

Article original

Variabilité pluviométrique et indices de développement humain à Bongor (sud-ouest du Tchad)

Romain GOUATAINE SEINGUE*¹, REOUNODJI Frédéric², Magloire DADOUM DJEKO³, Issa DOUBRAGNE⁴

¹ Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure de Bongor

² Département de Géographie, Université de N'Djamena

³ ITRAD, N'Djamena

⁴ Département de Géographie, Université de Moundou

Auteur correspondant : heritier1986@hotmail.fr

Article soumis le 22/08/2018 et accepté le 13/11/2018

Résumé : Cet article traite de la variabilité pluviométrique et son incidence sur le développement humain à Bongor, une ville située au sud-ouest du Tchad. La pluviométrie joue un rôle très important dans l'économie locale car toutes les activités en dépendent. En effet, les fluctuations interannuelles de pluie, les nombreuses séquences sèches, les débuts tardifs et les arrêts précoces de pluie agissent négativement sur les activités agricoles. La péjoration pluviométrique des années 70 et 80 accompagnée des faibles quantités de pluies ont affecté l'ensemble du cycle de l'eau entraînant de graves conséquences pour l'agriculture et la sécurité alimentaire. Cette situation est davantage ressentie à Bongor où les valeurs de l'Indice de développement Humain restent les plus faibles, ce qui est la source d'un profond dysfonctionnement du mode de vie des populations. Toutes ces questions soulevées ont été relevés dans cet article. La méthodologie a essentiellement consisté à l'analyse de la variabilité pluviométrique, son incidence sur les rendements des principales cultures, sur le niveau d'approvisionnement en eau et sur la santé. Les enquêtes ont aussi été menées pour apprécier le degré de vulnérabilité des populations paysannes. Il ressort de cette analyse que la variabilité pluviométrique interannuelle affecte non seulement les rendements et productions agricoles mais aussi le niveau de vie des populations à savoir l'accès aux centres de santé, le revenu annuel, l'accès à l'eau, etc. Il est important pour les décideurs de prendre des mesures afin de limiter de manière considérable les effets induits de la variabilité pluviométrique sur la population.

Mots-clés : variabilité pluviométrique, indice de développement humain, pauvreté, Bongor, Tchad

Abstract : *This article treats pluviometric variability and its incidence on the human development with Bongor, a city in the south-west of Chad. Pluviometry plays a very significant role in the local economy because all the activities depend on it. Indeed, the interannual fluctuations of rain, the many dry sequences, the late beginnings and the early stops of rain act negatively on the agricultural activities. The pluviometric peioration of the Seventies and Eighties accompanied by the small quantities of rains have affected the whole of the entrainant cycle of the water of serious consequences for agriculture and food safety. This situation is more felt in Bongor where the values of the Index of Humain development remain lowest, which is the source of deep disfonctionnement way of life of the populations. All these raised questions were raised in this article. Methodology primarily consisted with the analysis of pluviometric variability, its incidence on the outputs of the principal cultures, the level of supply water and on health. The surveys were also carried out to appreciate the degree of vulnerability of the country populations. It comes out from this analysis that interannual variability of rainfall assigns not only the agricultural outputs and productions but also the standard of living of the populations to knowing the access to the centers of health, the annual income, the access to water, etc. It is significant for the decision makers to take measures in order to limit in a considerable way the induced effects of variability of rainfall on the population.*

Key-words: *variability of rainfall, indices of human development, poverty, Bongor, Chad*

Introduction

L'agriculture pluviale joue un grand rôle dans l'économie des pays sahéliens. Le déficit pluviométrique constaté vers la fin des années 1960 dans un contexte de hausse démographique a des conséquences énormes sur le milieu naturel et les rendements agricoles (Ogouwalé E., 2006 ; Vissin, 2007). En effet, depuis les années 70 et 80, la sécheresse persistante a provoqué des famines et des disettes dans toute l'Afrique subsaharienne (Baohoutou L., 2007 ; Ogouwalé E., 2006 ; Vissin E., 2007), et pratiquement au Tchad dont une grande partie reçoit de faibles quantités pluviométriques (Baohoutou L., 2007 et 2014 ; Romain Gouataine, 2014, Magloire Dadoum et Romain Gouataine, 2017). Cette situation n'est pas sans conséquence sur la production agricole.

