

Article original

Impact de la variabilité climatique sur les cultures pluviales dans le canton Bénoye en zone soudanienne du Tchad

DADOUM DJEKO Magloire¹, KELGUE Salomon²,
DJANGRANG Man-na³

¹. Chef d'Antenne de Pala, Programme National de Sécurité Alimentaire (PNSA), Doctorant à l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Département de Géographie, Tel. (+235) 66342307 / 99630467
Email : dadoumdjeko@yahoo.com

². Université de Moundou, Département de géographie, Doctorant à l'Université Abdou Moumouni de Niamey

³. Université de Moundou, Département de géographie, Maître assistant

Résumé. Le GIEC (2014) a stipulé dans son rapport d'évaluation que l'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables aux effets de la variabilité et changements climatiques. Ainsi, les perturbations pluviométriques ne permettent pas souvent aux cultures pluviales de satisfaire leur besoin en eau dans le Sahel en général et dans la zone soudanienne du Tchad en particulier. Cet article vise à étudier les incidences de la variabilité pluviométrique sur la culture du mil et de l'arachide dans le canton de Bénoye. La méthodologie utilisée est basée sur des données pluviométriques de 1951 à 2013 et celles de rendement du mil et de l'arachide de 1974-2001. Le critère de choix de trois (3) villages Talla 1, Talla 2 et Koro-Bédjeume, repose sur la densité de la population, la dégradation des terres agricoles et la baisse notoire des rendements des cultures pluviales. L'analyse statistique des données a montré la baisse continue de la pluviométrie avec apparition des années sèches et de forte variation interannuelle, la baisse de rendement du mil et de l'arachide.

Mots clés. Impact, variabilité pluviométrique, cultures pluviales, Bénoye, Tchad.

Abstract. The IPCC (2014) stated in its evaluation report that Africa is one of the continents most vulnerable to the effects of climate variability and change. Thus, rainfall disturbances often do not allow to rainfed crops to satisfy their need for water in the Sahel in general and in the Sudan region of Chad in particular. This article aims to study the impact of rainfall variability on millet and rainfed groundnut in Canton Benoye. The methodology is based on rainfall data from 1951 to 2013 and those of yield of millet and groundnuts from 1974-2001. The selection criterion of three (3) villages Talla 1, Talla 2 and Koro-Bédjeume, based on population density, degradation of agricultural land and the notorious lower yields of rainfed crops. Statistical analysis of the data showed the continuing decline in

rainfall with onset of dry years and strong inter-year variation, the decline in yield of millet and groundnuts.

Keys words. *Impact, rainfall variability, rainfed, Benoye, Chad.*

Introduction

Dans son 5^{ème} rapport d'évaluation, le GIEC (2014) a stipulé que l'Afrique est l'une des parties du globe les plus vulnérables aux effets de la variabilité et changements climatiques, bien qu'elle ne soit le continent le moins émetteur des gaz à effet de serre. La tendance en hausse du réchauffement planétaire fait l'unanimité dans toute la communauté scientifique. Malgré les efforts consentis pour atténuer ces effets induits, il est encore délicat d'évaluer efficacement l'ampleur et la nature des futurs changements. Dans la zone soudanienne du Tchad où s'effectue l'étude, l'augmentation de la température, la baisse continue de la pluviométrie font que les cultures pluviales ne parviennent pas à boucler leur cycle. Le régime pluviométrique connaît ces dernières années une profonde perturbation caractérisée par des retards significatifs dans l'installation de la saison des pluies (Lona, 2015). Les effets de cette variabilité ne favorisent pas le bon rendement des cultures pluviales. D'où, une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie. Les pratiques agricoles se caractérisent par les cultures itinérantes sur brûlis, les jachères de courte durée, les terres surexploitées dans un contexte de raréfaction foncière progressive. Les structures agraires du canton Bénoye reposent sur des exploitations familiales très faiblement mécanisées sur des sols peu riches pour une population de 25437 habitants avec une densité moyenne de 60 habitants/km² (INSEED, 2009). La présente étude se propose de contribuer à la connaissance des risques pluviométriques qui influent sur la production du mil et d'arachide en pluviale dans trois (3) villages du canton dont Talla 1, Talla 2 et Koro-Bédjeume.

