



Résilience à la variabilité climatique et perspectives des activités agropastorales dans la région de Matam, nord du Sénégal

Djibrirou Daouda Ba* & Tégaye Diop**

Résumé

Le Sénégal, pays sahélien, est confronté aux conséquences néfastes de la variabilité climatique du fait de son économie essentiellement agricole très tributaire des conditions climatiques. Ce phénomène se répercute inmanquablement sur la production agricole et l'économie, compromettant ainsi la sécurité alimentaire. Dans la région de Matam, le changement climatique est une menace sensible et plusieurs faits l'illustrent : la baisse de la pluviométrie, des pluies plus intenses et de plus courte durée, une augmentation de la température, etc. Les impacts négatifs sont également multiples : désertification, perte des terres arables et de pâturage, réduction de la disponibilité de l'eau pour les activités productrices. L'objectif de cet article est d'analyser l'impact de la variabilité climatique dans la région et les différentes stratégies de résilience développées par la population pour y faire face. La méthodologie adoptée consiste d'abord à analyser la variabilité interannuelle ainsi que le caractère aride de la zone. Puis la méthode aléatoire simple a été utilisée pour effectuer l'enquête diagnostique relative à la résilience des activités agropastorales. Les résultats ont montré l'irrégularité interannuelle des précipitations et confirment le caractère aride de la région impactant sur les rendements agricoles et sur le couvert végétal. Les résultats ont également montré que l'agriculture reste en grande partie extensive et marquée par la poussée de la riziculture irriguée, avec un début de modernisation.

Mots-clés : sécheresse, changement climatique, désertification, vulnérabilité, adaptation

* Département d'histoire et géographie, Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation, Université Cheikh Anta Diop – FASTEF/UCAD, Dakar, Sénégal.
Email : djibrirouba@yahoo.fr

** Laboratoire Leïdi « Dynamiques des territoires et développement », Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal. Email : gaytima@yahoo.fr

Abstract

Senegal, a Sahelian country, is facing the negative consequences of climate change, because of its predominantly agricultural economy, which is highly dependent on climatic conditions. This phenomenon inevitably affects agricultural production and the economy, thus compromising food security. In the Matam region, climate change is a significant threat and several facts can illustrate it: the decrease in rainfall, more intense and shorter rains, an increase in temperature, and so on. There are also multiple negative impacts: desertification, loss of arable and grazing land, reduction of water availability for productive activities. The aim of this article is to analyse the impact of climate variability in the region and the different resilience strategies developed by the population to cope with them. The methodology adopted consists firstly of analysing the interannual variability and the arid character of the area. Then the simple random method was used to carry out the diagnostic survey on the resilience agro-pastoral activities. The results showed the inter-annual irregularity of rainfall and confirmed the arid nature of the region impacting crop yields and vegetation cover. The results also showed that agriculture remains largely extensive and marked by the growth of irrigated rice cultivation, with a start of modernisation.

Keywords: Drought, climate change, desertification, vulnerability, adaptation

Introduction

Le changement climatique préoccupe à la fois les scientifiques et les politiques qui, depuis quelques années, tentent de trouver des solutions à ce problème qui affecte les conditions de vie des populations (Dieye 2010). En effet, en Afrique de l'Ouest, près de 80 pour cent de la population dépend des activités agropastorales (Yaro 2019). Le Sahel, où se trouve la région de Matam, est une des régions les plus affectées par la variabilité climatique au monde (Heinrigs 2010 ; Yaro 2019). Or, depuis quelques décennies, l'agriculture y subit des chocs variés de plus en plus forts, allant des crises alimentaires aux sécheresses et inondations (Yapi-Gnaore *et al.* 2014). Les activités agropastorales en Afrique de l'Ouest restent très sensibles à la variabilité climatique (Ba *et al.* 2018 ; Quarto & Thiam 2018). La région de Matam Sahel, dans le nord du Sénégal, appartient au Sahel, qui est « une terre d'opportunité et de défis », et, en même temps, le changement climatique est aujourd'hui considéré comme une « menace de premier plan » pour la sécurité des pays du Sahel (Heinrigs 2010). La recrudescence des sécheresses a déjà des impacts importants sur les milieux naturels et les systèmes anthropiques (Dieye 2010 ; Ba 2018 ; Sy & Sow 2018). Dès lors, pour aborder les questions de la vulnérabilité face au

changement climatique, dans une perspective de durabilité, les stratégies de développement doivent intégrer de façon complexe tous les facteurs en lien avec le développement, tels que le changement climatique, les migrations, l'évolution démographique, etc. (Heinrigs 2010) Au demeurant, il est établi que la lutte pour la sécurité alimentaire passe par le défi de la résilience à la variabilité et au changement climatiques (Duplantier *et al.* 2012). La variabilité climatique constitue une sérieuse préoccupation des scientifiques et des décideurs, car la pluviométrie « mal maîtrisée » conduit à des phénomènes comme la sécheresse, la dégradation des terres, voire des inondations (Diouf *et al.* 2015). Cette variabilité climatique impacte le secteur agricole des pays en développement avec une intensité particulière et réciproquement, les activités agropastorales extensives sont un facteur aggravant de la variabilité climatique (Yaro 2019).