Au Tchad, l'agriculture constitue le fondement de l'économie nationale. Elle occupe plus de 50% de la population (AQUASAT, 2005), contribue à environ 20% au PIB et à l'amélioration de la sécurité alimentaire, assure la fourniture des matières premières (coton, arachide...) à l'industrie, contribue également au niveau des recettes d'exportation hors pétrole (République du Tchad, 2008). Pourtant, malgré cet apport considérable, l'agriculture tchadienne est soumise à une forte variabilité pluviométrique qui affecte le niveau de vie des ménages ruraux (Romain G., 2018). En effet, les faibles quantités pluviométriques observées, la mauvaise répartition interannuelle et spatiale des pluies, les intermittences sèches longues et la réduction de la saison pluvieuse sont autant de facteurs qui nuisent à la vie de l'agriculteur et amenuisent ses chances de sortir de la précarité (Maissengar K., 2015). Car son niveau de vie se trouve davantage réduit.

Cette situation amène à s'interroger sur les conséquences de la variabilité pluviométrique sur le niveau global de vie des agriculteurs. Spécifiquement, il s'agit d'analyser la dynamique pluviométrique à Bongor depuis les années 60, son impact sur l'agriculture et son corrolaire et les adaptations à cette situation. Car, pour une planification judicieuse au vu des prises de décisions et mesures adéquates, il est important d'apprécier l'ampleur des effets induits de la variabilité pluviométrique à l'ouest du Tchad qui est davantage exposé car essentiellement à vocation agricole.

1. Matériels et Méthode

Cette étude a nécessité l'utilisation de données pluviométriques de la station de Bongor ($10^{\circ}17'N$; $15^{\circ}22'E$; 328m) de 1960 à 2015 et des données agricoles (production et rendement) des différentes cultures. Ces données sont complétées par des enquêtes de terrain. Au total, 300 ménages ont été enquêtés pour apprécier les effets de la variabilité pluviométrique sur leurs activités. Cependant, quelques critères sont retenus pour être enquêté : être chef de famille, être âgé de plus de 40 ans, être agriculteur et habiter la localité depuis plus de 20 ans.

1.1. Zone d'étude

La zone d'étude est située entre les 9° et 11° de latitude Nord et 14° et 16° de longitude Est et occupe une superficie d'environ 30 000 Km²(figure 1). La pluviométrie moyenne est de 850 mm (R. Gouataine, 2014), l'augmentation de la population accentue la pression sur le couvert végétal. Les indices de saisons pluviométriques qui sont de 4-1-7 correspondent typiquement au climat sahélo-soudanien (Baohoutou, 2007 ; R. Gouataine, 2010). Les mois les plus pluvieux sont juillet-août-septembre, le maximum d'août est très accusé. Les variations pluviométriques interannuelles sont très fortes, pour Bongor par exemple, sur une période de 55 ans, on a enregistré un maximum de 1241,7 mm (2012) et un minima de 428,8 mm (1983) (R. Gouataine, 2018). Les sols sur lesquels se développent les cultures sont les sols ferrugineux tropicaux, les sols ferralitiques et les vertisols qui subissent de profondes transformations avec l'évolution de la pluviométrie et de la température (Vizier et Sayol, 1970).

