

En plus, des effets climatiques, la mise en valeur des parcours naturels de transhumance par les agriculteurs entraîne une instabilité des surfaces pâturables (Kossoumna Liba'a, 2008), et par conséquent influence la mobilité des éleveurs. L'avancée des fronts agricoles complexifie de plus en plus la pratique de la mobilité (Leclerc et Sy, 2011). Les facteurs environnementaux, climatiques, politiques et socio-économiques constituent les principaux déterminants de la mobilité (Kossoumna Liba'a, 2008).

Effets du changement climatique sur les interactions entre éleveurs et agriculteurs

La mobilité pastorale permet aux éleveurs de tisser non seulement des liens socio-économiques avec d'autres groupes socio-professionnels, mais génère également des conflits entre acteurs. La rencontre entre les éleveurs et les autres acteurs donne lieu à des conflits et fait aussi apparaître une complémentarité à divers niveaux. Pour Sougnabe (2000), la complémentarité s'observe à plusieurs niveaux dont les apports de fumier animal où les éleveurs viennent s'installer dans les champs en saison sèche, avec l'accord et à la demande des agriculteurs, les gardes des troupeaux où les agriculteurs font appel aux éleveurs pour la garde de leurs troupeaux et les divers échanges autour des produits agricoles et animaux. Ainsi, les éleveurs entretenaient des relations symbiotiques avec les agriculteurs notamment des relations d'entraide (De Haan, 1997).

Les anciennes relations de complémentarité et d'entraide entre communautés se sont détériorées et ont laissé place à la fréquence des relations conflictuelles ces dernières années (Sougnabe, 2000). Ainsi, sous les effets combinés de la détérioration des conditions climatiques et des pressions sociodémographiques, la relation de complémentarité entre les communautés agricoles et pastorales s'est non seulement dégradée, mais a laissé place à des pratiques de concurrences dans l'espace et des conflits ouverts entre acteurs (Sougnabe, 2000). Dans leur recherche des ressources fourragères et hydriques qui sont de plus en plus dégradées par les nouvelles conditions climatiques, les éleveurs se retrouvent le plus souvent en conflits avec les agriculteurs, qui donnent lieu à des affrontements réguliers et parfois sanglants voire meurtriers (Kate *et al.*, 2015).

Les changements climatiques modifient profondément ces dernières années le calendrier agricole et pastoral (Afouda *et al.*, 2016). Ainsi, les éleveurs observent des descentes prématurées des zones arides vers les zones humides, pendant que les cultures sont encore dans les champs. Ces descentes des éleveurs dans les champs sont à l'origine des dégâts champêtres et par conséquent la dégradation des relations de cohabitation entre les communautés agricoles et pastorales. Les dégâts champêtres et l'accès aux ressources naturelles constituent les sources des conflits (Kossoumna Liba'a, 2012).

Pour les agriculteurs, le non-respect du calendrier pastoral et le mauvais contrôle des animaux au pâturage constituent les sources principales des dégâts champêtres et par conséquent des conflits et tensions entre agriculteurs et éleveurs. Les périodes de récolte coïncident parfois avec le retour des troupeaux dans les terroirs, où les dégâts et les conflits sont très élevés (Bouaré, 2012). Or pour les éleveurs, les agriculteurs font exprès d'abandonner la récolte dans les champs dans le but de provoquer les animaux et en retirer une amende (Beeler, 2006). De plus, selon les éleveurs, les agriculteurs provoquent délibérément les conflits en mettant en valeur les différentes pistes à bétail et les zones de pâturages (Afouda *et al.*, 2016). Les conflits et tensions sont devenus récurrents entre éleveurs et agriculteurs (Kossoumna Liba'a, 2012). Les éleveurs et pêcheurs se disputent également autour des cours et plans d'eau qui constituent des ressources conjointement convoitées (Afouda *et al.*, 2016).

Perceptions du changement climatique par les éleveurs

Face aux effets néfastes des changements et variabilités climatiques, les éleveurs ont adopté diverses mesures adaptatives (Noury *et al.*, 2013; Abdou *et al.*, 2020, Djohy et Sounon Bouko, 2021). Ces mesures sont en partie déterminées ou limitées par la perception que les éleveurs ont des changements et variabilités climatiques (Ouédraogo, 2010; Djohy et Sounon Bouko, 2021). La perception du changement climatique influence la capacité d'adaptation individuelle (Sautier, 2013), car elle permet à chaque individu d'être convaincu de l'existence du changement climatique et de non seulement modifier son comportement, mais d'adopter également des mesures adaptatives (Howden *et al.*, 2007; Tschakert et Dietrich, 2010). Les éleveurs sont convaincus de l'existence du changement climatique et présentent de meilleures capacités d'adaptation pour gérer les risques et les changements (Sautier, 2013; Abdou *et al.*, 2020; Djohy et Sounon Bouko, 2021). Ils sont non seulement de plus en plus disposés à modifier leurs systèmes d'élevage (Djohy et Sounon Bouko, 2021), mais ils sont également susceptibles d'anticiper, d'apprendre et de s'organiser (Wheeler *et al.*, 2013).

Les études scientifiques réalisées sur la perception du changement climatique par les éleveurs se sont focalisées sur les deux principaux paramètres climatiques à savoir la température et la pluviométrie. Ces études ont révélé que les communautés rurales en général et pastorales en particulier perçoivent clairement le changement climatique dans leur milieu d'activité et leur perception corrobore le plus souvent les données météorologiques (Ouédraogo, 2010). Dans les zones sahélienne et soudanienne du Burkina Faso, la quasi-totalité des personnes enquêtées s'accordent sur la hausse des températures et une baisse de la pluviométrie (Bambara *et al.*, 2016). Ces répondants ont identifié treize indicateurs de changements pluviométriques dont la baisse de la pluviosité, l'arrêt précoce des pluies, le raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse, l'augmentation des avortements de pluies, l'augmentation de la durée des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse, l'augmentation des pluies violentes, la sécheresse de l'air ambiant, la fréquente alternance inondation/sécheresse, la violence des tonnerres durant toute la saison pluvieuse, la disparition des pluies de grêle, la fréquence d'arc-en-ciel en début de saison pluvieuse et le retard dans l'installation de la saison pluvieuse (Bambara *et al.*, 2016). Ces mêmes enquêtés ont identifié quatre indicateurs de changements thermométriques dont les fortes chaleurs, la poussée de chaleur en août, la fraîcheur en début de saison pluvieuse et la diminution de l'intensité du froid.

