

VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE ET INSECURITE ALIMENTAIRE AU SENEGAL : LE CAS DE LA HAUTE CASAMANCE

Issa Mballo^{1*}, Oumar Sy¹

¹ Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE)
Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal)

*i.mballo841@zig.univ.sn

Résumé

La Haute Casamance dispose de terres cultivables estimées à 2 millions d'hectares. Les activités agricoles mobilisent environ 80 % des actifs de la région pendant l'hivernage (79,8 % en milieu rural et 20,2 % en milieu urbain). Cependant, la variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie, amorcée depuis les années 1970, a eu des impacts considérables sur les activités agricoles. En effet, le dérèglement de la saison pluvieuse (fortes pluies ou averses, récurrence des pauses pluviométriques, début tardif et fin précoce de l'hivernage) n'est pas sans effets sur la productivité des cultures. Le présent article se propose d'analyser la variabilité pluviométrique en Haute Casamance et son influence sur la production agricole. La méthodologie adoptée est basée d'abord sur une approche statistique, avec l'utilisation du test de Pettitt (1979) de l'Indice Pluviométrique Standardisée (IPS) (McKee *et al.*, 1993), de l'écart par rapport à la moyenne de la série. L'étude s'appuie également sur des travaux de terrain (enquête-ménages et entretiens) qui ont permis d'analyser l'insécurité alimentaire dans la zone et d'identifier les stratégies de mitigation développées. A travers le test de Pettitt, nous avons globalement observé deux ruptures en 1968 (Vélingara, Kounkané, Bonconto, Dabo et Médina Yéro Foulah) et en 1970 (Kolda). Cette évolution pluviométrique défavorable a cependant des impacts sur l'agriculture de la zone. En effet, l'analyse des matrices de corrélation entre pluviométrie et rendements a montré que la pluviométrie n'est pas l'unique facteur qui explique la variation des rendements.

1. Introduction

La variabilité climatique, pluviométrique en particulier, est l'un des phénomènes les plus importants de notre ère. En Afrique, elle représente une grande menace pour la croissance et le développement (Atidegla *et al.*, 2017). Dans la plupart des pays et régions du continent africain, on s'attend à ce que la production agricole et l'accès à la nourriture soient sérieusement compromis par la variabilité du climat. Au Sénégal, comme du reste de la plupart des pays africains, les impacts de la variabilité pluviométrique ne sont plus à démontrer. Depuis plusieurs décennies, les questions relatives à la variabilité climatique préoccupent les communautés scientifiques et les décideurs politiques, en raison de leurs effets dommageables sur les écosystèmes et les activités humaines. Ce risque est amplifié par les perturbations climatiques que connaît la planète dans son ensemble (Janicot *et al.*, 2001, Noufé *et al.*, 2016).

Les écosystèmes agricoles de la Haute Casamance ont connu des dynamiques sociales et environnementales au cours des quatre dernières décennies. Ces dernières ont entraîné une baisse des rendements agricoles et rendu plus complexe les objectifs d'autosuffisance alimentaire. La situation d'insécurité alimentaire relève des bouleversements écologiques notamment de la péjoration climatique (sécheresse), mais elle est accentuée par des actions anthropiques (Sané, 2003). Malgré ses potentialités physiques et humaines, la Haute Casamance est confrontée à des contraintes d'ordre climatique, pédologique, technique, organisationnel et socio-économique.

Globalement, en Casamance, la baisse des précipitations de ces dernières décennies marquée par une moyenne annuelle de 1 270 mm entre 2010-1988 contre 1 540 mm sur la période 1949-1968 (Dacosta, 1989) n'a fait qu'accélérer et intensifier la perturbation des processus pédogénétiques. Les recherches expérimentales effectuées jusque-là en milieu tropical révèlent que les répercussions des changements climatiques sur les rendements des cultures vont varier considérablement (Doukpolo, 2014). Ces répercussions dépendent des espèces et des variétés cultivées, des caractéristiques des sols, de l'ampleur de l'action des ravageurs et des agents pathogènes, des effets directs du dioxyde de carbone (CO₂) sur les plantes, du stress hydrique, de la nutrition minérale, des réactions adaptatives (Faye, 2017).