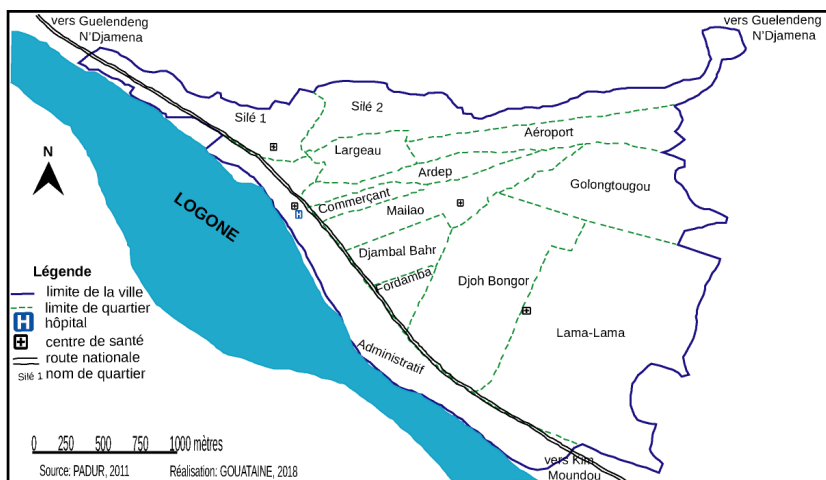


Figure 1. Carte de la ville de Bongor

1.2. Données et matériel

Pour cette étude, nous avons utilisé des données qui s'étendent sur une période de 55 ans. La base de nos traitements statistiques a concerné les données statistiques sur une échelle temporelle de 1960-2015 recueillies à la Direction Générale de la Météorologie (DGM). Le calcul des indices pluviométriques est faite à partir de la formule de Nicholson :

$$Ip = \frac{Xi - Xmoy}{\gamma} \text{ avec}$$

Ip : Indice pluviométrique ;

Xi : Pluviométrie de l'année i ;

$Xmoy$: Moyenne pluviométrique interannuelle sur la période d'étude ;

γ : écart-type de la pluviométrie interannuelle

Ce calcul a permis d'apprécier l'impact des fluctuations pluviométriques sur les productions agricoles. Les productions et rendements agricoles concernent plutôt les années 1980-2015. Ces données agricoles ont été obtenues à l'ANADER (Agence Nationale de Développement Rural) du Mayo-Kebbi Est. Ces données ont été complétées par les enquêtes de terrain sur la production agricole et sur les modes de vie des populations de la plaine de Bongor. Des prises de vues sont aussi faites pour compléter les enquêtes de terrain.

2. Résultats et Discussion

2.1. Incidence pluviométrique sur la production agricole

L'évolution de la série pluviométrique (1960-2015) de la station de Bongor montre la persistance de la sécheresse entamée au début des années 1970 et caractérisée par une baisse tendancielle des totaux annuels (figure 2). Une forte fluctuation interannuelle de pluie est observée avec des années très pluvieuses et des années sèches.