Pour Ouédraogo (2010) les enquêtés des zones sahélienne, nord et sud soudanienne du Burkina Faso, ont remarqué une baisse de la pluviométrie qui se traduit d'une part par une diminution du nombre de jours de pluies par an et un raccourcissement de la saison hivernale. Les répondants des zones sahélienne (96%), nord soudanienne (52%) et sud soudanienne (92%) perçoivent une baisse du nombre de jours de pluies par an. De même, les enquêtés des mêmes zones notamment sahélienne (88%), nord soudanienne (52%) et sud soudanienne (76%) ont constaté que la saison hivernale devient de plus en plus brève. Les éleveurs des trois zones étudiées perçoivent une hausse des tempéra-

tures, à travers une augmentation des périodes chaudes et une baisse de la durée des périodes froides. De plus, les éleveurs des zones sahélienne (88%), nord soudanienne (64%) et sud soudanienne (84%) ont perçu une hausse de la chaleur. Les éleveurs de ces trois zones étudiés notamment les éleveurs de la zone sahélienne (88%), de la zone nord soudanienne (96%) et de la zone sud soudanienne (84%) ont noté également un prolongement de la durée des périodes chaudes. Les entretiens menés avec les communautés pastorales des provinces du Tuy et du Houet au Burkina Faso d'une part (Dayamba *et al.*, 2019), et les pasteurs des communes de Boudry et de Matiacoali au Burkina Faso d'autre part (Sanfo *et al.*, 2015), perçoivent de façon unanime les changements climatiques à travers les modifications des régimes pluviométriques et thermométriques. Ils ont perçu dans leur zone d'activité une apparition tardive des pluies, une cessation précoce des pluies, une augmentation de l'intensité des pluies, une fréquence des inondations, une mauvaise répartition temporelle des pluies, une fréquence de la sécheresse et une diminution des précipitations annuelles.

Les éleveurs (58%) de la commune de Filingué au Niger ont constaté une diminution de la pluviométrie (Abdou *et al.*, 2020). Cette diminution des précipitations s'est traduite par un démarrage tardif de la saison des pluies. Près du quart (24%) des enquêtés ont affirmé que la température a connu une augmentation dans la commune d'étude. De même, au Niger près de 80% des communautés rurales enquêtées ont affirmé avoir perçu une baisse des pluies lors de l'enquête nationale nigérienne et 81,2% ont perçu une fin de plus en plus précoce de la mousson (Kosmowski *et al.*, 2015). Des résultats similaires ont été également obtenus au Bénin. Les éleveurs de l'extrême nord du Bénin principalement dans le bassin de la Sota à Malanville, ont perçu les changements climatiques à travers la hausse des températures (100%) et les poches de sécheresse prolongée (91,66%) (Zakari *et al.*, 2015). Pour les éleveurs de la commune de Tchaourou au Bénin, les différents paramètres climatiques notamment la température et la pluviométrie ont connu une perturbation ces dernières années qui a fortement influencé la disponibilité des ressources pastorales (Djohy et Sounon Bouko, 2021). Les éleveurs enquêtés dans la commune de Tchaourou ont perçu les changements climatiques à travers la hausse des températures (97%), le début tardif de la saison pluvieuse (97%), le prolongement de la saison sèche (96%), la fin précoce de la saison pluvieuse (94%) et la baisse pluviométrique (90%). Toujours au Bénin, dans la commune de Djougou où les changements climatiques sont moins marqués, les personnes enquêtées sont plus partagées, avec près de deux tiers des enquêtés qui pensent que les précipitations ont baissé et près d'un tiers qui pensent le contraire (Kosmowski *et al.*, 2015). Il existe plusieurs études sur les perceptions du changement climatique par les éleveurs en Afrique de l'Ouest, la prise en compte des différents résultats contribuerait fortement au développement de l'élevage.

Mesures adaptatives des éleveurs face au changement climatique

Les capacités d'adaptation d'une communauté font références à leurs capacités à s'adapter aux changements climatiques et à modérer ou à faire face à ses effets néfastes, notamment en tirant parti des opportunités qui pourraient

émerger avec les modifications climatiques (IUCN, 2010). Elles sont comprises en termes de facteurs socio-économiques de base, de l'expérience antérieure ou présente des communautés en matière de gestion du stress climatique, de la faisabilité des stratégies face aux tendances actuelles, de la disponibilité et de la prise de conscience des stratégies alternatives. Quand les capacités d'adaptation sont comprises dans le contexte de la vulnérabilité relative d'une communauté, elles sont déterminées par le degré d'exposition et de sensibilité aux risques climatiques (GIEC, 2001). Dans ce contexte, l'exposition est définie à partie de l'ampleur, du caractère et du taux des modifications climatiques dans une zone géographique donnée, tandis que la sensibilité est définie à partie du degré auquel la communauté est négativement ou positivement affectée par les effets néfastes du changement climatique. Ainsi, les communautés rurales en général et pastorales en particulier ont sans doute une certaine perception du changement climatique en fonction de laquelle, elles ont adopté diverses mesures adaptatives (Abdou *et al.*, 2020; Djohy et Sounon, Bouko 2021). Ces mesures adaptatives peuvent être classées en deux catégories à savoir les mesures adaptatives «internes» et les mesures adaptatives «externes» (Maddison, 2007). Par contre, pour le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dans son quatrième rapport d'évaluation a trouvé que les mesures adaptatives aux changements climatiques sont axées sur le comportement/la gestion ou la politique (IPCC, 2007b). Mais l'adaptation aux changements climatiques peut également être «réactive» lorsqu'elle est appliquée aux phénomènes climatiques extrêmes ou «anticipative» lorsqu'elle est mise en œuvre avant la survenue des extrêmes climatiques (Klein, 2003).

En Afrique de l'Ouest, les communautés pastorales ont adopté diverses mesures adaptatives face aux effets néfastes du changement climatique. Ainsi, les éleveurs de bovins ont un certain degré de capacité d'adaptation qui leur a permis de survivre ou d'émerger en tant qu'éleveurs (IUCN, 2010). Dans le bassin de la Sota dans la commune de Malanville au Bénin, les éleveurs mettent un accent particulier sur le respect des campagnes de vaccination (97,5%), le pâturage nocturne (77,5%), l'abreuvement des animaux au fleuve et à la rivière (55,0%), la mobilité spatio-temporelle (55,0%), l'incursion dans les aires protégées (50,6%) et la transhumance (37,2%) comme les principales stratégies d'adaptation contre les effets néfastes des changements climatiques (Zakari *et al.*, 2015). De même, dans la commune de Tchaourou au Bénin, les éleveurs font recours à diverses sources d'abreuvement notamment les retenues d'eau (33,0%), les surcreusements des bas-fonds (24,8%), les barrages (14,3%), le fleuve Ouémé (12,0%) et les forages (12,0%) pour amoindrir les effets néfastes des changements climatiques sur les animaux (Djohy et Sounon Bouko, 2021). De plus, ils font recours à l'exploitation des résidus agricoles (42,0%), des ligneux fourragers (42,0%) et des végétations des zones humides et forêts (10,0%) comme principales stratégies d'adaptation contre les sécheresses chroniques. Les éleveurs de la commune de Filingué au Niger font recours à la transhumance (25,0%), à l'achat d'aliments pour bétail (22,0%), au déstockage des animaux (15,0%) et au stockage du fourrage (15,0%) comme principales stratégies d'adaptation pour atténuer les effets de la sécheresse (Abdou *et al.*, 2020).