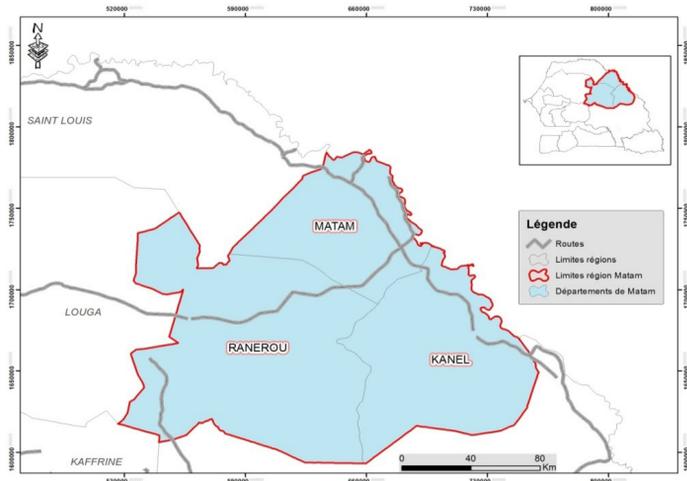
Du fait de sa vocation agropastorale, la région de Matam a un rôle important à jouer dans le cadre du Plan Sénégal émergent (PSE) qui, selon le groupe consultatif (2014), vise, entre autres, la sécurité alimentaire en privilégiant l'intensification et la diversification des productions. Dans le cadre du présent travail, la sécurité alimentaire peut être entendue au sens de la FAO, qui suppose quatre piliers fondamentaux. Il s'agit de la disponibilité alimentaire en qualité et en quantité; de l'accès de tous à des ressources permettant d'acquérir une nourriture adéquate et nutritive; de l'utilisation qui inclut des facteurs non alimentaires comme l'eau potable, l'assainissement ou les soins, et de la stabilité qui suppose que l'accès à la nourriture ne soit menacé ni par des chocs soudains ni par des événements cycliques (FAO cité par Diouf *et al.* 1995:15). De ce fait, la sécurité alimentaire est à la fois un enjeu et une manifestation de la résilience climatique. Cette dernière est étroitement liée à l'adaptation des systèmes socioéconomiques, dont les activités agropastorales, au changement climatique. Mais si la résilience correspond à la quantité ou à l'ampleur des impacts auxquels un secteur peut résister avant de subir une transformation complète, l'adaptation, elle, renvoie à toute activité pouvant réduire les méfaits du changement climatique ou tirer parti de la nouvelle situation qui en découle (GTNO 2017). Le mot résilience dérive du latin « *resilere* » qui signifie revenir ou rebondir. Ce concept, d'abord utilisé dans la physique des métaux, a émergé surtout à partir des années 1970 avec les travaux de Holling en écologie, par souci de l'adéquation entre les besoins humains et la soutenabilité des écosystèmes (Lallau & Thibaut 2009). En raison du changement climatique, la résilience est récemment réapparue dans de nombreux travaux de géographie, de planification de projets agricoles et dans le champ thématique du développement durable avec, en commun, l'objectif de faire face aux conséquences d'un choc (Yaro 2019).

Ainsi, Matam, à l'instar d'autres régions tropicales et sahéliennes, connaît actuellement des transformations majeures de l'agriculture et de l'élevage qui sont caractéristiques d'une transition agraire. La région dispose d'un potentiel énorme pour les activités agropastorales qui occupent la majorité de ses actifs et contribue considérablement à la sécurité alimentaire (Diop 2004 ; Ba 2018). Cependant, cette région est à l'image du reste du Sahel confrontée à des difficultés liées à la sécheresse et à la dégradation du milieu (Sy 2008 ; Ba 2018). Sans mesures d'adaptation appropriées, les systèmes agropastoraux seront fortement fragilisés (Dieye 2010).

L'objectif de cet article est alors d'analyser la relation entre la sécurité alimentaire et les impacts du changement climatique sous l'angle de la résilience des activités agropastorales à la variabilité climatique.

Présentation de la zone d'étude

Sur une superficie de 29 615,5 km², la région de Matam est à cheval sur les régions de Saint-Louis, de Louga, et la région mauritanienne de Gorgol, qui constituent respectivement ses limites nord-ouest, ouest et est. Au sud, Matam est limitée par la région de Tambacounda (Carte 1). La région couvre l'ancien département de Matam, de la région de Saint-Louis, auquel on a ajouté les anciennes communautés rurales de Loguerai Thiolly et de Vélingara de la région de Louga (Ndiaye 2006). La région est située entre 14° 20' et 16° 10' de latitude nord et 12° 40' et 14° 60' de longitude ouest. Elle appartient au bassin inférieur du fleuve Sénégal, qui peut être subdivisé en 4 unités hydrologiques : la haute vallée, la moyenne vallée, la basse vallée et le delta. La zone d'étude couvre donc essentiellement deux aires écogéographiques : la vallée du Sénégal et le Ferlo.



Carte 1 : Localisation de la région de Matam

Données et méthodes

Les données

Les données climatiques utilisées sont collectées à la station de Matam et fournies par l'agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie. Elles portent sur la pluviométrie et la température mensuelle sur la période 1961-2018. Le choix de cette séquence s'explique par la disponibilité des données et la pertinence de l'analyse en tenant compte du début de la sécheresse dans les années 1960 (Gaye & Sow 2016 ; Ba 2018 ; Ba *et al.* 2018). Matam est l'unique station synoptique de la région et les données ne présentent aucune lacune.

Parallèlement, une enquête sur la dégradation de l'environnement et les stratégies d'adaptation a été menée à l'aide d'un questionnaire et des entretiens dans les trois départements de Matam. Des descentes ont été effectuées à Ranérou, à Louguéré Thiolly, à Kanel, à Bow, à Sinthiou Bamambé, à Matam, à Boyinadji et à Tiguéré Yéné où un total de cinq cents personnes est interrogé.

Méthodologie

Traitements des données climatiques

Une pluviométrie aléatoire et irrégulière caractérise la région de Matam. La plus longue partie de l'année y correspond à la saison sèche qui alterne avec une courte saison des pluies. Pour mieux faire apparaître ce contraste, l'indice ombrothermique de Gaussen (1994) est utilisé.

$$IG = 2 P/T; \quad (1)$$

Où P signifie précipitations mensuelles ;

Et T la température moyenne du mois.

Plusieurs auteurs ont démontré la pertinence de cet indice dans le contexte climatique du Sahel, notamment au Sénégal (Sy 2008 ; Sy 2013 ; Ba 2018).

La segmentation de Hubert permet de détecter plusieurs ruptures, si elles existent dans une série chronologique (Quenum *et al.* 2016).

La procédure de segmentation des séries hydrométéorologiques n'est pas à proprement parler un test statistique. Cette méthode est adaptée à la recherche de multiples changements de moyenne. Son principe est de découper la série en m segments (m de telle sorte que la moyenne de chaque segment soit considérablement différente de celle du segment ou des segments voisins. Toute partition de la série initiale en m segments est une

segmentation. À partir d'une segmentation particulière d'ordre m pratiquée sur une série initiale, on définit :

$$D_m = \sum_{k=1}^{k=m} d_k \text{ avec } d_k = D_m = \sum_{l=i_{k-1}+1}^{l=i_k} (x_l - \bar{x}_k)^2 \quad (2)$$

$k = 1, 2, \dots, m$ rang dans la série initiale de l'extrémité terminale du segment ; la moyenne du segment ; l'écart quadratique entre la série et la segmentation considérée.