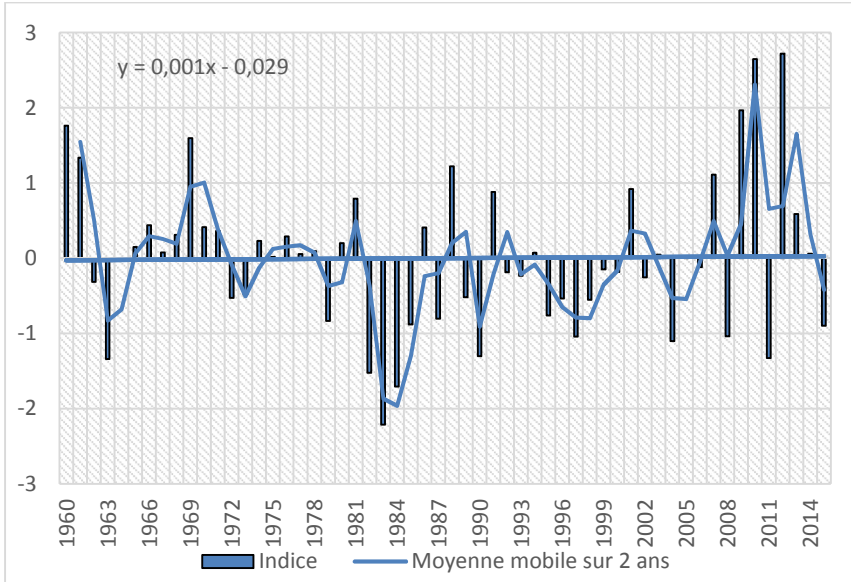


Figure 2. Variation interannuelle de la pluie

Cette figure présente l'évolution de la pluviométrie sur la période 1960-2015. Les indices montrent une fluctuation de la pluviométrie année après année. L'année 1960 est considérée comme la plus humide de cette période avec un indice de 2,113 ; par contre l'année 1963 est la plus sèche avec un indice de -2,376. Le début de cette série est humide mais à partir de 1963, la période sèche est amorcée. L'année 1963 est considérée comme l'année de référence, de transition de la période humide à la période sèche, ce qui justifie ainsi la sécheresse des années 1970 qui s'observe jusqu'à la fin de la décennie 1970-1979.

A partir de la décennie 1980, les déficits jusqu'à -1,92 en 1983 sont constatés et continuent ainsi jusqu'en 1994 où les précipitations redeviennent normales avec des fluctuations interannuelles non exagérées. La période 1980-1989 est celle de la grande sécheresse, continuité de celle des années précédentes qui a profondément affecté le Sahel. La période 1990 est considérée comme une période du retour à la normale des précipitations. La

période 2000-2009 est considérée comme humide avec les précipitations abondantes et des indices allant jusqu'à 2,319 en 2009 et jusqu'en 2014. Dans l'ensemble, nous remarquons une période de forts déficits pluviométriques au début de cette série et ensuite une période de hausse pluviométrique avec de légères fluctuations.

Les années très pluvieuses se soldent par un débordement des cours d'eau entraînant des inondations comme en 2009 et 2012. Ce qui, sans doute agit sur les rendements des cultures, précisément le riz pluvial et le maïs pris en exemple (figure 3).

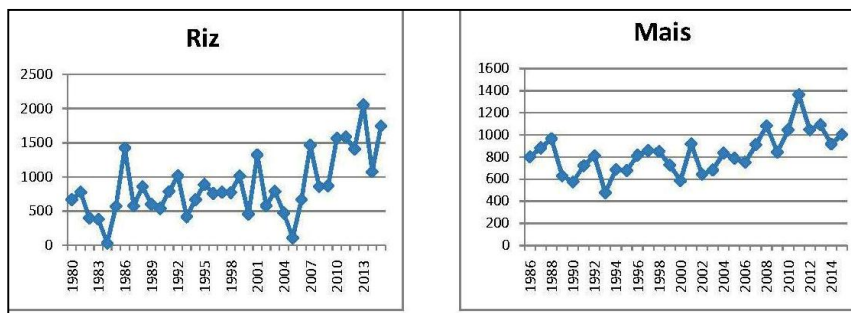


Figure 3. Evolution des rendements du riz et du maïs

Cette figure montre l'évolution interannuelle des rendements du riz et du maïs. Nous remarquons une évolution en dents de scie. La décennie 80 a enregistré des faibles rendements par rapport à l'ensemble de la période. Les deux autres décennies enregistrent des valeurs moyennes. Toujours est-il que ces rendements restent largement tributaires de la pluie. En combinant l'indice pluviométrique et l'indice de rendement, il apparaît que les cultures dépendent de la variation temporelle de la pluie (figure 4).