En tant que problème mondial qui menace l'existence humaine dans différentes parties du monde, le changement climatique est une importante question environnementale, sociale et économique qui menace la réalisation des objectifs de développement durable. De ce fait, de nombreuses études ont été menées à travers le monde pour trouver des moyens de réduire la menace de la variabilité climatique (Farauta *et al*, 2012, Faye, 2017).

Les pesanteurs sociopolitiques et économiques à caractère endémique, associés aux mutations environnementales et au stress hydro-thermique, risquent d'impacter de façon durable les communautés agricoles de la Haute Casamance. Pour y faire face, plusieurs politiques ont été initiées par l'Etat du Sénégal pour booster les productions agricoles et atténuer la vulnérabilité socio-économique en monde rural. Parmi ces politiques, on peut citer les aménagements hydroagricoles, la mécanisation agricole et la subvention des intrants (Mballo *et al*, 2019). La relance de la production agricole constitue une préoccupation majeure de l'Etat du Sénégal dans un contexte marqué par une crise alimentaire et une vulnérabilité socioéconomique et environnementale des ruraux (Sène, 2018). L'analyse de la corrélation entre pluviométrie et rendements agricoles, suscite une interrogation :

Quels sont les impacts potentiels de la variabilité pluviométrique sur la quête d'une sécurité alimentaire en Haute Casamance ?

L'étude caractérise le climat de la région, analyse les impacts des aléas climatiques sur les rendements agricoles et indique des stratégies d'adaptation développées dans une posture de réduction des risques.

2. Matériels et méthodes

- Zone d'étude

La Haute Casamance, actuelle région de Kolda, se situe au Sud du Sénégal entre les latitudes 12°20 et 13°40 nord et les longitudes 13° et 16° ouest. Elle s'étend sur une superficie de 13 721 km², soit 7 % du territoire national. Elle est limitée au Nord par la Gambie, à l'Est par la région de Tambacounda, à l'Ouest par la région de Sédhiou et au Sud par la Guinée Bissau et la République de Guinée (fig.1). Les enquêtes ont été menées dans 12 communes de la région de Kolda, soit quatre communes par département. Au total, 441 chefs de ménages sont interrogés. La commune est l'unité d'échantillonnage. Le village constitue l'unité déclarante et le ménage, l'unité de référence.

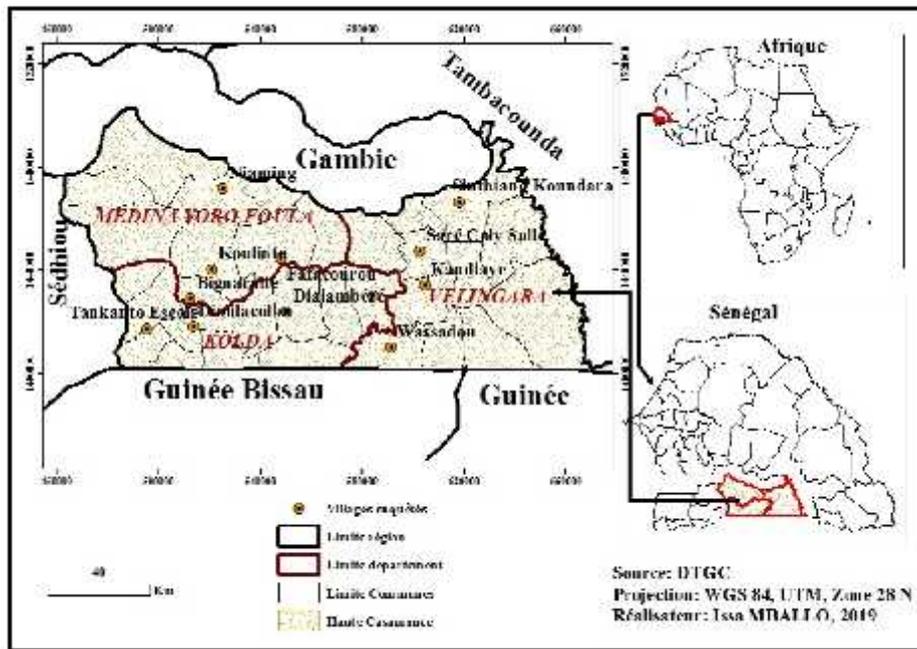


Figure 1: Localisation de la région d'étude. Mballo, 2019

- **Cadre conceptuelle**

Un des éléments intégrateurs du changement global, l'expression « **variabilité climatique** » a été définie par plusieurs auteurs dont Boko (1988), repris par Beltrando (1995) et Brou (2005). Elle fait pressentir la mobilité ou la variation du schéma climatique moyen et d'autres statistiques (écarts standards, normales, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou à des variations des forçages externes anthropiques. Elle se réfère à la variation naturelle intra et inter-annuelle du climat (CCNUCC, 1992). Le degré de variabilité climatique peut être décrit par les différences entre les valeurs moyennes à long terme des paramètres climatiques (pluie, température, humidité, durée des saisons) et les valeurs observées prises à différentes échelles temporelles et spatiales.