Les enquêtes diagnostiques et de perception

Une enquête diagnostique sur l'impact de la sécheresse climatique sur les activités agropastorales dans la région de Matam a été menée. Ainsi, il a été fait recours au questionnaire et aux entretiens avec les personnes-ressources. Le choix du site est fonction de plusieurs critères : le souci d'équilibre entre les départements, les potentialités économiques de la zone, la nature des différentes unités géomorphologiques et leur localisation écogéographique : Diéri, Djédjéngol ou Walo.

Le questionnaire s'intéresse à la dégradation environnementale et aux activités agropastorales. La répartition des personnes enquêtées dépend à la fois des activités exercées et de leur zone de résidence : deux cents dans le département de Matam, deux cents dans le département de Kanel et cent dans le département de Ranérou Ferlo.

La collecte et l'analyse des données ont été faites à l'aide l'application Sphinx.

Présentation et description des résultats

Analyse des données climatiques

La variabilité pluviométrique interannuelle, une caractéristique majeure de la région

La segmentation de Hubert permet d'analyser la variabilité interannuelle de la pluviométrie en mettant en relief les ruptures (Tableau 1).

Tableau 1 : Segmentation de la pluviométrie à Matam de 1961 à 2018

Début	Fin	Moyenne	Écart type
1961	1966	540,3	99,5
1967	1998	319,7	87,3
1999	2018	472,5	124,7

L'analyse de la chronique des précipitations annuelles entre 1961 et 2018 révèle la succession de phases climatiques contrastées à Matam. La station a connu plusieurs ruptures, elle est donc non stationnaire. Ainsi, la période de 1961 à 2018 révèle trois principales phases d'abord de 1961 à 1966 avec une moyenne pluviométrique de 542,267 mm et un écart type de 99,514; ensuite une longue phase allant de 1967 à 1998 avec 319,738 mm pour écart un écart type de 87,394; enfin la dernière phase qui va de 1999 à 2018 avec une moyenne pluviométrique de 472,5 mm, soit un écart type de 124,7. Cette alternance de périodes sèches et d'occurrences relativement humides rappelle l'irrégularité interannuelle des précipitations. Cependant, la phase la moins pluvieuse est la plus longue, en sus, le retour à une certaine pluviosité noté durant la séquence la plus récente, entre 1999 et 2018, ne semble pas suffisant pour remettre en cause la tendance à l'aridification.

L'indice de sécheresse

L'indice ombrothermique de Gaussen a été utilisé pour cerner l'aridité de la région. Il intègre les données pluviométriques et les températures, ces deux éléments étant les plus importants pour comprendre la variabilité climatique. En même temps il permet de ressortir les contrastes saisonniers (Figure 1).

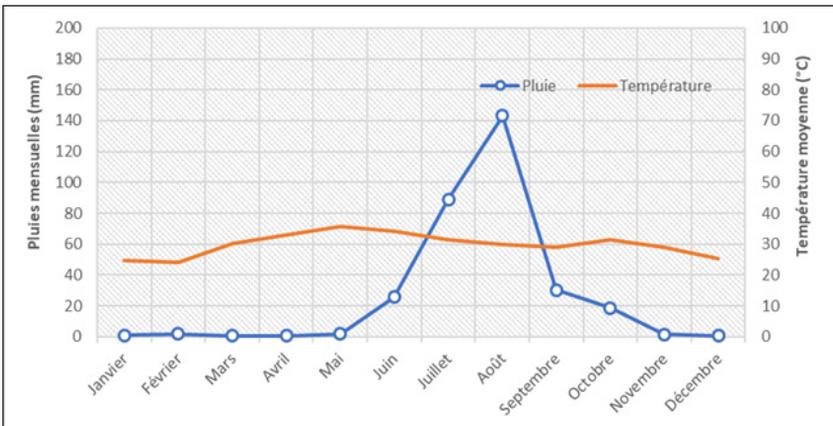


Figure 1 : Diagramme ombrothermique de Gaussen (1994) à Matam (1961-2020)

Pour la construction de ce diagramme climatique, le principe de l'indice de Gaussen ($IG = 2 P/T$) est respecté. À partir de cet indice sont considérés comme mois secs certains pour lesquels les précipitations sont \leq au double de la température moyenne exprimée en degrés centigrades (Gaussen [1954] cité par Sy [2008]).

Le calcul de l'indice confirme le caractère aride de la région de Matam. En effet, sur l'ensemble de la période 1981 à 2020, seuls les mois de juillet et août sont considérés comme humides, le mois d'août étant le plus humide. Les mois de juin et septembre ne peuvent être considérés comme humides que partiellement, respectivement durant leur deuxième et première quinzaine. Neuf mois sur les douze sont donc secs à Matam. Non seulement la pluviométrie avait fortement diminué, mais sa répartition saisonnière était devenue plus imprévisible. Or la distribution des précipitations annuelles dans le temps compte autant que leur quantité relativement aux activités agropastorales.

Cette courte durée de la saison pluvieuse a un impact à la fois sur les rendements agricoles et sur le couvert végétal. C'est en partie ce qui explique le recul de l'agriculture sous pluies. Cette situation, parfois durement ressentie par les éleveurs avec les longues périodes de soudure, est à l'origine de longs déplacements, voire de la mort du bétail, surtout parmi les troupeaux bovins.

Résultats des enquêtes : les contraintes des activités agropastorales

Aussi bien dans le Ferlo que dans le Diéri et le Walo, les populations interrogées de la région ont signalé beaucoup de contraintes liées aux activités culturelles et à l'élevage.

Les contraintes des activités culturelles

L'agriculture est confrontée à plusieurs problèmes qui limitent ses performances (Tableau 2).

Tableau 2 : Les difficultés de l'agriculture

Contraintes	Fréquence %
Cherté des intrants	42,9
Problème de machines	24,2
Manque de moyens et de financements	22
Difficile accès à la terre	9,9
Divagation des animaux dans les champs	7,7
Sécheresse	7,7
Épuisement des sols	7,2
Oiseaux granivores, insectes et rongeurs	5,5
Problème de stockage et d'écoulement	2,2
Main-d'œuvre trop coûteuse	1,1

Le tableau 2 résume les difficultés soulevées par les paysans de la région de Matam en réponse à la question : « Quelles sont les principales difficultés dont souffrent vos activités ? » La sécheresse reste une préoccupation, certes, mais elle vient au même rang que la divagation des animaux dans les champs, loin derrière la cherté des intrants, le manque d'équipement ou encore l'accès à la terre.