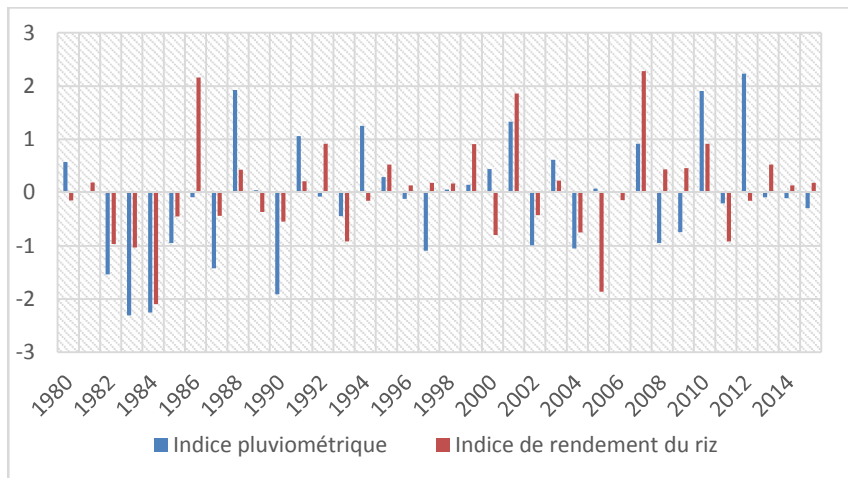


Figure 4. Evolution de l'indice pluviométrique et de l'indice de rendement

La figure 4 révèle que les rendements des cultures dépendent de l'évolution de la pluie. Les indices positifs de pluie conditionnent les rendements positifs et les indices négatifs conditionnent aussi les rendements négatifs. Dans l'ensemble, le rendement du riz dépend étroitement de la quantité de pluie ainsi que de sa variation.

Les inondations ont pour conséquences directes la destruction des champs (photo 1) et la baisse des rendements. De même, les années déficitaires se traduisent par un assèchement précoce des champs et le flétrissement des jeunes plants entraînant une baisse des rendements avec ses implications socio-économiques. Ces résultats confirment ceux trouvés par Baohoutou (2007) et R. Gouataine (2016, 2018) et attestent de l'impact de la forte variabilité pluviométrique sur la production agricole.



Cliché GOUATAINE, 2016

Photo n°1 : Champ inondé à Djarabou

Ce champ est totalement inondé à cause d'une forte pluviométrie. Les cultures sont totalement submergées et cet engorgement entraîne un pourrissement total, anéantissant ainsi les chances de survie des plantes.

Cette forte variabilité pluviométrique entraîne de graves conséquences sur la disponibilité des ressources alimentaires. 58% des enquêtés affirment que la gestion du temps de soudure est très difficile par manque total de nourriture. Aussi, le bilan vivrier tributaire de la production céréalière est de 15%, allongant ainsi le temps de soudure. Le niveau de vie se trouve davantage réduit. D'après nos enquêtes, 45% arrivent difficilement à manger à sa faim. Cette situation entraîne des disettes localisées dans la zone d'étude.

2.1. Pauvreté et Indice de Développement Humain (IDH)

Le Tchad est l'un des pays les plus pauvres du monde. La pauvreté touche 55% de la population. C'est principalement un phénomène du monde rural où vivent 87% des pauvres du pays (République du Tchad, 2008). La pauvreté varie selon la taille des familles et le niveau d'étude du chef de famille. Les plus pauvres sont donc les familles nombreuses. En milieu rural, les familles dirigées par une femme sont aussi parmi les plus pauvres. Dans un contexte où l'agriculture et l'élevage demeurent archaïques, le secteur industriel

embryonnaire malgré les énormes potentialités pour l'agroalimentaire et où la pression démographique est galopante, la faiblesse des IDH s'explique clairement.

La baisse de la pluviométrie, l'adoption des techniques rudimentaires, la faiblesse d'appui en ce qui concerne les crédits pour l'achat des matériels agricoles, les difficultés de stockage et d'écoulement des produits agricoles et l'endettement des paysans incapables d'honorer leurs dettes sont autant de facteurs qui n'ont fait que s'ajouter à cette situation de précarité (Tableau I).

Tableau I. Niveau de pauvreté

Région de résidence	Incidence de la Pauvreté	Profondeur de la pauvreté	Sévérité de la pauvreté
Mayo-Kebbi	71,7	31,2	16,4

Source : INSEED, ECOSIT2, 2003/2004

L'analyse de ce tableau du Mayo-Kebbi atteste que la pauvreté touche sévèrement cette zone. Plusieurs facteurs expliquent cette pauvreté.