1. Matériels et méthodes

1.1. Présentation et localisation de la zone d'étude.

Le canton Bénoye dans le Département de Ngourkosso (Figure 1) jouit d'un climat de type soudanien avec 1000 à 1200 mm de pluies par an entre le mois de mai et octobre, la température moyenne maximale oscille autour de 34.9°C et celle minimale, de 22.3°C. Le paysage est du type savane arborée composé en générale, des sols sablo-argileux remaniés de "koro" dans les bas-fonds (SUCHEL, 1987; Baohoutou, 2007). Avant les années 70, cette zone est productrice du mil, du sorgho, d'arachide et du coton, par excellence. Mais, au cours de ces dernières années, les sols deviennent de plus en plus dégradés et ne produisent pas assez. Signalons que les 3 villages sont d'une seule et même ethnie "Ngambaye" et sont sédentaires. Leur population est rurale avec une proportion globale de 47.6% d'hommes et 52.4 de femmes. L'âge médian de la population est de 15.9 ans (CIA, 2015). La taille des exploitations est au plus 2 ha en moyenne. Le taux brut de scolarisation s'est amélioré de 2001 à 2011 (plus élevé chez les garçons que les filles (107% contre 80%). Il existe dans ces 3 villages, plus de propriétaires de maison (84.1%) que des locataires (7.9%) et des logés gratuitement (8.0%) avec un indice résidentielle de mobilité relativement faible <20% à cause de l'influence du secteur primaire (PAN/LCD, 2003) dans la zone d'étude.



Figure 1. Localisation du canton Bénoye

1.2. Matériels techniques utilisés

Pour cette étude, le GPS (Global Positioning System) et les logiciels Arcview, Word, Excel et Instat v.3.36 ont été utilisés.

1.2.1. Méthodes

La collecte des données est faite selon trois niveaux:

1. **Echelle des institutions** : les données pluviométriques et de production agricole ont été collectées auprès de la station de recherches agronomiques de Bébédjia, de la Direction Générale de la Météorologie (DGM) à NDjaména et de l'Office National de Développement Rural (ONDR), région du sud;
2. **Echelle du canton (Bénoye)** : les travaux de terrain et les enquêtes se sont passées auprès de 30 ménages les plus anciens de trois (3) villages témoins: Talla 1, Talla 2 et Koro-Bédjeume. L'autre critère est la taille des champs labourés par saison et par ménage. la baisse de fertilité des sols et l'endurance des populations résidentes constituent l'une des caractéristiques des trois villages. Une typologie d'exploitations a été réalisée dans chaque village. Ainsi, trois (3) champs de trois principales cultures ont été retenus à travers trois (3) exploitations pour le suivi. Pour cela, Talla 1 a un champ de mil (1 ha), Talla 2 (1 ha d'arachide) et Koro-Bédjeume (1 ha de sorgho);
3. **Echelle des exploitations agricoles** : Les données sur la taille des ménages (5 à 8 personnes), de superficies emblavées (en moyenne 2 ha par ménage), les types et variétés de cultures (mil, sorgho et arachide en cycle moyen), la durée des jachères (rares sont celles qui dure plus de 2 ans), les sols dégradés, l'utilisation des intrants agricoles (faible mécanisation agricole) ont été utilisées. Les informations complémentaires sur la productivité des sols, la pluviométrie et leur évolution, la dynamique et la perception des populations

ainsi que les pratiques d'adaptation sont collectées à travers un guide d'entretien orienté.

4. **Méthode d'analyse des données** : il s'agit de la détermination des tendances et des calculs d'indice standardisé pluviométrique suivant la loi normale selon la formule :

$$I = \left(\frac{Xi - \bar{X}}{\delta} \right)$$

Avec Xi = cumul pluviométrique de l'année i ; $\bar{X}$ = Moyenne de la pluie annuelle sur la période 1951-2012 ; δ = écart-type de la série pluviométrique 1951-2012; I = la valeur de l'indice de Lamb. Pour les rendements de mil, sorgho et arachide la série va de 1974-1985 et le couplage des rendements de mil et d'arachide avec celui de la pluie à la même période.