Il ressort de l'enquête que l'agriculture est encore, en grande partie, extensive, utilisant un outillage rudimentaire. C'est surtout le cas du département de Ranérou, en marge du processus de modernisation-mécanisation amorcé dans le domaine de la production du riz. Dans cette partie du Ferlo, par exemple, l'agriculture céréalière est essentiellement pluviale et utilise peu d'apports en intrants. Les activités dépendent de la date de démarrage et de la durée de l'hivernage, qui ont des impacts directs sur les rendements céréaliers. La faiblesse et l'irrégularité des crues dans la vallée alluviale sont également liées à la variabilité pluviométrique.

Les productions maraîchères émergent peu à peu sous forme de jardins irrigués ou de champs de décrue. L'agriculture, essentiellement extensive, est liée à une pluviométrie aléatoire avec les sécheresses climatiques fréquentes. C'est ce qui explique la vulnérabilité du secteur.

Contraintes et vulnérabilité du secteur de la production animale

À Matam, les acteurs de la production animale ont recensé plusieurs difficultés lors d'une année menée sur le terrain (Ba 2018). Ces dernières aggravent la vulnérabilité de l'élevage dans le contexte de la variabilité climatique de la région. Les principaux problèmes recensés sont les suivants (Figure 2).

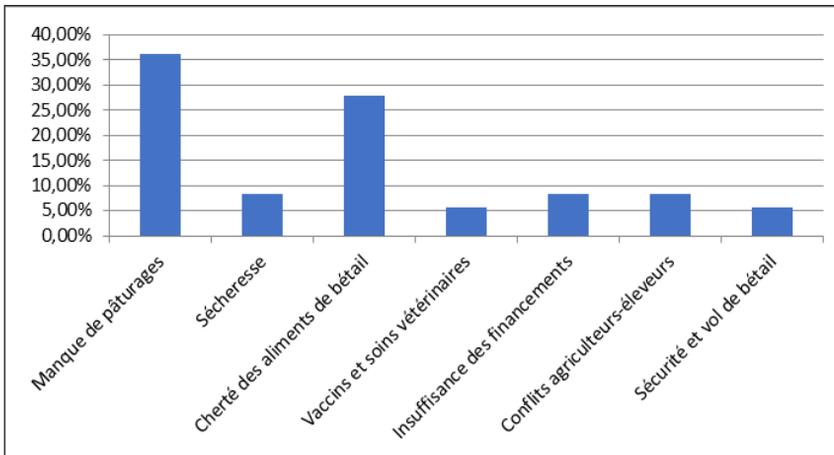


Figure 2 : Les contraintes répertoriées par les éleveurs de Matam

Il apparaît que le manque de pâturages et d'espaces de parcours qui résulte de l'accroissement démographique et de l'essor des aménagements agricoles est la première contrainte à laquelle les éleveurs font face. Les autres problèmes sont liés à la cherté des aliments du bétail et à l'insuffisance de points d'eau pour l'abreuvement. La variabilité climatique, avec les fréquents déficits pluviométriques, est un facteur aggravant.

Avec l'intensification des aléas climatiques, la transhumance de grande amplitude a tendance à disparaître pour faire place aux nomadismes de proximité. Des stratégies de mobilité localisée sont de plus en plus fréquentes. Dans la région, la mobilité spatiotemporelle localisée a été observée dans la vallée. Dans ce secteur, ce sont les éleveurs sédentaires qui développent cette stratégie de mobilité localisée.

Cette stratégie permet d'éviter des conflits avec les agriculteurs autochtones et crée des conditions de coexistence pacifique entre les communautés. De plus en plus, on assiste au renforcement de la surveillance de l'espace et des animaux, à la recomposition du troupeau, au déstockage, à la redéfinition des termes du contrat de pacage et à la constitution de stocks de fourrage, à l'amélioration des performances zootechniques par l'embouche, et, enfin, à l'ensemencement des pâturages. La pépinière de Louguéré Thiolly par exemple, dans le département de Ranérou, réalisée dans le cadre de la Grande muraille verte, entre dans cette logique.

Ce sont donc tous ces enjeux liés à la vulnérabilité qui expliquent la mise en place du fonds national climat (FNC), en adéquation avec les orientations du Plan Sénégal émergent, qui traduit la vision du pays en termes de développement d'ici 2035.

En définitive, la vulnérabilité de la région au changement climatique résulte, à l'instar de la majorité du continent africain, de deux éléments principaux : d'une part, l'existence de multiples contraintes et, d'autre part, sa faible capacité d'adaptation. Comme dans le reste du Sahel, les contraintes tiennent souvent à la dégradation et à la perte totale ou partielle des sols exploitables pour l'agriculture, occasionnée tantôt par l'aggravation de la sécheresse, tantôt par la raréfaction croissante de l'eau et la surexploitation des terres.

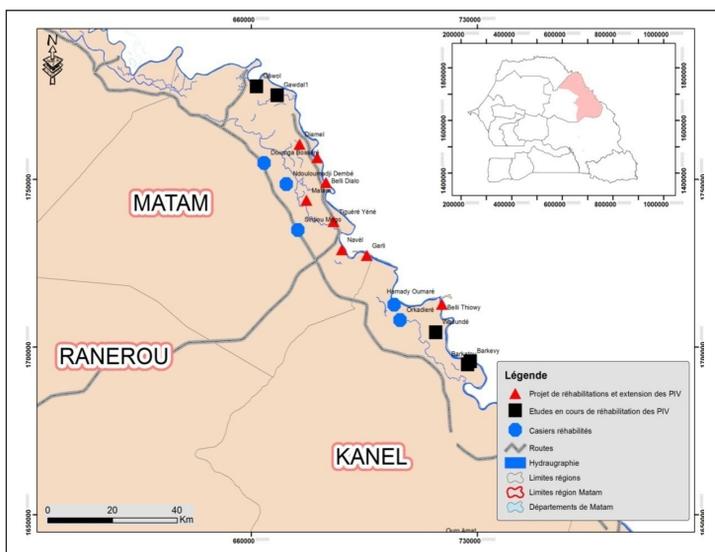
Les éleveurs ont pratiquement tous constaté une baisse du rendement des pâturages. Plusieurs causes sont indexées pour expliquer la situation. Et tous les acteurs ont reconnu l'impact de la variabilité climatique dans cette région de plus en plus aride – déficit pluviométrique et températures généralement élevées.