Les principales stratégies d'adaptation mises en place par les éleveurs de l'Afrique de l'Ouest sont globalement liées à la mobilité des animaux, le stockage des résidus agricoles, l'intégration de l'agriculture à l'élevage, la culture fourragère, la diversification du cheptel, la pratique des activités extra-agricoles, le déstockage des troupeaux, l'achat d'aliments pour les animaux, l'utilisation des fourrages ligneux et la réduction de la taille du troupeau (Sanfo *et al.*, 2015; Zakari *et al.*, 2015; Kima *et al.*, 2015; Tidjani *et al.*, 2016; Sanou *et al.*, 2018; Abdou *et al.*, 2020; Djohy et Sounon Bouko, 2021), même si ces stratégies malgré leur grande similitude, n'ont pas les mêmes fréquences au niveau des différents pays de l'Afrique de l'Ouest. Pour Zampaligré *et al.* (2013), plusieurs facteurs influencent le choix des mesures adaptatives par les éleveurs. Il s'agit principalement des facteurs socio-économiques et agro-écologiques. Les principaux facteurs qui influencent le choix des stratégies d'adaptation par les éleveurs de l'Afrique de l'Ouest notamment du Burkina Faso, du Mali et du Niger sont l'accès à l'information, l'accès aux crédits et l'assistance pendant les inondations (Oyekale, 2014). Ces différentes mesures adaptatives endogènes devraient être prises en compte dans la mise en œuvre des programmes d'adaptation aux changements climatiques.

Mesures d'atténuation du changement climatique

Bien que le secteur de l'élevage en Afrique de l'Ouest ne contribue pas de manière significative au réchauffement climatique mondial, il existe plusieurs options en matière d'atténuation des effets néfastes des changements climatiques qui pourraient fournir d'autres mesures incitatives pour l'amélioration de l'élevage (IUCN, 2010). Ces options sont constituées d'un éventail de méthodes de réduction des émissions de gaz à effet de serre à travers la bonne gestion des déchets, l'amélioration du captage de carbone par les pâturages naturels et les activités complémentaires tel que le sylvo-pastoralisme. Ainsi, la séquestration du carbone, la bonne gestion du fumier, l'utilisation plus efficace des engrais et l'amélioration des régimes alimentaires des animaux afin de réduire la fermentation entérique constituent des options fondamentales de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Steinfeld *et al.*, 2009). Les biomasses arborée et herbacée et les sols constituent les trois principaux compartiments de stockage de carbone dans les savanes (Manlay *et al.*, 2020).

Pour IUCN (2010), la séquestration du carbone dans les sols constitue une composante principale du cycle mondial du carbone, avec des carbones de sols représentant deux tiers des stocks mondiaux de carbone organique. La séquestration du carbone dans les prairies pourrait compenser les émissions de gaz à effet de serre de manière significative à hauteur d'environ 0,6 gigatonnes d'équivalent CO₂ par an (Gerber *et al.*, 2014). Ce potentiel d'atténuation est réalisable à travers la réduction des taux de déforestation et la mise en œuvre des projets de reboisement (Carvalho *et al.*, 2004), car le changement de l'utilisation des terres notamment la déforestation, contribue ces dernières années entre 12 et 20% aux émissions de gaz à effet de serre de source anthropique (Bazin, 2010). De plus, l'adoption des cultures résistantes et mieux adaptées aux changements climatiques et la bonne gestion des terres et des eaux pourraient faciliter la séquestration du carbone (Steinfeld

et al., 2009). Une meilleure gestion des pâturages naturels offre des perspectives prometteuses en termes d'atténuation et contribue au stockage du carbone à hauteur de 0,4 à 0,6 gigatonnes de CO₂ (Gerber *et al.*, 2014). Pour Bazin *et al.* (2013), le stockage du carbone dans la biomasse et les sols constitue le plus fort potentiel d'atténuation des effets néfastes des changements climatiques. L'amélioration des conditions de gestion des pâturages naturels peut également conduire à la séquestration du carbone (Conant *et al.*, 2001). La séquestration du carbone dans les pâturages naturels dépend en partie de l'adéquation entre la charge animale et les ressources naturelles. Ainsi, pour une gestion durable des pâturages naturels et du stockage du carbone, il est important d'éviter la sédentarisation des animaux qui provoque le surpâturage, favoriser la mobilité des troupeaux qui permet un ajustement constant de la pression de pâture aux disponibilités fourragères locales (Bazin *et al.*, 2013).

Pour Ndour *et al.* (2020), l'hétérogénéité de la répartition pluviométrique et sa forte variabilité au cours de ces dernières années sont non seulement à l'origine des fortes variations de biomasses végétales, mais également des faibles teneurs en carbone organique dans les sols. Les espaces pastoraux bien aménagés peuvent séquestrer jusqu'à 260 tonnes de carbone par hectare tout en offrant des avantages importants pour l'adaptation au changement climatique (Neely et Bunning, 2009). L'amélioration de l'alimentation des ruminants permet également de réduire la fermentation entérique (Bazin, 2010), car les émissions de méthane, qui représentent plus de la moitié des émissions de gaz à effet de serre de l'Afrique de l'Ouest sont dues à la fermentation entérique des animaux et aux déjections des élevages. Selon Bazin *et al.* (2013) les ruminants émettent plus de méthane pendant la digestion des fourrages et le surpâturage diminue considérablement le carbone stocké dans la biomasse et les sols. Ainsi, les émissions peuvent être réduites dans l'ordre de 27 à 41% à travers l'amélioration de la digestibilité du fourrage, la santé des animaux, les systèmes et techniques d'élevage et la gestion des pâturages.