Le calcul de l'indice montre les valeurs inter annuelles excédentaires et déficitaires. La tendance a permis de connaître l'évolution temporelle de la variabilité pluviométrique. Avec le logiciel INSTAT, le nombre de jours de pluies inférieur ou supérieur à 20 mm sont déterminés. La quantité 20 mm a été retenue car, d'après les études menées par Kadidiatou (2004), le plus proche des pratiques paysannes est celui qui considère comme date de démarrage, la date à partir du 1er mai, lorsque 20 mm de pluies cumulées en un ou deux jours sont enregistrés. Il est aussi important de rappeler que Sivakumar (1998) a retenu comme critère de début d'une saison donnée, la quantité de 20 mm de pluies recueillies en trois (3) jours consécutifs après le premier mai, sans période sèche supérieur à sept (7) jours dans les trente (30) jours qui suivent. Ces caractéristiques climatiques pourraient constituer un risque pour les cultures en phase végétative qu'en phase reproductive. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé les données pluviométriques journalières de la station de Moundou la plus proche pour améliorer l'analyse puisque celles de Bénoué reçues sont mensuelles. Les données sur les rendements du mil, du sorgho et d'arachide vont de 1974-2001. Les appréciations des

personnes ressources sur le terrain ont été traitées et analysées grâce au logiciel SPSS.

2. Résultats et discussions

Une péjoration climatique depuis 1957. Aux cours des cinq dernières décennies (1957-2012), le canton Bénoye se caractérise par une forte variation interannuelle et intersaison (Figure 2) avec une alternance rapprochée entre années sèches et années humides à partir de la décennie 90.

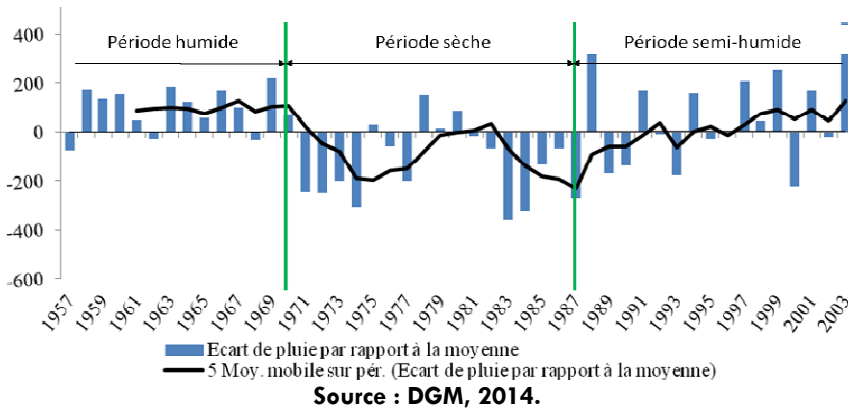
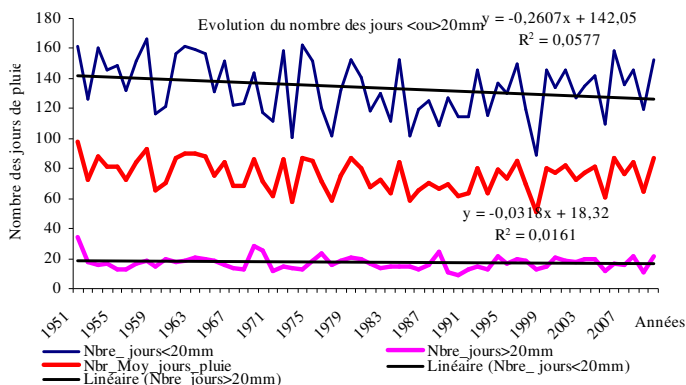


Figure 2. Évolution de l'indice pluviométrique.