Résultats des enquêtes sur l'adaptation au changement climatique et les perspectives des activités

Les stratégies d'adaptation des activités agropastorales découlent d'une hausse des températures combinée à une diminution de la pluviométrie. Cette situation a comme corollaire la détérioration des sols et du couvert végétal, le tout dans un contexte de hausse de la pression sur les milieux, d'où la résilience.

L'adaptation des pratiques agricoles au changement climatique

Pour répondre aux exigences de développement et de la sécurité alimentaire, l'État, par l'intermédiaire des services compétents, et les populations, prennent des initiatives et proposent des solutions. C'est pourquoi la SAED a mis en œuvre un important programme d'aménagements hydroagricoles qui repose sur la réalisation de périmètres irrigués et la réhabilitation et/ou l'extension de ceux existants (Carte 2).



Carte 2 : Programme d'aménagements hydroagricoles dans la région

Source : Ba 2018

La carte des aménagements agricoles de la région de Matam laisse apparaître de profondes mutations, récentes ou en cours. En effet, une multitude de projets ont été conçus ces dernières années. Ils sont essentiellement concentrés dans la vallée, départements de Matam et de Kanel, qui se caractérise par de vastes aménagements agricoles et un début de mécanisation de la production agricole (Photo 1).



Photo 1 : Engins en activité dans une rizière du Bosséa et culture d'oignon dans la commune de Matam

Source : Clichés D. D. Ba, *in situ*

Les pratiques de riziculture, avec une modernisation des équipements techniques, peuvent contribuer à asseoir une sécurité alimentaire (suivant une bonne adaptation) malgré la variabilité climatique qui frappe le nord du Sénégal. Parallèlement, les cultures maraîchères se développent de plus en plus. Pour contribuer à la sécurité alimentaire du Sénégal, la vallée du fleuve Sénégal doit jouer un rôle de premier plan. Ainsi, les principaux projets visent la production du riz. Il s'agit de :

- la réhabilitation des casiers de Orkadiéré et de Hamady Ounaré portant sur 700 ha avec la réalisation de l'ouvrage de prise du Dioulol (seuil et station de pompage de Balel) et l'équipement de 20 ha de goutte à goutte pour les groupements féminins, dans le cadre du programme intégré de gestion des ressources en eau (PGIRE) ;
- les études pour la réhabilitation de 2000 ha de PIV dans le cadre du programme national d'autosuffisance en riz (PNAR) ;
- la réhabilitation des périmètres villageois du secteur de Waoundé (sites de Waoundé, Goumal, Barkéwy, Barkatou, Goumal) et leur extension (400 ha) ;
- l'aménagement de 970 ha de PIV dans la zone des casiers du Bosséa et de Matam et Dolol, dans le cadre du Projet de développement rural de Matam (PDRM) ;
- la réhabilitation du casier de Ndouloumadji (400 ha, avec relèvement du niveau de pompage) ; la création de périmètres irrigués entre Ouro Alpha, Doumga Bosséa, Doumga Ouro Thierno, Sinthiou Mogo ; l'amélioration

de la décrue dans les environs de Boyinadji Nabadji ; la réalisation de pistes de désenclavement (70 km) pour le projet, et la construction d'unités de stockage, de transformation et de mise en marché, dans le cadre du projet d'appui à la sécurité alimentaire dans la région de Matam (ASAMM) ;

- la réhabilitation et l'extension des périmètres villageois de Matam (1 000 ha concernant les sites de : Matam, Navel, Tiguéré Yéné, Diamel, Diandioly, Belli Thiowi, Belli Dialo, Garly). S'agissant des acquis du PRODAM sur le plan des aménagements hydroagricoles, les actions entreprises ont permis l'aménagement et la mise à disposition de 2 957 ha aux producteurs, intégrant l'aménagement de 17 ha par goutte-à-goutte en zone Diéri.

Stratégies de résilience des activités pastorales face au changement climatique

La stratégie d'adaptation des activités pastorales à la base s'inscrit dans le contexte de la politique étatique en la matière. À cet effet, le souci de décentralisation et de désengagement de l'État constitue l'axe prioritaire des actions recommandées par les Conseils interministériels. Le volet élevage de la Nouvelle politique agricole (NPA) se centre sur l'intensification des productions par une stratification des producteurs selon la zone agro-écologique, la responsabilisation des producteurs à travers la création de Groupements d'intérêt économique (GIE), notamment dans le Ferlo. La résilience de l'élevage se manifeste par des stratégies de conservation et de restauration des écosystèmes.

Ainsi, le service des eaux et forêts avait initié la plantation de végétation fourragère. Cependant, ce projet s'est limité à l'étape d'expérimentation à cause du manque de moyens financiers et techniques, surtout du problème de disponibilité dans cette zone sans cours ni points d'eau naturels permanents. Toutefois, ces dernières années, une augmentation significative du nombre de forages est notée dans le cadre du projet de gestion intégrée des écosystèmes du Sénégal (PGIES). Dès lors que se pose avec moins d'acuité le problème de l'eau, l'idée de planter de l'herbe refait surface dans une démarche participative incluant les populations, les services compétents et les partenaires dans le cadre du programme des Champs-écoles des producteurs (CEP) initié par la FAO face au changement climatique. L'essentiel de ces stratégies d'adaptation voit le jour dans la réserve de biosphère du Ferlo et des unités pastorales (UP). Dans le Ferlo, l'élevage est de loin la première activité socioéconomique. C'est pourquoi, lors du FOREMA (Foire économique de Matam), la région a été reconnue comme une zone d'élevage de type extensif traditionnel par excellence (Tableau 4).

Tableau 4 : Les unités pastorales (UP) dans la région de Matam

Unité pastorale (UP)	Superficie/ ha	Délibé- ration	Département (et commune)
UP Loumbol S. Abdoul	38 170	Oui	Ranérou Ferlo (Oudalaye)
UP Malandou	72 820	Oui	Kanel (Ouro Sidy)
UP Winde Diohi	86 059	Oui	Kanel (Ndendory et Ouro Sidy)
RNC Mbouguel	128 000	Oui	Kanel (Ouro Sidy)

Source : BA 2018

L'approche UP constitue un référentiel technique et social de développement pastoral parce qu'elle a évolué suite aux leçons tirées des expériences antérieures. Cela permet une démarche participative qui conscientise et implique les populations dans l'exploitation et la préservation des ressources naturelles. Aujourd'hui, l'UP recouvre des réalités complexes avec des stratégies différentes de maîtrise d'œuvre et de gestion des services associées à l'UP. Les communes rurales de Vélingara et de Louguéré Thioly sont des unités pastorales de grande importance.