La **vulnérabilité** des territoires face aux risques de toute nature est une préoccupation des sociétés contemporaines (George P *et al*, 2009). Etymologiquement, la vulnérabilité est le fait d'être sensible aux blessures, aux attaques ou d'éprouver des difficultés pour recouvrer une santé mise en péril. Cette définition implique la prise en compte de deux effets de la vulnérabilité aux risques naturels : les dommages potentiels ou la capacité d'endommagement des phénomènes naturels menaçants ; les difficultés qu'une société mal préparée rencontre pour réagir à une crise, puis restaurer l'équilibre (perturbations directes et indirectes, immédiates et durables).

La « **sécurité alimentaire** est atteinte quand toutes les personnes ont, à tout moment, un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. La sécurité alimentaire des ménages correspond à l'application de ce concept au niveau de la famille, les individus qui composent le ménage étant le centre d'attention » (Fao 2010). **L'insécurité alimentaire** est donc atteinte lorsque les personnes n'ont pas un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante.

- Indice standardisé des précipitations (ISP)

La compréhension qu'un déficit pluviométrique a un impact différent sur les eaux souterraines, le stockage des réservoirs, l'humidité du sol et le flux d'écoulement ont conduit au développement de l'indice standardisé des précipitations (ISP) (McKee *et al.*, 1993). L'ISP est un indice simple qui est adopté en 2009 par l'organisation mondiale de la météorologie (OMM) comme un instrument destiné à mesurer les sécheresses météorologiques (Jouilil *et al.*, 2013). Il est exprimé mathématiquement comme suit : $ISP = \frac{(P_i - P_m)}{S}$, avec P_i : la pluie du mois ou de l'année i ; P_m : la pluie moyenne de la série sur l'échelle temporelle considérée ; S : l'écart-type de la série sur l'échelle temporelle considérée.

Tableau 1 : Classification des séquences de sécheresse selon l'ISP

Valeurs de l'ISP	Séquences sèches	Valeurs de l'ISP	Séquences humides
0,00 < ISP < -0,99	Légèrement sèche	0,00 < ISP < 0,99	Légèrement humide
-1,00 < ISP < -1,49	Modérément sèche	1,00 < ISP < 1,49	Modérément humide
-1,50 < ISP < -1,99	Sévèrement sèche	1,50 < ISP < 1,99	Sévèrement humide
ISP < -2,00	Extrêmement sèche	2,00 < ISP	Extrêmement humide

Source : McKee *et al.*, 1993, Jouilil *et al.*, 2013

3. Résultats

3.1. Fréquence des classes de pluie et détection des ruptures de stationnarité

La détection des ruptures de stationnarité a été effectuée par le test de Pettitt (1979) qui s'est révélé significatif au seuil de 95 %. Ce test a permis d'observer une modification dans l'évolution des pluies dans les différentes stations à partir de 1968 (Tab.2).

Tableau 2 : Résultats des tests d'homogénéité sur les pluies annuelles de 1951 à 2016 dans la région d'étude

Stations et postes pluviométriques	Années de rupture	Moyenne avant rupture (mm)	Moyenne après rupture (mm)	Ecart	Déficit (%)
Kolda	1970	1090,5	858,2	232,3	21,30
Vélingara	1968	1117,0	844,0	273	24,44
Kounkané	1968	1160,3	933,6	226,7	19,54
Dabo	1968	1233,4	955,5	277,9	22,53
Médina Yéro Foulah	1968	1065,8	834,8	231	21,67
Bonconto	1968	1231,3	959,5	271,8	22,07

Source : Résultats de traitement des données pluviométriques, Mballo, 2019

Globalement, on note un déficit pluviométrique dans les six stations durant la période 1951-2016. Il est de 21,3 % à Kolda, de 19,54 % à Kounkané et de 21,67 % à Médina Yéro Foulah, soit une baisse supérieure à 19 % pour l'ensemble des stations considérées.