Les années 1957 et 1970, correspondent à une période humide, alors que les décennies suivantes sont caractérisées par une tendance à la baisse des précipitations. Les années de rupture entre 1970 et 1987, ont caractérisé le changement des régimes pluviométriques avec une plus grande fréquence d'années à pluviométrie déficitaire. Cependant, de 1987 à 2005, une reprise significative des précipitations a été remarquée dans la zone d'étude, lorsqu'on les compare à celles des années de graves sécheresses de 1972-1973 et 1983-1984. Entre 2005 et 2012, la tendance des précipitations est à la baisse mais reste semi-humide. Toutefois, de 1957 à 2013, le comportement temporel de la pluviométrie ressemble à un cycle périodique entre années sèches

et humides dont la période reste indéfinie. La figure 2 donne 52% des pluies déficitaires sur la période de 1957-2013. Ensuite, ce déficit est confirmé par le nombre décroissant du nombre de jours de pluie supérieur et inférieur à 20 mm avec -0.26 et -0.03 comme degré de pente. Mais, même si le nombre de jours de pluies supérieur à 20 mm constituent les 12.9% du cumul de ceux inférieur à 20 mm, il faut remarquer que celles-ci ont largement contribué à la régression et à la mauvaise répartition spatio-temporelle d'une saison à une autre au vue du nombre de jours moyen dont l'allure est presque identique à celle issue du nombre de jours inférieur à 20 mm (figure 3), ci-après. La moyenne mobile de 5ans reflète au mieux le comportement variable d'une telle série que celle de 10 qui, masque véritablement les contours.

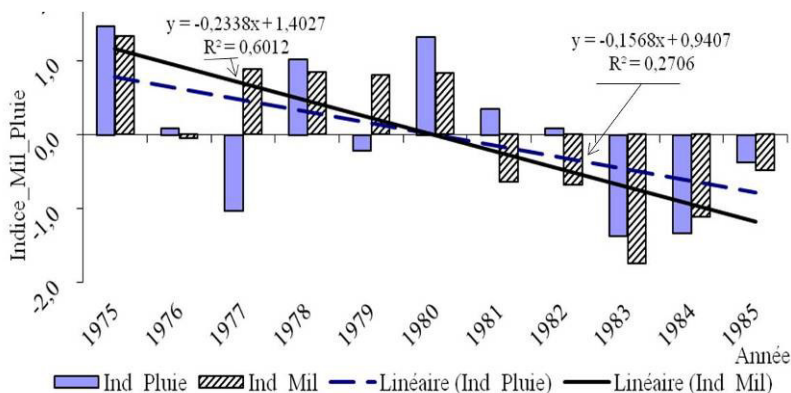


Source: DGM, 2016.

Figure 3. Évolution des nombres de jours de pluie $\leq 20\text{mm}$.

De la figure 3 ci-dessus, on remarque que le nombre de jours de pluie, durant les saisons, varie et diminue progressivement de 1951 à 1993. Selon les enquêtes auprès des ménages, certaines saisons commencent tôt et finissent tôt. D'autres par contre, débutent tôt pour finir tard ou encore, commencent tard et se terminent tôt. Ce qui n'est pas sans effet sur le rendement de la culture du mil. Pour 1998 (Figure 4), la campagne pluviale a

commencé au mois de mai avec 82 mm mais bien répartis. C'est pourquoi, progressivement, les mois suivants ont reçu de pluies satisfaisantes et qui ont permis d'avoir un bon rendement.



Source: DGM, 2016.

Figure 4. Évolution du rendement du mil en fonction de la variabilité pluviométrique.

Les résultats obtenus confirment les impacts de la variabilité climatique telle que soulignée par le GIEC (2014). Toutefois, de 1977 à 1980 (Figure 3), dans le canton Bénoye, on remarque que le rendement de la culture du mil a été significatif de 2.6% à l'année 1975. Ceci est dû à l'amélioration des pratiques culturales (semis précoce) avec un cumul de 54 mm aux mois de mai qui s'est allongée jusqu'en octobre. Ce qui a permis aux cultures à cycle long de boucler normalement leur cycle. Les années 1978 à 1982 ont été plus pluvieuses. Il ya eu des inondations par endroit en 1978. Mais en 1983, le mois de juin était complètement sec au point que certaines cultures ont atteint un niveau de flétrissement avancé avant de reprendre fortement en juillet et août. L'augmentation des rendements de 1979-1982 se justifie par la reprise progressive de pluie dans le canton Bénoye et la mise en place précoce des cultures dès le mois d'avril. Au cours de cette période, les superficies ont augmenté et la pluviosité était bien régulière.