Propositions des populations pour la résilience de l'agriculture et de l'élevage

La vulnérabilité est aggravée par des facteurs anthropiques. En fait, la croissance démographique étend l'espace d'habitation au détriment des terres de pâture, de la réalisation d'infrastructures – routes et pistes – et de la multiplication des aménagements hydroagricoles, de plus en plus étendus. Cette vulnérabilité nécessite différentes stratégies d'adaptation des activités agropastorales.

De ce fait, différentes options d'adaptation à la sécheresse climatique et de développement des activités agricoles ont été proposées par les cultivateurs de la région de Matam :

- faciliter l'accès aux intrants agricoles, notamment en subventionnant davantage le carburant et l'engrais, voire les herbicides et les pesticides ;
- l'État devrait également mieux favoriser la modernisation du secteur en fournissant des machines aux acteurs et des motopompes pour l'irrigation ;
- l'accès aux financements publics ou privés des acteurs de l'agriculture est également considéré à la fois comme un problème à résoudre et une des solutions pour une agriculture moderne et productive dans la région de Matam ;

- l'accès à la terre et la formation des éleveurs font partie des soucis majeurs au sujet desquels une plus grande implication de l'État est souhaitée;
- la délimitation des aires de parcours et la prise en compte du secteur de l'élevage permettent de maîtriser la divagation des animaux et de protéger les cultures. D'ailleurs, cultivateurs et éleveurs sont majoritairement d'accord sur le principe que les premiers surveillent les champs le jour et les seconds leur bétail la nuit.

La redéfinition des calendriers agricoles et l'introduction des variétés à cycle court sont également proposées. Cela a pour finalité de gérer la sécheresse climatique et le caractère irrégulier de la pluviométrie dans la région de Matam dans une perspective de résilience. Ces propositions des paysans sont reconnues comme pertinentes par les techniciens et les chercheurs du secteur de l'agriculture (Sarr & Traoré 2010 ; ADR/Conseil régional de Matam 2013). Ces derniers insistent également sur la mise au point de méthodes de gestion de l'eau à des fins agricoles (conservation des eaux, protection des cultures face aux extrêmes climatiques, irrigation de complément et irrigation pure à partir des eaux de surface : fleuve, mares, bassins de rétention, eaux souterraines).

Ces mesures d'adaptation ont été identifiées sur la base des enquêtes menées auprès des populations de la région de Matam. Ainsi, près des 2/3 des paysans de la vallée, notamment dans les départements de Matam et de Kanel, ont dit préférer concentrer leurs efforts pendant l'hivernage sur la riziculture irriguée. Et certains ont commencé à introduire des variétés de céréales à cycle court.

Ces pratiques sont des réponses à une incertitude du calendrier agricole liée à l'irrégularité des précipitations; quand les pluies sont insuffisantes ou deviennent trop espacées, il suffit de recourir à l'irrigation par la motopompe pour sauver les cultures. Cependant, on constate que de nombreux périmètres irrigués villageois ne font qu'une seule campagne rizicole par an. En plus, le calendrier agricole est de moins en moins tributaire de la saison des pluies du fait de la multiplication des périmètres irrigués familiaux ou personnels surnommés «Goana¹». Néanmoins, parmi ceux qui continuent de pratiquer la culture du mil sous pluies, seuls 40 pour cent ont opté pour les semences à cycle court – trois mois au maximum, contrairement au mil classique.

Discussion des résultats

La date de rupture obtenue pour les séries pluviométriques est 1966 à Matam. Donc les observations de la segmentation de Hubert confirment les résultats de chercheurs qui situent la plupart des ruptures dans le bassin du Sénégal entre la fin de la décennie 1960 et le début de la décennie 1970

(Heinrigs 2010 ; Gaye & Sow 2016 ; Ba *et al.* 2018). D'ailleurs, la situation est similaire dans l'ensemble de l'Afrique occidentale (OCDE/CSAO 2008 ; Yaro 2019). Pour certains, le Sahel connaît un long cycle d'aridité (Ibrahim 2012 ; Sy 2013). Si les tendances actuelles du réchauffement se poursuivent, les performances des activités du secteur primaire de la région en seront davantage affectées. Là encore, les résultats sont en parfaite adéquation avec les constats du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui soutient que l'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables au changement climatique et à la variabilité du climat, situation aggravée, entre autres, par la faible capacité d'adaptation des populations (CSAO/OCDE 2011 ; Yaro 2019). C'est pourquoi, à Matam, des stratégies d'adaptation au changement climatique sont développées aussi bien pour les activités agricoles que pour l'élevage (Ba 2018). Cet article confirme également de nombreux travaux qui portent témoignage de la forte variabilité pluviométrique avec une tendance à l'assèchement, ainsi que la hausse des températures dans le Sahel, en particulier dans la vallée du Sénégal (Sy 2008 ; Gaye & Sow 2016 ; Ba 2018 ; Ba *et al.* 2018 ; Yaro 2019).

L'agriculture est par conséquent caractérisée dans la région par un faible niveau de valorisation du potentiel hydro-agricole (ARD/région de Matam 2013). En effet, sur un potentiel aménageable de 85 000 ha, seuls 9 000 ha sont aménagés. En sus, les pertes de productivité résultant du changement climatique aggraveront les crises alimentaires déjà récurrentes dans la zone (Sarr & Traore 2010). De ce fait, les paysans ont développé des stratégies d'adaptation aux risques liés à la variabilité climatique. Parmi ces stratégies figurent celles relatives aux pratiques agricoles comme la lutte contre la dégradation des terres agricoles, la gestion de la fertilité des sols, les techniques de gestion de l'eau, la diversification des cultures, etc. (CSAO/OCDE 2008) À cela s'ajoutent d'autres formes d'adaptation : production et vente d'animaux, entraide et coopération, diversification des activités, migration saisonnière, etc. Ces dernières portent sur l'amélioration de la résilience des systèmes agricoles au travers de méthodes et de technologies (Sarr & Traore 2010). L'agriculture extensive est considérée comme une stratégie visant à compenser la baisse des rendements en l'absence d'une amélioration des itinéraires techniques de cultures. Plus de 80 pour cent des éleveurs interrogés ont dit avoir, en sus de l'élevage d'autres activités, notamment l'agriculture. Mais la combinaison de l'agriculture avec l'élevage est beaucoup plus fréquente dans la vallée que dans le Ferlo.