3.2. Indices standardisés des précipitations

Les précipitations de la Haute Casamance sont soumises à de fortes variations dues aux facteurs globaux et aux dynamismes régionaux et continentaux. A l'instar des mécanismes généraux qui régulent le climat tropical, le régime pluviométrique de cette région dépend en grande partie de la mousson dite de la zone de convergence intertropicale (ZCIT). La méthode des indices standardisés des précipitations a été appliquée et a permis de bien apprécier la variabilité pluviométrique dans la région d'étude (Tabl.3).

Tableau 3 : Fréquences des occurrences de sécheresse des stations retenues de 1951 à 2016.

Séquences	Kolda	Vélingara	Dabo	Kouankané	MYF	Bonconto
Extrêmement humide	1,5	4,5	3,1	1,5	3,0	1,5
Sévèrement humide	3,0	4,5	6,2	3,0	3,0	3,0
Modérément humide	7,6	7,6	9,2	13,6	9,1	6,1
Légèrement humide	39,4	34,8	27,7	28,8	31,8	24,2
Légèrement sèche	31,8	33,3	38,5	40,9	33,3	27,3
Modérément sèche	10,6	12,1	10,8	7,6	15,2	6,1
Sévèrement sèche	4,5	3,0	4,6	3,0	4,5	1,5
Extrêmement sèche	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	30,3
Total	100	100	100	100	100	100

Source : Traitement de données climatiques. Mballo, 2019

Les ISP utilisés pour l'évaluation du déficit pluviométrique de 1951 à 2016 montrent une importante fluctuation des périodes sèches et humides avec une forte tendance à la sécheresse, notamment sur la période 1971-2000. L'examen du tableau 3 montre que la station de Kolda a enregistré l'ensemble des catégories de sécheresse (légère avec 31,8 %, modérée avec 10,6 %, sévère avec 4,5 % et extrême avec 1,5 %). Il en est de même pour les postes pluviométriques de Kouankané (légère avec 40,9 %, modérée avec 7,6 %, sévère avec 3 % et extrême avec 1,5 %), et de Bonconto (légère avec 27,3 %, modérée avec 6,1 %, sévère avec 1,5 % et extrême avec 30,3 %). Par opposition, toutes les stations et les postes ont enregistré l'ensemble des séquences humides de 1951 à 2016 en Haute Casamance. On note une humidité globalement légère, parce que la moyenne est de 31,1 %. La fréquence de l'humidité extrême est très faible, car elle est de 1,5 % à Kolda, à Bonconto et à Kouankané, de 4,5 % à Vélingara, de 3,1 % à Dabo, de 3 % à Médina Yéro Foulah (tab.3). On peut noter que la partie nord de la Haute-Casamance est moins arrosée en précipitations que la zone méridionale, car la pluviométrie est inférieure à 1000 mm pour la période 1951-2016.

3.3. Test de corrélation entre pluviométrie annuelle et rendements agricoles

Nous avons représenté de façon simultanée les deux variables sur les graphiques en nuage de points. La commodité ce type de représentation offre une bonne lecture de l'interdépendance ou non des variables étudiées. Il est toutefois intéressant de rappeler que la corrélation n'implique pas de facto la causalité car une relation entre deux paramètres peut être la conséquence d'un troisième facteur causal. L'analyse des graphiques de corrélation réalisée sur les cultures (fig.2) montre qu'il y a une grande dispersion des points quasiment pour les rendements de toutes les cultures étudiées.