La pauvreté augmente avec la taille des ménages. Les familles tchadiennes sont souvent des familles nombreuses : la taille moyenne d'un ménage est 6 personnes, mais plus de 40% des ménages ont au moins 7 personnes. La majorité des ménages est dirigée par des hommes ; or les familles dirigées par des hommes sont en général plus nombreuses (en moyenne 6 personnes) que celles dirigées par des femmes (en moyenne 4 personnes). Les familles pauvres sont généralement des familles nombreuses (en moyenne 7 personnes), tandis que les familles dirigées par des non pauvres sont souvent moins nombreuses (en moyenne 4 personnes) (République du Tchad, 2008). La consommation par tête des familles nombreuses est relativement plus faible. En fait, avec la forte variabilité pluviométrique et la réduction de la saison pluvieuse, les familles nombreuses sont les plus vulnérables car la disponibilité des ressources alimentaires est faible. Les enquêtes de terrain ont montré que plus la famille est nombreuse, moins est la disponibilité

des ressources alimentaires par tête de famille. 38,5% des enquêtés reconnaissent que malgré l'augmentation des surfaces cultivables, la disponibilité des ressources alimentaires est faible. S'ajoute à cela, la préparation de la bière locale « bili-bili » consomme une grande partie du sorgho cultivé.

La pauvreté décroît avec le niveau d'instruction du chef de ménage. Les données de l'ECOSIT 2 révèlent que deux ménages sur cinq (38,5%) sont dirigés par des chefs de famille alphabétisés et que les deux tiers de la population de 15 ans ou plus sont analphabètes. Près des deux tiers (63,4%) des ménages dont le chef a reçu une éducation primaire sont pauvres. Cette proportion tombe à 42,1% dans les ménages dont le chef est passé par l'enseignement secondaire et à 11,1% quand le chef de famille a fait des études supérieures. En milieu urbain, la consommation par tête augmente de 17% dans les ménages dont le chef est passé par le premier cycle du secondaire, de 27% pour le second cycle du secondaire, de 36% pour l'enseignement professionnel et de 56% pour le supérieur. Le niveau d'instruction de l'épouse affecte dans le même sens la consommation des ménages (Enquête de terrain, 2017 et 2018). La compréhension des variabilités climatiques s'avère indispensable pour augmenter le niveau de vie. Or, les pratiques nouvelles d'adaptation à ces variabilités sont davantage adoptées par les agriculteurs ayant un certain niveau d'instruction. De ce fait, les ménages pauvres n'arrivent pas à adopter correctement ces nouvelles pratiques et affaiblissent eux-mêmes leur capacité d'adaptation.

La pauvreté est liée à l'activité économique et au secteur d'activité du chef de ménage. La plupart des ménages dans la plaine de Bongor sont placés dans un environnement qui limite les opportunités d'ascension économique et sociale. La grande majorité vit en milieu rural et peu de chefs de ménage ont été scolarisés, donc n'ont pas accès aux emplois du secteur moderne. Plus de la moitié de la population vit dans des ménages dont l'activité principale du chef est une activité agricole, un quart vit dans des ménages dont le chef est sans emploi et un dixième dans des ménages dont le chef

travaille dans le secteur informel non agricole. 51,6% de l'échantillon enquêté ne pratique aucune activité en dehors de l'agriculture. 35,2% mènent d'autres activités qui leur permettent de résorber les crises sociales dues à la baisse des rendements agricoles.

Ces différents éléments expliquent la profondeur de la variabilité qui sévit à Bongor. La corrélation entre la pluviométrie et les rendements agricoles est de 0,6. Cette dépendance affecte le paysan qui éprouve des difficultés pour augmenter sa production.

Dans le cadre de cette analyse, deux indices reflétant le mieux les réalités de la plaine de Bongor sont retenus. Il s'agit des difficultés d'accès à l'eau potable, compte tenu du fait que cette partie du Tchad est uniquement à vocation agricole et pastorale, mais également du manque d'infrastructures sanitaires, sachant que tout développement implique indubitablement une couverture sanitaire convenable.