Les déjections des animaux sont soit éparpillées dans les pâturages au cours de la transhumance, soit utilisées sous forme de fumier pour amender les sols cultivés. Dans ces conditions, leur décomposition par les microorganismes est particulièrement émettrice de CH₄ lorsqu'elle a lieu en milieu anaérobie (Bazin, 2010). Par contre, les émissions de méthane sont considérablement réduites lorsque le fumier est composté ou bien s'il est épandu rapidement sur les sols. Mais les systèmes d'élevage sur pâturage sont peu émetteurs, car les déjections dispersées sont décomposées sous forme aérobie. La réduction des émissions passe également par le non épandage du fumier sur des sols mouillés (Montes *et al.*, 2013). Les différents sols émettent donc du CO₂ pendant les processus de décomposition de la matière organique mais le bilan est globalement négatif, car les sols captent plus de carbone qu'ils n'en rejettent et constituent ainsi des puits de carbone (Chevallier *et al.*, 2020). Pour IUCN (2010), onze options sont primordiales pour atténuer le changement climatique en Afrique de l'Ouest dont la réduction de la taille du troupeau par élimination des animaux non productifs et augmentation de l'efficacité de la production animale, l'identification de races d'ani-

maux plus productives là où les conditions le permettent, l'amélioration des parcours naturels à travers une gestion améliorée des pâturages, la gestion efficace des pâturages communaux et de la transhumance, la reforestation et protection des arbres dans les parcours naturels, la restauration des terres dégradées, l'amélioration des conditions de gestion des déchets, l'amélioration des conditions d'utilisation d'additifs alimentaires à faible teneur en fibres, l'amélioration de l'efficacité énergétique/alimentaire.

Perspectives pour des élevages durables face au changement climatique

Pour promouvoir l'adaptation du secteur de l'élevage aux effets néfastes des changements climatiques, certains principes généraux pertinents doivent être pris en compte pour guider la conception et la mise en œuvre des interventions en matière de développement de l'élevage.

Gestion concertée des ressources naturelles

Les approches de développement du secteur de l'élevage en Afrique de l'Ouest sont confrontées aux différents problèmes qu'éprouvent les communautés rurales en général et pastorales en particulier en matière de gestion des ressources pastorales. Les approches participatives pour la gestion durable des ressources naturelles sont indispensables pour développer des stratégies durables sur le long terme (IUCN, 2010). Ainsi, les processus de prise de décisions doivent prendre en compte tous les acteurs concernés notamment les agriculteurs et les éleveurs, car l'utilisation des ressources naturelles par les animaux est sujette à des difficultés croissantes ces dernières années qui tiennent non seulement aux changements climatiques mais aussi et surtout aux contestations sociales et aux pressions démographiques. Le plan de gestion concertée des ressources naturelles est fondamental, car il contient des dispositifs définis par les communautés elles-mêmes et spécifiques à chaque unité de production notamment les modalités d'utilisation de l'espace selon les activités agricoles ou pastorales, les modalités d'exploitation des zones de parcours, les modalités de gestion des points d'eau et les dispositions liées à l'accueil et l'installation des éleveurs transhumants (Kane, 2017). Pour Drabo *et al.* (2001), la gestion concertée des ressources naturelles est très importante pour la cohésion entre communautés autour de la gestion des ressources partagées, l'utilisation équitable des ressources naturelles et la prise de conscience par rapport à l'urgence et à la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources. L'intérêt de la gestion porte généralement sur la sécurisation de l'accès aux ressources clé et le maintien de la paix sociale. Ainsi, les États de l'Afrique de l'Ouest doivent promouvoir les initiatives de gestion concertée des ressources pastorales (Faye, 2016).

Implication des communautés dans les stratégies d'adaptation

Les stratégies d'adaptation des communautés aux effets des changements climatiques réussies ne sauraient être développées en vase clos. Ainsi, l'implication des communautés dans l'identification et la mise en œuvre de nouvelles solutions est indispensable pour assurer la durabilité des interventions (IUCN, 2010). Les différentes parties (agriculteurs, éleveurs et autres) doivent être intégrées dans les processus d'élaboration et d'application des outils afin que leurs préoccupations soient réellement prises en compte

(Faye, 2016). Pour Hilhorst (2008) la productivité des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest en général et au Sahel en particulier varie entre les régions, les saisons et les années en réponse aux modifications pluviométriques. Cela exige des systèmes de gestion adaptatifs, car les ressources servent à plusieurs groupes qui peuvent avoir des intérêts concurrents. Ainsi, l'implication des communautés dans la définition et la mise en œuvre des stratégies sont indispensables pour la pérennité des pratiques d'utilisation des ressources, des moyens d'existence et la paix locale.

Mécanismes de gestion des risques et aléas climatiques

Pour IUCN (2010), des mécanismes appropriés en matière de gestion des risques et aléas ainsi que des mesures d'intervention devront être mis en place pour faire face aux effets des extrêmes climatiques qui deviennent de plus en plus fréquent en Afrique de l'Ouest. Il est nécessaire de développer des mesures d'intervention, des systèmes d'alerte précoce et des activités d'atténuation des risques et aléas pour réduire les effets des extrêmes météorologiques sur la production animale. Selon PNUD (2011) les instances de coordination et de mise en œuvre des mécanismes de gestion des risques doivent disposer d'un ensemble de capacités scientifique, technique, analytique et politique pertinentes permettant d'identifier les risques et aléas et de les intégrer aux processus de développement tout en impliquant les différentes parties prenantes.

Éducation, sensibilisation et formation sur les changements climatiques

La compréhension des tendances climatiques actuelles et prévues ainsi que des prévisions climatiques saisonnières, est cruciale pour anticiper les pertes (IUCN, 2010). Dans ces conditions, des efforts doivent être faits pour faciliter la sensibilisation et l'éducation des communautés locales sur les changements et variabilités climatiques. C'est dans cette perspective que le troisième pilier de la stratégie africaine sur les changements climatiques (UA, 2014), s'est appuyé sur la promotion de la recherche, l'éducation, la sensibilisation et la vulgarisation par rapport au changement climatique. De plus, la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 1992), avait encouragé dans son article 4 «toutes les parties, tenant compte de leurs responsabilités communes mais différenciées et de la spécificité de leurs priorités nationales et régionales de développement, de leurs objectifs et de leur situation : [...] (i) Encouragent et soutiennent par leur coopération l'éducation, la formation et la sensibilisation du public dans le domaine des changements climatiques et encouragent la participation la plus large à ce processus, notamment celle des organisations non gouvernementales». Ainsi, l'éducation est un élément essentiel dans la lutte contre les modifications climatiques, car elle permet aux populations locales d'acquérir de nouvelles connaissances, des compétences, des valeurs et des attitudes nécessaires pour atténuer les effets du réchauffement climatique.

Genre et changement climatique

Les femmes comme les hommes ainsi que leurs différentes idées novatrices sont indispensables pour atténuer les effets du changement climatique (FAO, 2013). Ainsi, les mesures adaptatives et d'atténuation doivent tenir compte des rôles

distincts des femmes et des hommes et de la manière dont chacun sera affecté par les changements climatiques (IUCN, 2010). Les modifications climatiques offrent une bonne occasion de repenser les inégalités entre les sexes et d'associer les femmes et les hommes dans la recherche de solutions aux défis environnementaux. Pour atteindre le niveau d'efficacité voulu dans la lutte contre les changements climatiques, il faut tenir compte de ses effets selon le genre (PNUD, 2009).