Il ressort de l'analyse de cette étude que les effets de la variabilité pluviométrique sur les cultures ne sont plus à démontrer. Bien que la tendance de la pluie soit en hausse de 1974 à 1985, le rendement est continuellement en baisse durant cette période. Ce qui confirme les résultats de Diao (2014); Sultan (2014) et Lona (2016).

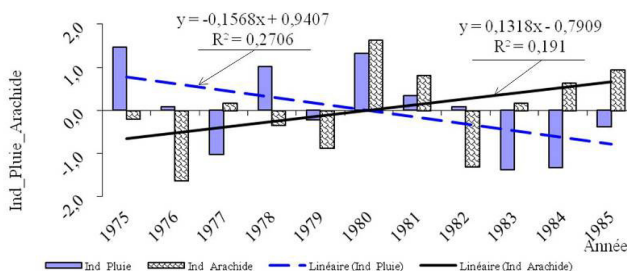
C'est pourquoi, pour palier les effets négatifs du climat, les producteurs ont utilisé les variétés précoces notamment : d'arachide 55-437 et Fleur 11 et de céréales "Djakadji et Galidjé", puis le maraîchage à l'échelle des cases comme stratégie d'adaptation (Baohoutou, 2007) (Tableau 1).

Tableau 1. Quelques variétés précoces disponibles à l'ITRAD de Bébédjia.

Espèces	Variétés	Origines	Cycle (en jours)	Rendements (Kg/ha)
Sorgho	K3R (tardive)	Tchad	110-130	900-1500
	Djakadji (précoce)	Tchad	60-75	400-500
	Galidje (intermédiaire)	Tchad	95-110	500-900
	Kolmon (tardive)	Tchad	120-130	500-800
Arachide	55-437 (précoce)	Sénégal	90	1000-1500
	57-313 (tardive)	Sénégal	125	2500-3000
	Fleur 11 (précoce)	Sénégal	90	1000-1500
	73-33 (intermédiaire)	Sénégal	110	2000-2500

Source : ITRAD, 2015.

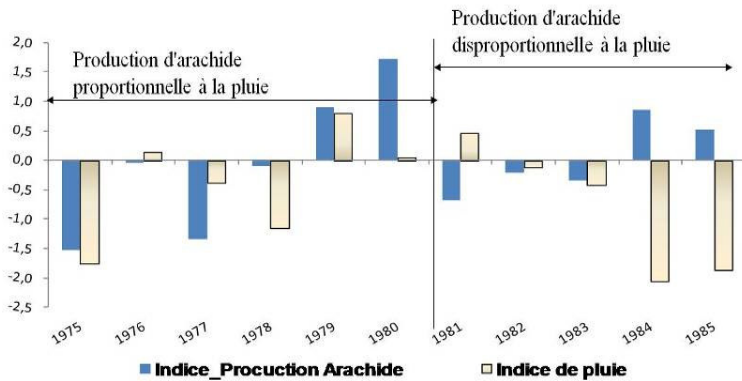
Du fait du caractère aléatoire des campagnes agricoles, les producteurs préfèrent mettre en place des cultures en association (mil ou sorgho et arachide ou niébé) ou des plantes à tubercules et racines (manioc, patate douce et taro) (Figure 5).



Source: DGM, 2016.