Les demandes des éleveurs et le rôle des structures sont un débat que les structures – organisations professionnelles, services techniques, collectivités – doivent entamer si elles veulent apporter un appui aux éleveurs face aux

changements, et éviter la démultiplication non coordonnée des actions (Kamil & Larbodièrè 2010). Mais cette extension se fait au détriment des espaces pastoraux (CSAO/OCDE 2008). Un constat similaire est fait dans d'autres régions administratives et d'autres zones écogéographiques du Sénégal septentrional, particulièrement dans la région de Saint-Louis et dans le delta du fleuve Sénégal (Ba *et al.* 2019 ; Ba *et al.* 2020 ; Cissokho *et al.* 2019). La croissance des superficies consacrées à l'agriculture a entraîné la contradiction des parcours pastoraux (Cissoko *et al.* 2019). Dans l'avenir, la LOASP (Loi d'orientation agro-sylvo-pastorale) pourrait soit donner de l'air à l'élevage pastoral, soit précipiter sa mutation vers des formes moins mobiles et plus intensives (Magrin 2008). C'est toute la question de développement durable qui se trouve posée avec acuité dans ce nouveau contexte, où les facteurs d'imprévisibilité vont croître et les ressources décroître. Les ligneux de la région, en particulier dans le Ferlo, ont considérablement souffert de la variabilité climatique. Or la régénération naturelle n'est malheureusement pas assurée. Cependant, l'espoir est toujours permis, surtout avec la volonté des décideurs politiques, matérialisée par la création de l'Agence de la Grande muraille verte. La finalité est de préserver les ressources encore existantes, puis de contribuer à la régénération qui est complétée par des plantations judicieusement mises en place, entretenues et protégées. Cela confère un certain optimisme quant à l'avenir du secteur agropastoral, en particulier, dans sa composante de l'élevage (Ba 2018). Les forages y ont modifié la structuration spatiale, les mouvements de bétail, les affectations des activités et les rapports sociaux aux ressources. Les unités pastorales ont constitué un cadre d'aménagement de l'espace autour des forages, mais aussi de gestion des services et de l'organisation des usagers des ressources (Ba 2018). Aussi certaines stratégies comme les Champs-écoles des producteurs cadrent-elles avec les Objectifs de développement durable de l'ONU, qui visent à renforcer les moyens d'existence des ruraux en assurant, entre autres, la sécurité alimentaire, tout en réduisant la pression sur les ressources naturelles (FAO 2017).

Cette situation confirme la remarque de Chaleard et Charvet (2004), qui trouvent que dans les régions semi-arides les risques d'érosion et de destruction des sols sont plus élevés. Il peut s'agir d'érosion par ruissellement, mais aussi d'érosion éolienne, les deux pouvant se combiner. L'érosion est encore plus agressive quand les sols sont nus, comme c'est de plus en plus le cas dans la région de Matam. La question fondamentale est de savoir si ces stratégies sont suffisantes pour faire face aux événements climatiques extrêmes. D'où la nécessité de bien évaluer les impacts des changements climatiques en vue de proposer des stratégies culturellement, socialement et économiquement fondées (N'djafa Ouaga 2010).

Conclusion

Cette étude visait à évaluer l'impact de la variabilité climatique dans la région de Matam et les différentes stratégies de résilience développées par la population pour y faire face. L'aridification constitue le principal blocage du secteur agricole avec comme corollaire la baisse des rendements et la diminution du couvert végétal. Les résultats obtenus ont montré que les paysans de la région de Matam ont, dans le Ferlo comme dans la vallée, une bonne lecture des manifestations de la variabilité et du changement climatique. Les indicateurs utilisés confirment la variabilité climatique avec une tendance à la péjoration. Différentes stratégies ont été développées pour contrer ces aléas climatiques.

Les résultats ont également montré que les perspectives des activités agropastorales sont incertaines. Elles ne sont pas encore précises, surtout dans le contexte macroéconomique du Plan Sénégal émergent, avec l'objectif déclaré d'autosuffisance alimentaire, en riz notamment. Certes, l'élevage tend à être mieux pris en charge à travers l'approche territoriale favorisée par la décentralisation. Mais dans la même foulée, les aménagements hydroagricoles en cours risquent d'impacter négativement sur la mobilité indispensable aux systèmes pastoraux. Ainsi, l'étude des paysages agricoles à l'aide d'une cartographie diachronique et des modèles de projection climatique à l'échelle du Sénégal, voire de l'Afrique de l'Ouest, peut à l'avenir constituer une contribution importante pour la gestion des impacts du changement climatique.

Note

1. Ces projets agricoles se sont répandus dans le contexte de la GOANA (Grande offensive agricole pour la nourriture et l'abondance). Mais actuellement, la plupart d'entre eux relèvent de la propriété privée.

Bibliographie

- ADR/région de Matam, 2013, Profil environnemental de la région de Matam, 118 p.
- Ba, D. D., 2018, Sécheresse climatique, dynamique actuelle et perspectives des activités agropastorales dans le Ferlo et la moyenne vallée du fleuve Sénégal (région de Matam), thèse de doctorat unique, Université Gaston-Berger de Saint-Louis, Section de géographie, 216 p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03150616>
- Ba, D. D., Diop, T., et Sow, S. A., 2020, "Plant cover trends in a context of draught and pastoral activities' resilience in the Matam Region in northern Senegal: the case of the Ferlo Biosphère Reserve (RBF)", *Nature & Faune*, Vol. 33, n° 1, ISSN-L : 2026-5824 <http://www.fao.org/3/ca8253en/ca8253en.pdf>