Connaissances indigènes sur les changements climatiques

La compréhension profonde des conditions climatiques et environnementales qu'ont les collectivités et les populations indigènes, et les expériences de ces dernières en matière d'adaptation aux changements et variabilités climatiques, peuvent énormément contribuer aux stratégies d'adaptation et d'atténuation (IUCN, 2010). Il n'est donc pas concevable de mettre en place des politiques d'adaptation aux changements climatiques sans tenir compte du contexte social dans lequel baignent différentes connaissances endogènes ou savoirs faire locaux. Les connaissances endogènes ne sont pas abstraites comme les connaissances scientifiques, elles sont concrètes, reliées fortement à l'intuition, aux expériences et directement percevable et évidente (Agossou, 2008). Pour IDID (2014), il faut noter que les connaissances endogènes se fondent sur une série d'observations systématiques des phénomènes naturels qui finissent par régir une loi universelle mais non scientifiquement démontrée. Ces connaissances endogènes que détiennent les communautés locales sur les risques et aléas climatiques sont très importantes pour l'adaptation et l'atténuation.

CONCLUSION

Le présent article est consacré à la synthèse des documents existants sur la productivité des parcours naturels et des pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest. Cette étude de synthèse a révélé que les changements climatiques affectent négativement l'offre fourragère et hydrique des parcours naturels, les pratiques de mobilité des troupeaux et de la même façon, l'élevage contribue en retour au réchauffement climatique à travers des émissions de gaz à effets de serre. Ainsi, l'adoption des mesures adaptatives et d'atténuation est essentielle pour une production animale durable. L'étude a révélé également que les éleveurs de l'Afrique de l'Ouest perçoivent clairement les manifestations des modifications climatiques ainsi que ses effets sur les ressources pastorales ainsi que les performances du bétail. Dans ces conditions, les éleveurs ont adopté diverses mesures adaptatives notamment la mobilité pastorale, l'intégration agriculture-élevage, la réduction et diversification du troupeau et la pratique des activités extra-agricoles pour mieux faire face aux effets des changements climatiques. De plus, l'amélioration de l'alimentation des animaux et la bonne gestion des pâturages et du fumier constituent les principales mesures d'atténuation. Ces différentes mesures d'adaptation et d'atténuation aux changements climatiques présentent certaines limites et gagneraient à être renforcées par des politiques. Ainsi, il est important d'impliquer toutes les parties prenantes dans l'élaboration et la mise en œuvre des mesures adaptatives et d'atténuation au changement climatique.

RÉFÉRENCES

- Abdou H., Karimou I.A., Harouna B.K., Zataou M.T. (2020). Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales: cas de la commune de Filingué au Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73: 81-90.
- Afouda A.S., Kinzo N.E., Djohy G.L. (2016). Transhumance et conflits d'usage du sol dans le sud-Bénin: cas de la commune de Zogbodomey. *CBRST, Bénin*, 9, 22-40.
- Agossou S.M.D. (2008). Adaptation aux changements climatiques: perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des communes de Glazoué et de Savalou au centre du Bénin. Mémoire d'ingénieur, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 173 p.
- Amegnaglo K.B., Dourma M., Akpavi S., Diwediga B., Wala K., Batawila K., Djaneye-Boundjou G., Akpagana K. (2018). Biomasse des pâturages de la plaine du mono au Togo : diversité, valeurs nutritionnelle et fourragère. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 20: 47-64.
- Ardoïn-Bardin S., Dezetter A., Servat E., Mahe G., Paturel J.E., Dieulin C., Casenave L. (2005). Évaluation des impacts du changement climatique sur les ressources en eau d'Afrique de l'Ouest et Centrale. *International Association of Hydrological Sciences*, 296: 194-202.
- Avakoudjo J., Mama A., Toko I., Kindomihou V., Sinsin B. (2014). Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8: 2608-2625.
- BAD/ABN/UEMOA (2018). Études environnementales et sociales stratégique du programme intégré de développement et d'adaptation aux changements climatiques dans le bassin du Niger (PIDACC/BN). Rapport d'étude, Autorité du Bassin du Niger, 420 p.
- Badjana H.M., Hounkpè K., Wala K., Batawila K., Akpagana K., Edjamé K.S. (2014). Analyse de la variabilité temporelle et spatiale des séries climatiques du nord du Togo entre 1960 et 2010. *European Scientific Journal*, 10: 257-275.
- Bah A., Camara I., Noblet M. (2019). Évaluation de la vulnérabilité du secteur ressources en eau à la variabilité et aux changements climatiques dans la région de Fatick. Report produced under the project "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne", Climate Analytics gGmbH, Berlin, 121 p.
- Bambara D., Thiombiano A., Hien V. (2016). Changements climatiques en zones nord-soudanienne et sub-sahélienne du Burkina Faso: comparaison entre savoirs paysans et connaissances scientifiques. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 71: 35-58.
- Barrat J.M. (2012). Changements climatiques en Afrique de l'Ouest et conséquences sur les eaux souterraines. Rapport OSS-GICRESAIT, 13, 41 p.
- Barré N., Uilenberg G. (2010). Propagation de parasites transportés avec leurs hôtes: cas exemplaires de deux espèces de tiques du bétail. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 29: 135-147.
- Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P. (2008). Le changement climatique et l'eau. Document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, 236 p.
- Bazin F. (2010). Contribution de l'agriculture africaine au changement climatique et potentiel d'atténuation. *Grain de sel*, 49: 22-24.
- Bazin F., Bechir A.B., Khamis D.D. (2013). Étude prospective: systèmes d'élevage et changements climatiques au Tchad. Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement, Rapport final, 74 p.