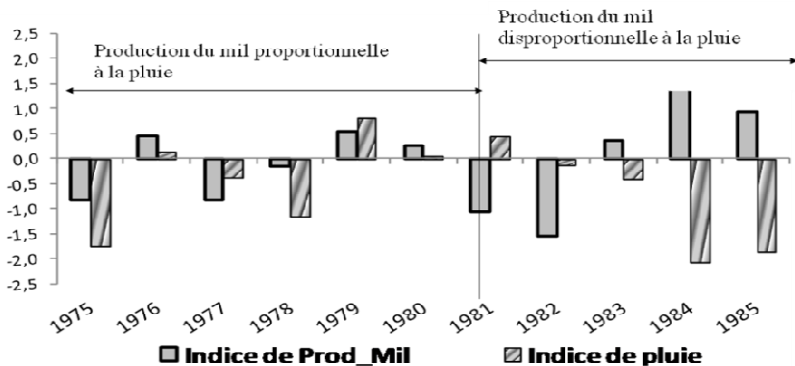
Figure 5. Evolution disproportionnelle du rendement d'arachide en fonction de la pluie.

Contrairement au rendement du mil, celui de l'arachide croit pendant que la pluie décroît. Dans ce contexte, du fait du caractère sableux des sols et des caractéristiques légumineuses de l'arachide, on estime que cette culture est plus tolérante à la sécheresse ou s'adapte au mieux aux conditions pédoclimatiques (Figure 6).



Source : DGM, 2014.

Figure 6. Évolution de la production d'arachide en fonction de la pluie dans le canton Bénouye.



Source : DREM, 2014.

Figure 7. Évolution de la production du mil en fonction de la pluie dans le canton Bénouye.

Les figures 6 et 7 montrent que de 1975 à 1981, il y a une relation entre le rendement d'arachide, du mil et la pluie. Plus il pleut, mieux sont les rendements des céréales. Selon les études menées par Diao (2014), il apparaît que cette diminution est de - 24% dans les pays du Sahel. Même si d'autres facteurs peuvent contribuer à la baisse de production céréalière, il ya lieu de dire que la pluviométrie en contribue énormément. Par exemple, dans le canton, à cause de la sécheresse de 1972 à 1973, il ya eu des migrations inter-villages à la recherche des terres encore fertiles. L'une des conséquences indirectes de la baisse de rendement (PDR, 2009). En effet selon des études récentes du CILSS/CRA (Sarre et al., 2007, CRA, 2009), l'augmentation de la température va se traduire par une réduction de la durée des stades de développement et de la durée totale du cycle des cultures, qui à son tour va se traduire par une réduction du nombre et de la taille des grains formés et une baisse du rendement (Lona, 2016).

Tableau 2. Constats des producteurs sur les effets de l'insuffisance de la pluie sur les cultures.

Effets de l'insuffisance de la pluie sur l'agriculture		Nombre de personnes enquêtées	%	% valide	% Cumulé
Constats	Apparitions ennemies de cultures	29	31.9	31.9	31.9
	Retard dans la maturité	24	26.4	26.4	58.2
	Famine	12	13.2	13.2	71.4
	Baisse de production	8	8.8	8.8	80.2
	Flétrissement des cultures	4	4.4	4.4	84.6
	Manque de pâturages	5	5.5	5.5	90.1
	Décalage du calendrier agricole	2	2.2	2.2	92.3
	Sécheresse	7	7.7	7.7	100.0
Total		91	100.0	100.0	

Source: enquête 2015/2016.

Ainsi, 31.9% des producteurs attestent qu'en période de baisse pluviométrique, il y a prolifération des ennemis de cultures ; 26.4% affirment le retard dans la maturité et de là, s'en suit

fondamentalement la famine (13.2%). De la baisse de production (8%) à la sécheresse (7%), les conséquences sont connues. Une telle concentration d'effets temporels des pluies dans une zone, affecte les cultures qui n'arrivent plus à s'épanouir et à boucler normalement leur cycle végétatif. Ce qui peut avoir des conséquences importantes sur les rendements. L'analyse des pluies à l'échelle mensuelle a simplement permis de déterminer non seulement, le régime saisonnier de la pluviométrie, mais aussi, les mois qui constituent la période humide, différente de la saison pluvieuse. Etant entendu que le comportement spatio-temporel de la pluviométrie, constitue un indicateur des perturbations climatiques de la zone, il paraît logique que cette situation nécessite à n'en point douter, un ajustement des systèmes de production agricoles.