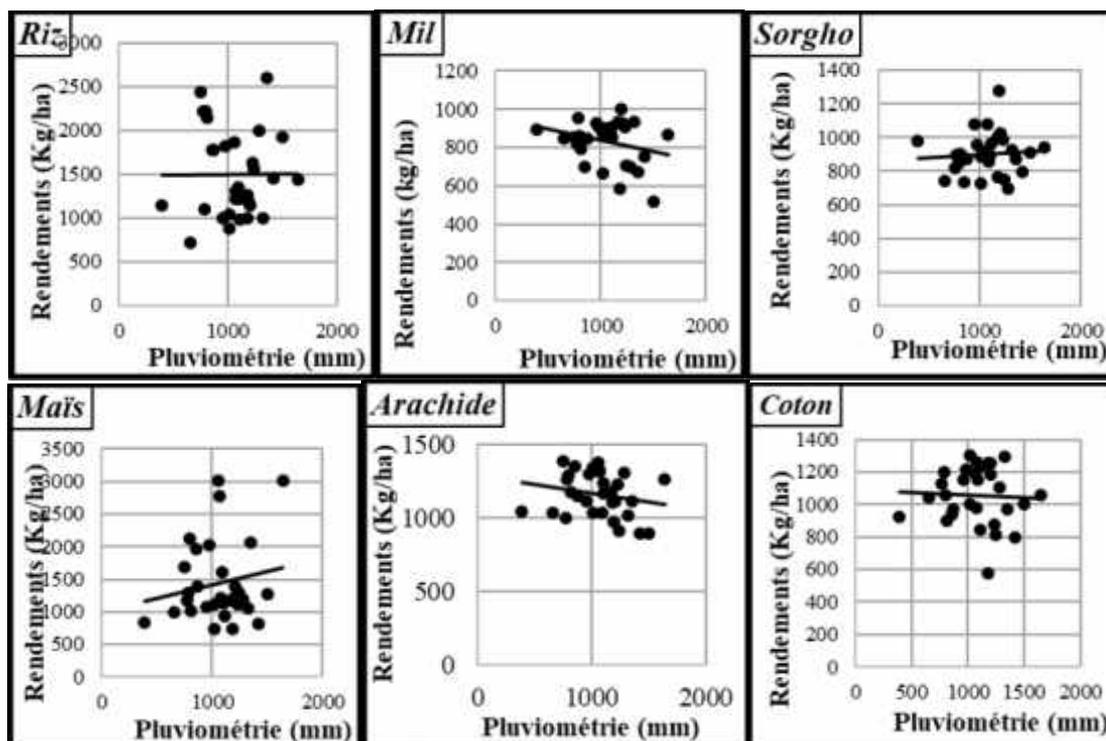


Figure 2: Relations pluies annuelles et rendements agricoles (arachide, riz, sorgho, mil, coton et maïs)

La dispersion des points montre que la variabilité pluviométrique n'a pas une grande influence sur les rendements comme en témoignent les graphiques. Cela signifie qu'il y'a d'autres facteurs qui contribuent à l'explication de la variation des rendements agricoles au fil des années. Parmi ces facteurs, on peut considérer la répartition spatio-temporelle des précipitations, la pauvreté des sols, l'ensablement des vallées, les problèmes techniques.

- **Matrice des corrélations**

La réalisation de la matrice des corrélations entre la pluviométrie, les productions et les rendements agricoles de quelques cultures industrielles (Arachide et coton) et céréalières (mil, riz, sorgho et maïs). La corrélation est globalement très faible et parfois négative entre la pluviométrie et les productions agricoles (tab.4).

Tableau 4 : Matrice des corrélations pluviométrie, rendements et productions de mil

Mil	<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>	1,00		
<i>Rendements</i>	-0,27	1,00	
<i>Productions</i>	-0,43	0,51	1,00
Riz	<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>	1,00		
<i>Rendements</i>	0,01	1,00	
<i>Productions</i>	-0,20	0,56	1,00
Arachide	<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>	1,00		
<i>Rendements</i>	-0,21	1,00	
<i>Productions</i>	-0,17	0,38	1,00

Sorgho		<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>		1,00		
<i>Rendements</i>		0,08	1,00	
<i>Productions</i>		-0,11	0,48	1,00
Maïs		<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>		1,00		
<i>Rendements</i>		0,17	1,00	
<i>Productions</i>		0,19	0,93	1,00
Coton		<i>Pluviométrie</i>	<i>Rendements</i>	<i>Productions</i>
<i>Pluviométrie</i>		1,00		
<i>Rendements</i>		-0,04	1,00	
<i>Productions</i>		0,21	0,68	1,00

Source : Résultats Traitement SPAD. Mballo, 2019

L'analyse du tableau 4 montre que la corrélation entre la pluviométrie et le maïs est la seule positive. Toutes les autres spéculations sont négativement corrélées à la pluviométrie. Globalement, on note une corrélation très faible entre la pluviométrie et les différentes cultures industrielles et céréalières. Elle est successivement de 0,21 et de 0,19 entre la pluviométrie et les productions de coton et de maïs. La corrélation est négative entre la pluviométrie et les productions de mil (-0,43), de riz (-0,20), d'arachide (-0,17) et de sorgho (-0,11). L'Analyse en Composantes Principales (ACP) des variables (riz, mil, maïs, arachide, coton, sorgho et pluviométrie) a permis d'évaluer leur niveau d'influence. La faiblesse de la corrélation permet de déduire que la pluie n'est pas le seul facteur explicatif de l'irrégularité des rendements agricoles dans la région.