- Bechir A.B. (2010). Productivité, dynamique des parcours et pratiques d'élevage bovin en zone soudanienne du Tchad. Thèse de doctorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 303 p.
- Bechir A.B., Mopate L.Y. (2015). Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad. *Afrique Science*, 11: 212-226.
- Beeler S. (2006). Conflits entre agriculteurs et éleveurs au nord-ouest du Mali. Institut International pour l'Environnement et le Développement (IIED), 36 P.
- Black P., Nunn M. (2009). Conséquences du changement climatique et des modifications environnementales sur les maladies animales émergentes ou ré-émergentes et sur la production animale. Conférence, OIE, 13 p.
- Bodian A. (2014). Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 8: 297-312.
- Boko M., Kosmowski F., Vissin W.E. (2012). Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin: Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, 65 p.
- Boni Y., Djenontin A.J., Natta A.K., Saliou A.R.A. (2019). Vulnérabilité à la sécheresse des formations végétales des parcours naturels au centre et nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 45: 13-24.
- Boni Y., Natta K.A., Tassou Z.F., Sounon Bouko B. (2018). Impacts environnementaux des parcours naturels de Doguè dans la commune de Bassila au nord du Bénin. *Annales des lettres et sciences sociales de l'Université de Parakou*, 1: 21-36.
- Bouaré K.N. (2012). Dynamiques spatiales et mobilités paysannes: les relations agriculture/élevage dans deux terroirs agropastoraux du Delta intérieur du fleuve Niger (Mali). Thèse de doctorat, Université de Poitiers, France, 353 p.
- Cardoen S., Huffel X.V., Berkvens D., Imberechts H., Saegerman C., Dierick K., Dewulf J., Berg T.V.D., Ducatelle R., Speybroeck N., Thiry E. (2014). Vers un monitoring des facteurs de risque d'émergence des maladies animales ?. *Épidémiol. et Santé Anim.*, 66: 5-18.
- Carvalho G., Moutinho P., Nepstad D., Mattos L., Santilli M. (2004). An amazon perspective on the forest-climate connection: opportunity for climate mitigation, conservation and development?. *Environment, Development and Sustainability*, 6: 163-174.
- Casey K.D., Bicudo J.R., Schmidt D.R., Singh A., Gay S.W., Gates R.S., Jacobson L.D., Hoff S.J. (2006). Air quality and emissions from livestock and poultry production/waste management systems. *Animal Agriculture and the Environment*, 1-40.
- CCNUCC (1992). Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Nations Unies, 25 p.
- Charbonneau M. (2009). Gestion des ressources et peuplement des espaces pastoraux au défi de la modernité. Le cas des pasteurs de la puna péruvienne. Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France, 628 p.
- Chevallier T., Chapuis-lardy L., Bernoux M., Razafimbelo T.M., Brossard M., Drieux E. (2020). Usages des sols et stocks de carbone en Afrique: 14-32. In Chevallier T, Razafimbelo-Andriamifidy T, Chapuis-Lardy L and Brossard M «Carbone des sols en Afrique. Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles». FAO/IRD Éditions, 269 p.
- Chirat G., Ickowicz A., Diaf H., Bocquier F. (2008). Étude des facteurs clés du comportement spatial et alimentaire de troupeaux bovins en libre pâture sur un territoire «agrosylvopastoral» tropical. *Renc. Rech. Ruminants*, 15: 327-330.
- Conant R.T., Paustian K., Elliott E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11: 343-355.
- Dayamba S.D., D'haen S., Coulibaly O.J.D., Korahiré J.A. (2019). Étude de la vulnérabilité des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux face aux changements climatiques dans les provinces du Houet et du Tuy au Burkina Faso. Rapport d'étude, Climate Analytics gGmbH, Berlin, 46 p.
- De Haan L.J. (1997). Agriculteurs et éleveurs au Nord-Bénin. Écologie et genres de vie. Éditions Karthala, 217 p.
- Delon C., Mougin E., Serça D., Grippa M., Hiernaux P., Diawara M., Galy-Lacaux C., Kergoat L. (2015). Modelling the effect of soil moisture and organic matter degradation on biogenic NO emissions from soils in Sahel rangeland (Mali). *Biogeosciences, European Geosciences Union*, 12: 3253-3272.
- Diallo I., Sylla M.B., Giorgi F., Gaye A.T., Camara M. (2012). Multimodel GCM-RCM Ensemble-Based Projections of Temperature and Precipitation over West Africa for the Early 21st Century. *International Journal of Geophysics*, 1-19.
- Diawara M.O., Hiernaux P., Mougin E., Gangneron F., Souma-guel N. (2017). Viabilité de l'élevage pastoral au Sahel: études de quelques paramètres démographiques des éleveurs de Hombori (Mali). *Cahiers agricultures*, 26:1-8.
- Diawara M.O., Hiernaux P., Mougin E., Grippa M., Delon C., Diakité H.S. (2018). Effets de la pâture sur la dynamique de la végétation herbacée au Sahel (Gourma, Mali): une approche par modélisation. *Cah. Agric.*, 27: 1-8.
- Djenontin A.J. (2010). Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-est du Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 274 p.
- Djenontin A.J.P., Houinato M., Toutain B., Sinsin B. (2009). Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin. *Sécheresse*, 20: 346-353.
- Djohy G.L., Sounon Bouko B. (2021). Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74: 1-9.
- DNEF (2014). Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la diversité biologique. Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement, Bamako, Mali, 154 p.
- Drabo B., Grell H., Poda A. (2001). Gestion concertée des ressources agropastorales: cas du Sahel Burkinabé: 1-15. In Tielkes E, Schlecht E et Hiernaux P «Élevage et gestion de parcours au Sahel, implications pour le développement». Verlag Ulrich E. Grauer, Beuren-Stuttgart, Allemagne, 381 p.
- FAO (2001). Le rôle de l'agriculture dans le développement des pays les moins avancés et leur intégration à l'économie mondiale. http://www.fao.org/3/Y0491f/y0491f00.htm#P-1_0.
- FAO (2013). Recherche sur le genre et les changements climatiques dans l'agriculture et la sécurité alimentaire pour le développement rural. Guide de formation, FAO, Rome, 153 p.
- FAOSTAT (2019). Données statistiques de la FAO. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA>.
- Farougou S., Tassou A.W., Tchabode D.M., Kpodekon M., Boko C., Youssao A.K.I. (2007). Tiques et hémoparasites du bétail dans le nord-Bénin. *Revue Méd. Vét.*, 158: 463-467.
- Faye I.M. (2016). Améliorer l'accès aux ressources pastorales : un défi pour les réformes en cours au Sénégal. Groupe de recherche et d'échange technologique, 4 p.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falucci A., Tempio G. (2014). Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage. Une évaluation des émissions et des opportunités d'atténuation au niveau mondial. FAO, Rome, 123 p.