D'après les résultats, dans le canton Bénoue, de 1957 à 2013, il apparaît :

- des années sèches et humides qui ont considérablement influencé l'insécurité alimentaire des ménages ;
- de forte variation interannuelle marquée par des écarts considérables dans les dates de démarrage et de la fin des pluies et leur fréquence.

Pour la figure 3, la moyenne mobile sur un pas de 5 ans confirme qu'au cours de cette période, les mois les plus pluvieux sont précoces. Ce qui n'est pas de nature à aider les producteurs d'assurer leurs travaux d'entretien. Les quantités ne sont pas suffisantes pour enclencher le semis. Ce qui donne la possibilité aux mauvaises herbes de se développer rapidement au détriment des cultures céréalières. Dans ces deux cas, le rendement des cultures baisse. En revanche, les années où la pluie a commencé au mois de mars pour finir en octobre, l'indice de comportement spatio-temporel de la pluviométrie montre que le besoin en eau des cultures est satisfait. Dans ce cas précis, le rendement des cultures augmente. Mais, il faut remarquer que les cumuls mensuels ne peuvent pas attester qu'un mois est bon ou mauvais pour les cultures. D'où l'importance des données journalières de pluie. La

répartition de pluie dans le temps est fondamentale pour une culture quel qu'en soit son cycle. Car, à chaque phase phénologique donnée, correspond un besoin approprié en eau.

Les conséquences sont remarquables sur la figure 4. Les résultats issus des figures 5 et 6, montrent l'évidence de la mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluie et l'évolution du rendement du mil et d'arachide. Cette hypothèse confirme celle de (Amoukou, 2011) selon laquelle, l'évolution des écarts pluviométriques moyens annuels par rapport à la moyenne peuvent avoir des effets sur l'agriculture. Car, l'observation de la pluviométrie et des rendements des cultures pluviales atteste que les années de mauvaise pluviométrie sont globalement suivies d'une baisse des rendements. L'arachide et le mil se révèlent très sensibles à ces fluctuations en raison d'un décalage entre la période pluvieuse. L'évolution des rendements des cultures non irriguées pâtit ainsi des fluctuations de la pluviométrie, ce qui a des incidences sur le niveau de vie des ménages, en particulier, en milieu rural, affirme (Cabral, 2011).

Conclusion

De ce qui ressort de l'analyse des résultats, l'influence de la variabilité climatique sur la production agricole est un fait réel dans le canton Bénoué. Les indices pluviométriques et des productions du mil et d'arachide avec des moyennes mobiles sur 5 ans ont permis d'apprécier le degré de variabilité de ce paramètre et les incidences engendrées. L'excès ou le déficit influe sur les rendements céréaliers. Ce qui constitue l'une des causes de migration de certaines personnes vulnérables. En revanche, d'autres se sont adaptées avec les variétés précoces pour subsister face à la crise. Surtout, leurs inadéquations avec la croissance démographique et les fluctuations extrêmes de la pluviométrie posent problème. Là également, les études ont montré que les variétés tardives s'adaptent mieux à la baisse de pluie que celles précoces (Seyni, 2012). Ce qui donne lieu à plusieurs risques dans le canton, notamment : les risques d'insécurité alimentaire, de famine, de sécheresse, de migration et de conflit inter-agriculteur

et/ou agriculteur-éleveur, d'une année à une autre. En outre, la variabilité spatio-temporelle interannuelle de la pluviométrie a des conséquences non seulement sur la biodiversité agricole mais aussi sur les activités socio-économiques du canton. La situation en dents de scie des rendements des cultures du mil et d'arachide dans le canton Bénoye est concrète. C'est pourquoi, la gestion durable des terres agricoles, avec la mise en place des variétés des plantes à tubercules et racines adaptées, contribueraient à faire face à la péjoration climatique. Pour cela, les producteurs de Bénoye doivent prendre en compte dans le processus d'adaptation et de résilience à la variabilité climatique, les bonnes pratiques endogènes empiriques d'antan et les plans d'actions formels des décideurs.