3.4. Quelques indicateurs d'insécurité alimentaire en Haute Casamance

La répartition spatiale des indicateurs d'insécurité alimentaire a permis de voir des disparités à l'échelle des communes en termes de niveau de vulnérabilité des populations de la Haute Casamance. En fonction des indicateurs, on peut avoir des schémas différents. Globalement, ces indices sont élevés en Haute Casamance particulièrement dans le département de Médina Yéro Foulah (communes de Fafacourou, de Niaming et de Koulinto). Les communes situées dans le bassin de l'Anambé sont les moins affectées par l'insécurité alimentaire, car les populations développent d'autres activités (petit commerce, manœuvre, transport, le maraichage) sous l'influence du marché hebdomadaire de Diaobé. Les populations y viennent quotidiennement pour développer des activités telles que le petit commerce, le transport en commun (voitures, charrettes ou encore taxi-moto). Pratiquement durant toute l'année, les populations trouvent des activités à développer pour mener à bien leur vie et ainsi réduire leur vulnérabilité.

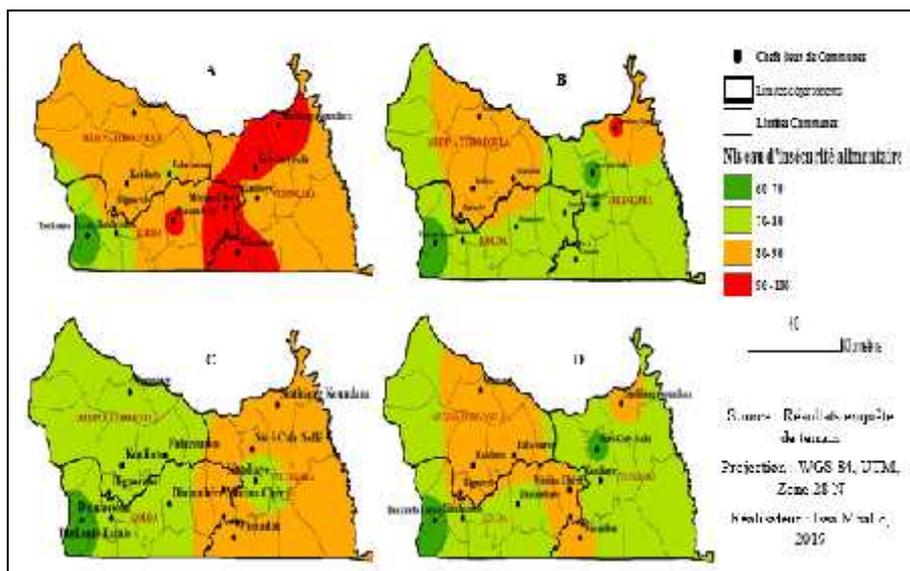


Figure 3: A : ménages ayant épuisé leur stock de nourriture, B : ménages sous contrainte d'un manque de nourriture, C : ménages ayant manqué de nourriture sans avoir les moyens d'en acheter et D : ménages ayant réduit le nombre de repas. Mballo, 2019

La figure 3.A montre une distribution inégale des ménages ayant une fois épuisé leur stock de nourriture. La moyenne est relativement élevée, car elle est de 85,1 % dans la région. Parallèlement, le pourcentage le plus élevé et le plus faible sont notés successivement à Wassadou (95,8 %) et à Tankanto Escale (60,5 %). Dans la région, cette situation est généralement observée en saison sèche. Cela entrave quelquefois, l'entame de la saison de l'hivernage, car les responsables des ménages accordent évidemment une priorité à la quête de la nourriture. Cela semble être logique, parce qu'un paysan affamé ou mal nourri est moins efficace qu'un paysan bien nourri avec moins de souci de survie. Par mesure stratégique, certains responsables de ménages, pour augmenter la durée de vie de leur stock de nourriture, préfèrent réduire le nombre de repas.