- GIEC (2001). Changements climatiques 2001: Rapport de synthèse, quatrième volume du troisième rapport d'évaluation du GIEC, document de synthèse, résumés à l'intention des décideurs et résumés techniques des volumes des trois groupes de travail du GIEC, 205 p.
- GIEC (2013). Changements climatiques 2013: les éléments scientifiques. Contribution du groupe de travail I, groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 204 p.
- GIEC (2014). Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II, groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 32 p.
- Ginane C., Dumont B., Baumont R., Prache S., Fleurance G., Farruggia A. (2008). Comprendre le comportement alimentaire des herbivores au pâturage: intérêts pour l'élevage et l'environnement. *Renc. Rech. Ruminants*, 15: 315-322.
- Gonin A. (2016). Les éleveurs face à la territorialisation des brousses: repenser le foncier pastoral en Afrique de l'ouest. *Annales de géographie*, 1: 28-50.
- Hattenberger A.M., Gauchard F. (2004). Maladies animales réputées contagieuses, maladies animales à déclaration obligatoire. Rapport du Comité d'experts spécialisé «santé animale», 37 p.
- Hiernaux P., Le Houérou H.N. (2006). Les parcours du Sahel. *Sécheresse*, 17: 51-71.
- Hilhorst T. (2008). Le rôle des instances locales de gouvernance dans la gestion des ressources naturelles au Mali, au Burkina Faso et au Niger. KIT Working Papers Series G1. Amsterdam, 30 p.
- Hountondji Y.C.H. (2008). Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest: Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de doctorat, Université de Liège, 131 p.
- Howden S.M., Soussana J.F., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M., Meinke H. (2007). Adapting agriculture to climate change. National Academy of Sciences of the USA, 104(50), 19691-19696, doi_10.1073_pnas.0701890104
- IACE (2019). Politiques alimentaires et climat : une revue de la littérature. Institut de l'Économie pour le Climat, 21 p.
- Ickowicz A., Mbaye M. (2001). Forêts soudanaises et alimentation des bovins au Sénégal : potentiel et limites. *Alimentation des bovins / Zones sèches, Bois et forêts des tropiques*, 270 (4), 47-61.
- IDID (2014). Projet de Renforcement des connaissances Economiques et de Capacité d'Adaptation aux changements climatiques au Bénin – PRECAB. Rapport technique final, Bénin, 73 p.
- IPCC (2007a). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 976 p.
- IPCC (2007b). Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 996 p.
- Issoumane Sitou M., Rabiou H., Ado M.N., Dan Guimbo I., Ousseini Mahaman Malam M., haibou M. (2020) Perception paysanne des indicateurs édapho-biologiques et facteurs de dégradation des aires de pâturages naturels du Centre Ouest du Niger, Afrique de l'Ouest Sahélienne. *Afrique Science* 17: 91-104.
- IUCN (2010). Renforcement des Capacités de Résistance du Bétail au Changement Climatique en Afrique Subsaharienne. Union Mondiale pour la Conservation de la Nature, 53 p.
- Kabore P.N., Barbier B., Ouoba P., Kiema A., Some L., Ouedraogo A. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 19: 1-28.
- Kamuanga M.J.B., Somda J., Sanon Y., Kagoné H. (2008). Élevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest: Potentialités et défis. CEDEAO / CSAO/OCDE, 163 p.
- Kane A.M. (2017). Les unités pastorales: gérer les ressources à l'échelle de la communauté. *Grain de sel*, 73-74:15-16.
- Karambiri H., Garcia Galiano S.G., Giraldo J.D., Yacouba H., Ibrahim B., Barbier B., Polcher J. (2011). Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Senegal and Nakambe River basins. *Atmos. Sci. Lett.*, 12: 109-115.
- Kate S., Amagnide A., Hounmenou C.G., Hounkpatin E.L.B., Sinsin B. (2015). Changements climatiques et gestion des ressources pastorales en zone agropastorale au Nord-Bénin: cas de la commune de Banikoara. *Afrique Science*, 11: 201-215.
- Kiema 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 - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 14 : 1-16.
- Kima S.A., Okhimamhe A.A., Kiema A., Zampaligré N., Sule I. (2015). Adapting to the impacts of climate change in the sub-humid zone of Burkina Faso, West Africa: Perceptions of agropastoralists. *Pastoralism*, 5: 1-14.
- Klein R.J.T. (2003). Adaptation to climate variability and change: what is optimal and appropriate?: 1-16. In Giupponi C. and Schechter M. «Climate Change and the Mediterranean: Socio-Economics of Impacts, Vulnerability and Adaptation», Edward Elgar.
- Kosmowski F., Lalou R., Sultan B., Ndiaye O., Muller B., Galle S., Seguis L. (2015). Observations et perceptions des changements climatiques: analyse comparée dans trois pays d'Afrique de l'Ouest: 89-111. In Sultan B, Lalou R, Sanni M A, Oumarou A, Soumaré M A «Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest», IRD Éditions, 463 p.
- Kossoumna Liba'a N. (2008). De la mobilité à la sédentarisation: gestion des ressources naturelles et des territoires par les éleveurs Mbororo au nord du Cameroun. Thèse de doctorat, Université Montpellier III-Paul Valéry, France, 259 p.
- Kossoumna Liba'a N. (2012). Sédentarisation des éleveurs transhumants dans le Nord du Cameroun: évolution des conflits ruraux et de leurs modes de résolutions. *African Population Studies*, 26: 113-132.
- Kouassi A.M., Kouamé K.F., Koffi Y.B., Dje K.B., Paturel J.E., Oulare S. (2010). Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest: cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. *European Journal of Geography*, 1-29.
- Leclerc G., Sy O. (2011). Des indicateurs spatialisés des transhumances pastorales au Ferlo. *European Journal of Geography*, 532: 1-23.
- Lefrançois T., Vachiéry N., Meyer D.F., Pradel J., Martinez D. (2011). Stratégies innovantes de lutte contre les maladies émergentes animales. *Innovations Agronomiques*, 16: 105-116.
- Maddison D. (2007). The Perception of and Adaptation to Climate Change in Africa. Policy Research Working Paper 4308, 51 p.
- Manceron S. (2011). Intervenir en périphérie pour la conservation des aires protégées : réexamen d'un postulat, la situation du parc du W et des éleveurs mobiles. Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre-La Défense, France, 586 p.
- Manlay R.J., Freschet G., Abbadie L., Barbier B., Chotte J.L., Feller C., Leroy M., Serpantié G. (2020). Séquestration du carbone et usage durable des savanes ouest-africaines: synergie ou antagonisme ? : 241-254. In Chevallier T, Razafimbelo-Andriamifidy T, Chapuis-Lardy L and Brossard M «Carbone des sols en Afrique. Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles ». FAO/IRD Éditions, 269 p.