Références bibliographiques.

Amoukou, 2011. Impacts des changements climatiques dans le secteur de l'agriculture. Projet AAP/Niger. Niger. 75p.

Baohoutou L., 2007. "Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (60-99) : variabilités et impacts ". Thèse de doctorat de géographie, Université Nice Antipolis, France. 245p.

Cabral F. J., 2011. "Aléas pluviométriques et pauvreté dans les économies du Sahel : le cas du Sénégal". Mondes en développement 2011/4 (n°156). p.129-144. DOI 10.3917/med.156.0129.

Diao M. B., 2014. Situation alimentaire et nutritionnelle au Sahel et en Afrique de l'Ouest, Réunion Restreinte du Réseau de Prévention de Crise (RPCA), Paris, France, 24p.

GIEC, 2014. Bilan 2014 des changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution du groupe de travail ii au cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC, Genève, Suisse, 40 pages.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_fr.pdf

INSEED, 2009. Résultats définitif du Recensement Général de la population et de l'Habitat (RGPH2) :

http://inseedtchad.com/IMG/article_PDF/Resultats-dfinitifs-de-RGPH2-2009_a76.pdf. 3p.

Kadidiatou O., 2004. Etude comparative des différents critères de détermination des dates de démarrage des saisons. Mémoire fin d'étude technicien Supérieur en agrométéorologie, Centre régional Agrhymet, 60 p.

Lona I., 2016. Rapport d'étude climatique de la commune de Dessa, 28p.

PAN/LCD, 2009. (Programme d'Action Nationale de Lutte contre la Désertification), Rapport d'activités. Ministère de l'Environnement. NDjaména. Tchad. 117p.

PDR (Plans de Développement Régionaux du Tchad), 2009. Compilation régionale des Plans de Développement Communaux et Cantonaux. PROADEL. Ministère de l'Aménagement du Territoire. Tchad. pp. 91-96.

Seyni S., 2012. Analyse des pauses pluviométriques et évaluation des incertitudes de la pluie des modèles régionaux de climat à l'aide d'un modèle de culture. Thèse de Doctorat. Université Cheick Anta Diop. Dakar. Sénégal. 187p.

Sivakumar M. V. K., 1998. Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Soudanian Climatic Zones of West Africa. *Agr and For. Meteorol* 1988; 42: 295-305.

Suchel J. B., 1987. "Les climats au Cameroun ". Thèse de Doctorat d'État, Université de Saint Etienne (en 3 tomes) 1186 p.

Sultan, B., 2014. Les impacts des changements climatiques sur l'agriculture en Afrique de l'Ouest. IRD-LOCEAN. Université Pierre et Marie-Curie. Paris. 30p.

Sites Web consultés:

http://www.grida.no/publications/other/ipcc%5Ftar/?src=/climate/ipcc_tar/vol4/french/index.htm. Consulté le 18.11.2015.

https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf. Consulté le 18.12.2015.

<https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-spm-fr.pdf>. Consulté le 18.02.2016.

[www.researchgate.net/publication/239281229 Climatic and Environmental Change in Africa](http://www.researchgate.net/publication/239281229_Climatic_and_Environmental_Change_in_Africa). Consulté le 18.05.2016.

<http://knoema.fr/atlas/Tchad/topics/Donn%C3%A9es%C3%A9moGraphiques/Population/Taux-daccroissement-de-la-population>. Consulté le 18.08.2015.

<http://www.lmd.jussieu.fr/~hourdin/AMMA/ESCAPE/EscapeWP3.pdf>. Consulté le 18.11.2015.

<http://www.lmd.jussieu.fr/~hourdin/AMMA/ESCAPE/EscapeWP3.pdf>. Consulté le 18.08.2016.

<https://www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2011-4-page-129.htm>

<https://www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2011-4-page-129.htm>. fr.actualitix.com/pays/tcd/tchad-age-median.php.

<http://www.unccd.int/ActionProgrammes/chad-fre2000.pdf>.