Le taux de ménages, sous crainte d'un manque de nourriture, est de 89,5 % à Fafacourou, de 60,5 % à Tankanto Escale et de 67,9 % à Saré Coly Sallé (fig.3.B). Les pourcentages les plus élevés sont notés à la partie nord-ouest de la région qui géographiquement présente la plus faible pluviométrie. Les problèmes liés à l'enclavement, à la faible présence des acteurs du monde rural (ONG, Projets et Sociétés), aux litiges fonciers très tendus quelquefois, à l'interdiction de défrichement anarchique des écosystèmes forestiers, la concurrence entre allochtones et autochtones sur les ressources naturelles, constituent des facteurs limitant au développement des activités agricoles. Le nombre de ménages atteints par la faim varie en fonction des communes. Le niveau de vulnérabilité le plus élevé est noté à Médina Chérif (89,2 %) et le plus faible à Tankanto Escale (63,2 %), soit une moyenne de 77,8 % pour les 12 communes (fig.3.C). La figure 3.D montre une distribution du nombre de ménage ayant réduit au cours de l'année le nombre de repas. Sur les 12 communes ciblées, la moyenne est de 78,1 %. Le pourcentage le plus élevé a été noté à Bignaraabé (89,5 %) et le plus faible à Tankanto Escale (60,5 %). Cette stratégie permet généralement à la plupart des chefs de ménage d'assurer leur alimentation.

3.5. Adaptation des pratiques culturelles

Les enquêtes, auprès des producteurs, ont montré que les paysans de la Haute Casamance sont très vulnérables aux conséquences de la variabilité climatique. En réponse aux perturbations climatiques, les agriculteurs ont adopté des stratégies d'adaptation dont les plus répandues sont : les rotations culturales (pratiquée par 91 % des personnes interrogées), l'adaptation

variétale, la modification des dates de semis, la mise en valeur des bas-fonds et la jachère (pratiquée par 38 % des producteurs). On note également l'usage de produits chimiques et du fumier pour améliorer les rendements agricoles. Le croit démographique a entraîné le morcellement des parcelles et la raréfaction des champs en jachère. Plusieurs projets d'aménagement hydroagricole (barrages, digues) sont engagés pour mieux gérer les quantités d'eau enregistrées durant l'hivernage.

4. Discussions

La grande période de sécheresse des années 1970 a eu des incidences non seulement néfastes sur les productions agricoles mais plus dramatiques sur les conditions d'existence des populations rurales, car le degré de leur vulnérabilité n'a cessé de s'accroître (Sarr, 2006). La baisse de la pluviométrie en Haute Casamance, couplée à l'action anthropique, induit une dégradation des systèmes écologiques. Cette situation se traduit par une réduction de la production des terres ; ce qui affecte négativement les conditions de vie des populations (Sané, 2003). L'agriculture étant essentiellement pluviale, la modification du régime des précipitations entraîne des perturbations agricoles brutales qui ont des répercussions profondes sur la vie des populations en général et les agriculteurs en particulier.

L'analyse des données pluviométrique montre une évolution irrégulière qui ne joue pas en faveur des activités agricoles. Les ruptures de stationnarité sont notées entre 1968 et 1970 dans la région. Cela corrobore les travaux de Sané (2003) qui avait alerté sur la dégradation des écosystèmes de la Haute Casamance à cause de la variabilité climatique. D'autres études, à l'échelle nationale, ont révélé un déficit pluviométrique depuis 1970 qui représente une menace sérieuse pour l'agriculture pluviale, la plus pratiquée au Sénégal (Dione, 1996 ; Sow, 2007 ; Sagna, 2005 ; Faye *et al.*, 2015 ; Faye *et al.*, 2017). L'évolution climatique défavorable s'est fortement répercutée sur les activités socioéconomiques car l'agriculture, principale source de revenu des ménages ruraux et garante de la sécurité alimentaire de la population, est largement tributaire des paramètres climatiques et particulièrement de la pluviométrie. En effet, la faiblesse des volumes annuels de précipitations, la fréquence des épisodes secs et le raccourcissement de la saison des pluies affectent considérablement le cycle végétatif des cultures. Les conséquences écologiques de cette variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie sont aussi accentuées par la pression croissante de la population sur les ressources naturelles déjà fragilisées par les phases de sécheresses quasi cycliques. Ce contexte socio-environnemental peu favorable est marqué également et principalement par une nouvelle orientation politique agricole amorcée depuis les années 1980 dans le cadre des plans d'ajustement structurel dictés par la Banque Mondiale et le Fonds Monétaire International (FMI), qui s'est avérée peu favorable aux paysans (Fall, 2014, Faye et al, 2018). Devant la déprise agricole en Haute Casamance, des stratégies sont développées pour au moins réduire les impacts de la variabilité pluviométrique (pratiques culturales, aménagements hydroagricoles). Toutefois, malgré cette batterie de stratégies, les populations locales sont vulnérables socialement et économiquement, car il faut rappeler que l'agriculture constitue la principale activité dans la région.