- Ba, D. D., Diop, T., et Ndiaye, P. M., 2019, « Impact de la variabilité pluviométrique sur la dynamique spatiotemporelle des surfaces agricoles dans le delta du fleuve Sénégal », *Revue Ahôhô du LARDYMES* n° 22, ISSN 1993-3134, juin, p. 126-136.
- Ba, D. D., Ndiaye, P. M. et Faye, C., 2018, « Variabilité pluviométrique et évolution de la sécheresse climatique dans la vallée du fleuve Sénégal », *Revue togolaise des Sciences*, vol. 12, n° 1, p. 57-71.
- Chaleard, J.-L. et Charvet, J.-P., 2004, *Géographie agricole et rurale*, Paris, Belin, 240 p.
- Cissoko, D., Ba, D. D., Faye, C., Bommbaty, I., Thiare, M. et Mane, H., 2019, « Variabilité pluviométrique et reconfiguration de l'occupation du sol dans le delta du fleuve Sénégal », *Journal algérien des régions arides*, ISSN 2676-2226, 13(2), p. 30-36. <https://www.crstra.dz/telechargement/journals/jara-13-2019/pdf/variabilite-pluviometrique-et-reconfiguration-de-l-occupation-du-sol-dans-le-delta-du-fleuve-senegal.pdf>
- CSAO/OCDE, 2008, Élevage et marché régional en Afrique de l'Ouest : potentialités et défis. Étude réalisée dans le cadre du partenariat entre la Commission de la CEDEAO et le Secrétariat du CSAO/OCDE sur l'avenir de l'élevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest, 182 p.
- CSAO/OCDE, 2011, Enjeux ouest-africains : stocks d'urgence au Sahel et en Afrique de l'Ouest, 34 p.
- Dieye, P. O., 2010, « Le Sahel face aux changements climatiques. Enjeux pour un développement durable », *Bulletin mensuel*, Numéro spécial, Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.
- Diouf, B., Lo, H. M., Dieye, B., Sané, O., et Sarr, O. F., (Eds) [au compte de la Plateforme nationale de Dialogue science-politique du Sénégal (CCASA)], 2015, « Vers un dialogue science-politique pour l'adaptation de l'agriculture au changement climatique au Sénégal : État des lieux et des acteurs institutionnels et politiques », *Document de travail* n° 101, Programme de recherche du CGIAR sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS), 60 p.
- Duplantier, A., Gracia, C., et Worldmichael, M., 2012, « Sécurité alimentaire et changement climatique : la relation est-elle vérifiable? », *Journal des étudiants en développement* I, (1), p. 7-14.
- FAO, 2017, *Champs-écoles des producteurs. Document d'orientation*, 123 p.
- Gaye, D., et Sow, S., 2016, « Impacts des variations pluviométriques sur les écoulements de surface dans la vallée du Sénégal », *Revue de géographie de l'Université de Ouagadougou-Pr Joseph Ki-Zerbo*, n° 05, Vol. 2, p. 167-183.
- GNTO, 2017, La résilience et l'adaptation au changement climatique, https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/cscs_resilience_ladapation.pdf
- Heinrigs, P., s. d., Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, *La résilience et l'adaptation au changement climatique*, 1 p. https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/cscs_resilience_ladapation.pdf
- Heinrigs, P., 2010, « Incidences sécuritaires du changement climatique au Sahel : perspectives politiques », CSAO, 32 p.

- Ibrahim, B., 2012, Caractérisation des saisons de pluies au Burkina Faso dans un contexte de changement climatique et évaluation des impacts hydrologiques sur le bassin du Nakanbé, thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, 246 p.
- Kamil, H., et Larbodière, L., 2010, *Pastoralisme, développement durable et changement climatique dans le Ferlo*, Actes de l'atelier, AVSF, 90 p.
- Lallau, B., et Thibaut, E., 2009, «La résilience en débat : quel devenir pour les agriculteurs en difficulté?», *Revue d'études en agriculture et environnement*, 90 (1), p. 79-102.
- Magrin, G., 2008, «Synthèse des travaux menés au Sénégal», dans G. Duteurtre (Dir.), *Rapport scientifique annuel du projet de recherche Icare*, ATP Icare, p. 21-24.
- Magrin, G., 2008, «Dynamiques territoriales et place de l'élevage au Sénégal», *Documents de travail Icare*, Série Notes de synthèse, n° 2, Cirad, Montpellier, 22 p.
- N'djafa Ouaga, H., 2010, «Pratiques locales d'adaptation», *Centre régional AGRHYMET, Bulletin mensuel*, numéro spécial, p. 33-34.
- OCDE/CSAO, 2008, Climat, changements climatiques et pratiques agropastorales en zone sahélienne, 8 p.
- Quarto, A., et Thiam, I., 2018, «Restauration communautaire et écologique de la mangrove (CBEMR) : rétablir un écosystème côtier plus riche en biodiversité et plus résilient avec la participation de la communauté», *Nature et Faune*, vol. 32, n° 1, p. 44-52.
- Quenum, L. D. M. G., Alamou, A. E., Lawin, E. A., Badou, D. F., et Afouda, A. A., 2016, «Variabilité spatiotemporelle de la pluviométrie dans le bassin de l'Ouémé, Bénin», *Afrique Science* 12(3), p. 315-328.
- Sarr, B., et Traore, S., 2010, «Impacts des changements climatiques sur quelques secteurs clés : impacts sur l'agriculture», *Centre régional AGRHYMET, Bulletin mensuel*, numéro spécial p. 22-24.
- Sy, A. A., 2013, Dynamique sédimentaire et risques actuels dans l'axe Saint-Louis – Gandiol, littoral nord du Sénégal, thèse de doctorat unique, Université Gaston Berger de Saint-Louis. Section de géographie, 328 p.
- Sy, B. A., 2008, Milieux, sécheresse climatique et érosion éolienne, étude géomorphologique du sahel sénégalais, thèse de doctorat d'État, Université Gaston-Berger de Saint-Louis. Section de géographie, 429 p.
- Yapi-Gnaoré, Chia, Vall, E., Havard, M., Kanwe, A., Sangaré, M. M., 2014, «Production et gestion des connaissances pour renforcer la résilience des systèmes agropastoraux», dans *Des systèmes agro-sylvo-pastoraux innovants pour nourrir l'Afrique de l'Ouest et du Centre*, actes de colloque, Niamey, 16 au 19 juin, 14 p.
- Yaro, R., 2019, La résilience des agriculteurs face aux changements climatiques : un exemple d'application au Burkina Faso, mémoire de maîtrise en agroéconomie de l'Université Laval, Canada, 116 p.