- MEA (2009). Quatrième Rapport du Mali sur la mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique. Rapport, Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement, Bamako, Mali, 103 p.
- Montes F., Meinen R., Dell C., Rotz A., Hristov A.N., Oh J., Waghorn G., Gerber P.J., Henderson B., Makkar H.P.S., Dijkstra J. (2013). Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *Journal of Animal Science*, 91: 5070-5094.
- Nardone A., Ronchi B., Lacetera N., Ranieri M.S., Bernabucci U. (2010). Effects of climate change on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130: 57-69.
- Ndour Y.B., Sall S.N., Loum M., Diouf A., Wélé A., Ndiaye O., Masse D., Chapuis-Lardy L. (2020). Dynamique de stockage du carbone dans les sols du Sénégal: Acquis de la recherche et perspectives: 157-171. In Chevallier T, Razafimbelo-Andriamifidy T, Chapuis-Lardy L and Brossard M «Carbone des sols en Afrique. Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles». FAO/IRD Éditions, 269 p.
- Neely C., Bunning S., Wilkes A. (2009). Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change. Implications and opportunities for mitigation and adaptation. *Land and water, discussion paper* 8, FAO, Rome, 38 p.
- Niasse M., Afouda A., Amani A. (2004). Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification: éléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation. Union mondiale pour la nature, 17 p.
- Noblet M., Faye A., Camara I., Seck A., Sadio M., Bah A. (2018). État des lieux des connaissances scientifiques sur les changements climatiques pour les secteurs des ressources en eau, de l'agriculture et de la zone côtière. Rapport d'étude, Climate Analytics GmbH, Berlin. 76 p.
- Noury J.M., Fourdin S., Pauthenet Y. (2013). Systèmes d'élevage et changement climatique: perceptions d'éleveurs et stratégies d'adaptation aux aléas. *Fourrages*, 215: 211-219.
- Ouédraogo D. (2010). Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudanienne du Burkina Faso. Mémoire d'Étude Approfondie (DEA), Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 40 p.
- Oyekale A.S. (2014). Impacts of climate change on livestock husbandry and adaptation option in the Arid Sahel Belt of West Africa: Evidence from a baseline survey. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 13-26.
- Ozer P., Hountondji Y.C., Niang A.J., Karimoune S., Laminou Manzo O., Salmon M. (2010). Désertification au Sahel: historique et perspectives. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 54: 69-84.
- Paeth H., Hall N.M.J., Gaertner M.A., Alonso M.D., Moumouni S., Polcher J., Ruti P.M., Fink A.H., Gosset M., Lebel T., Gaye A.T., Rowell D.P., Moufouma-Okia W., Jacob D., Rockel B., Giorgi F., Rummukainen M. (2011). Progress in regional downscaling of West African Precipitation. *Atmos. Sci. Let.*, 12: 75-82.
- PNUD (2009). Guide de ressources sur l'égalité entre les genres et le changement climatique. Programme des Nations Unies pour le développement, 139 p.
- PNUD (2011). Intégration de la gestion du risque de sécheresse. Manuel introductif, Programme des Nations Unies pour le Développement, 73 p.
- Sambou S., Dacosta H., Paturel J.E. (2018). Variabilité spatio-temporelle des pluies de 1932 à 2014 dans le bassin versant du fleuve Kayanga/Géba (République de Guinée, Sénégal, Guinée Bissau). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 12: 61-78.
- Sanfo A., Sawadogo I., Kulo E.A., Zampaligré N. (2015). Perceptions and Adaptation Measures of Crop Farmers and Agro-Pastoralists in the Eastern and Plateau Central Regions of Burkina Faso, West Africa. *FIRE Journal of Science and Technology*, 3: 286-298.
- Sanon H.O., Savadogo M., Tamboura H.H., Kanwé B.A. (2014). Caractérisation des systèmes de production et des ressources fourragères dans un terroir test de la zone soudanienne du Burkina Faso. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 14: 1-20.
- Sanou C.L., Tsado D.N., Kiema A., Eichie J.O., Okhimamhe A.A. (2018). Climate Variability Adaptation Strategies: Challenges to Livestock Mobility in South-Eastern Burkina Faso. *Open Access Library Journal*, 5: e4372, 1-16.
- Sautier M. (2013). Outiller l'adaptation des élevages herbagers au changement climatique: de l'analyse de la vulnérabilité à la conception participative de systèmes d'élevage. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 255 p.
- Sawadogo I. (2011). Ressources fourragères et représentations des éleveurs, évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée: Cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. Thèse de doctorat, Museum National D'histoire Naturelle, France, 336 p.
- Sougnabe P. (2000). Le conflit agriculteurs/éleveurs dans la zone soudanienne. Le cas du Moyen-Chari au sud du Tchad. Mémoire de D.E.A., Université de Toulouse, France, 86 p.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. (2009). L'ombre portée de l'élevage: impacts environnementaux et options pour leur atténuation. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 27 p.
- Sylla M.B., Nikiema P.M., Gibba P., Kebe I., Klutse N.A.B. (2016). Climate Change over West Africa: Recent Trends and Future Projections: 25-40. In Yaro J A and Hesselberg J «Adaptation to Climate Change and Variability in Rural West Africa», Springer International Publishing Switzerland, 244 p.
- Thornton P.K., van de Steeg J., Notenbaert A., Herrero M. (2008). The livestock-climate-poverty nexus. A discussion paper on International Livestock Research Institute (ILRI) research in relation to climate change, Discussion Paper No. 11, 76 p.
- Thornton P.K., van de Steeg J., Notenbaert A., Herrero M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101: 113-127.
- Tidjani A.D., Abdou A.A., Faran M., Amadou O., Amoukou I., Ozer P., Bouzou I., Ambouta K.J.M. (2016). Perceptions de la variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans le système oasien de gouré (Sud-Est Niger). *Agronomie Africaine*, 28: 25-37.
- Traoré A., Tamboura H.H., Bayala B., Rouamba D.W., Yaméogo N., Sanou M. (2004). Prévalence globale des pathologies majeures liées à la production laitière bovine en système d'élevage intra-urbain à Hamdallaye (Ouagadougou). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 8: 3-8.
- Tschakert P., Dietrich K. (2010). Anticipatory learning for climate change adaptation and resilience. *Ecology and Society*, 15: 11.
- UA (2014). Stratégie africaine sur les changements climatiques. Union Africaine, AMCEN-15-REF-11, 84 p.
- Wheeler S., Zuo A., Bjornlund H. (2013). Farmers' climate change beliefs and adaptation strategies for a water scarce future in Australia. *Global Environmental Change*, 23: 537-547.
- Zakari S., Tente B.A.H., Yabi I., Toko Imorou I., Tabou T., Afouda F., N'bessa B. (2015). Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux mutations climatiques: analyse des perceptions et adaptations locales dans le bassin de la Sota à Malanville. *Afrique Science*, 11: 211-228.

Zampaligré N., Dossa L.H., Schlecht E. (2013). Climate change and variability: perception and adaptation strategies of pastoralists and agro-pastoralists across different zones of Burkina Faso. *Regional Environmental Change*, 14: 769-783.

Zerbo I., Hahn K., Bernhardt-Römermann M., Ouédraogo O., Thiombiano A. (2017). Dispersal potential of herbaceous species according to climate, land use and habitat conditions in West African savannah. *Bois et forêts d es tropiques*, 332: 69-87.

Zoffoun A.G., Djenontin A.J.P., Mensah G.A., Koudandé D.O. (2009). Inventaire du potentiel fourrager pour l'élevage des bovins dans la commune d'Athiémé au sud-ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 66: 13-22.

Zongo K.F. (2010). Perceptions paysannes des changements climatiques et adaptation des producteurs en zone soudano-sahélienne: cas de Donsin (plateau central du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 54 p.