5. Conclusion

L'étude des impacts de la variabilité pluviométrique sur la production agricole et par conséquent sur la sécurité alimentaire reste encore d'actualité dans les régions sénégalaises. En ce qui concerne l'évolution de la pluviométrie, l'Indice Pluviométrique Standardisé (IPS) a montré une fluctuation de la pluie dans les séries chronologiques. Ainsi distinguons-nous des phases humides et des phases sèches dans les différentes stations et postes pluviométriques.

La chute des quantités de pluies est confirmée par le test de rupture de Pettitt (1979) qui s'est révélé significatif au seuil de 95 %. La moyenne pluviométrique avant rupture était de 1090,5 mm à Kolda, de 1 117 mm à Vélingara et de 1 065,8 mm à Médina Yéro Foulah. Au terme de ce travail, nous pouvons retenir que les rendements sont liés d'une part à la variabilité et à l'inégale répartition spatio-temporelle des pluies, à la fréquence des séquences sèches pluviométriques, et d'autre part à des facteurs structurels liés à l'utilisation des techniques et outils rudimentaires. En effet, la faible mécanisation agricole conjuguée aux effets de la dégradation du couvert végétal et de la baisse de la fertilité des sols constituent des contraintes réelles pour le développement agricole.

6. Références bibliographiques

Atidegla et al, (2017). Variabilité climatique et production maraîchère dans la plaine inondable d'Ahomey-Gblon au Bénin, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16p.

Dacosta H. (1989). Précipitations et écoulements sur le Bassin de la Casamance, Thèse de troisième cycle en Géographie, UCAD, PDF, 283p.

Doukpolo B. (2014). Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine, Thèse de troisième cycle, Université d'Abomey-Calavi (UAC), République du Bénin, PDF, 338p.

Faye C. et al., (2017). Une évaluation comparative des séquences de sécheresse météorologique par indices, par échelles de temps et par domaines climatiques au senegal, *J. Wat. Environnement Science* Vol. 1, N°1, p.11-28

Faye et al, (2018). La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental, Belgéo, N°1-2018, 18p.

Jouilil, I., K. Bitar H. Salama I.Amraou A. Mokssit et Tahiri M.(2013). Sécheresse météorologique au bassin hydraulique OUM ER RBIA durant les dernières décennies. *Larhyss Journal*, 12, 109-127.

Mahaman Bachir SALEY et al (2009). Variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie et son impact sur les ressources en eaux souterraines : cas du district d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire), Université de Cocody, PDF, 18p.

Mballo et al (2019). Aménagements agricoles et sécurité alimentaire au senegal : cas de la Haute Casamance (sénégal), revue Espace géographique et société marocaine, N°27, 19p.

Noufé D et al (2016). Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname en zones Centre et Nord de la Côte d'Ivoire, *Agronomie Africaine*, N° Décembre, p.241-256.

Sané T. (2003). La Variabilité climatique et ses Conséquences sur l'environnement et les activités humaines en Haute-Casamance, Thèse de Doctorat de troisième cycle de Géographie, UCAD, 372p.

Sarr B. (2006). INSTAT+ en bref Manuel d'utilisation destiné aux Ingénieurs en agrométéorologie et en météorologie aéronautique, CILSS, Centre régional Agrhymet, 74 p.

Sène, A. (2018). Aménagement et dégradation des rizières des bas-fonds dans un contexte de changement climatique dans la région de Ziguinchor. *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, No20/21, Janvier 2018, p. 129-144.