2.2.1. Difficultés d'accès à l'eau

Les zones comme Bongor se caractérisent par une faible pluviométrie, étant les plus défavorisées et connaissent les plus faibles taux d'accessibilité à l'eau. Et ce, malgré la présence du Logone qui borde la ville. Les nappes souterraines de profondeur et de qualité variables assurent l'alimentation en eau des ménages, du bétail et du maraîchage. Dans le secteur hydraulique, d'importants efforts restent à effectuer pour atteindre les objectifs de l'OMS qui recommande 35 litres d'eau par habitant et par jour ; la consommation en eau est en deçà de cette moyenne par habitant et par jour en moyenne à l'échelle nationale. Les enquêtes de terrain ont montré que 42% de la population n'a pas accès à l'eau potable. La population s'approvisionne essentiellement à partir de sources d'eau non protégées. Elle s'expose ainsi aux maladies hydriques qui sont une des causes principales de la mortalité infantile. L'apparition du ver de Guinée pose davantage le problème de la consommation d'eau à Bongor. La faible pluviométrie ne favorise pas la recharge correcte des nappes souterraines, entraînant le tarissement rapide

des puits, exposant ainsi la population à des maladies. Selon les services sanitaires, le taux de consultation dû aux maladies hydriques est de 31,5%. Ces maladies se classent en deuxième position après le paludisme (Enquête de terrain, 2017).

Là où l'accessibilité à l'eau potable est plus ou moins résorbée (photo 2) se pose le problème de la conservation; les normes d'hygiène n'étant pas souvent respectées. Les ustensiles de conservation de l'eau ainsi que les conditions de stockage posent un sérieux problème.



Cliché GOUATAINE, 2014 et 2018

Photo 2. Forage desservant la population

2.2.2. Difficultés d'accès aux services de santé et à la nutrition

L'EDST2 de 2008 indique que 41% des enfants de moins de 5 ans souffrent d'un retard de croissance, qu'environ 37% présentent une insuffisance pondérale et que 14% sont atteints d'émaciation. Les indicateurs de 1997 étaient respectivement de 40%, 39% et 14%. On constate bien qu'entre 1997 et 2008, la situation nutritionnelle des enfants ne s'est pas améliorée. La projection pour 2018 ne montre pas une situation meilleure, les indicateurs n'ont pas évolué. La crise financière qui a commencé en 2016 ne fait qu'exacerber la situation. De la même façon, les taux de mortalité infantile ne se sont guère améliorés : sur 1000 naissances vivantes, le nombre d'enfants qui n'ont pas atteint 5 ans a très peu diminué (de 194 en 1997 à 191 en 2004). Quant au taux de mortalité maternelle, il s'est

gravement détérioré, passant de 827 pour 100 000 naissances vivantes en 1997 à 1099 en 2004.

L'offre de santé peut être mesurée en termes de distance des formations sanitaires. En 2008, les enfants tchadiens en général et ceux de la plaine de Bongor en particulier doivent parcourir 10 kilomètres environ pour atteindre une structure sanitaire (République du Tchad, 2008). La distance est plus longue en milieu rural (16 km) qu'en ville. Si l'on considère qu'un ménage a accès à un service de santé quand la distance à parcourir ne dépasse pas 5 km, c'est seulement un peu plus d'un ménage sur trois (36,5%) qui remplit cette condition. Les maladies endémiques telles que le paludisme et le choléra sont omniprésentes et les programmes élargies de vaccination ne donnent pas les résultats escomptés.

De surcroît, la fréquentation des centres de santé est faible. L'argument avancé est le manque de moyens financiers pour la consultation et l'achat des médicaments. Cette situation contribue à accroître la pauvreté de la population rurale.

2.2.3. Actions entreprises et stratégies adoptées

Compte tenu de la dépendance vis-à-vis de l'agriculture pluviale dans un contexte de sécheresse, la sécurité alimentaire constitue l'un des objectifs fondamentaux de la recherche et du développement agricole. Au Tchad, les investigations pour un diagnostic efficace et rapide de la situation de la campagne agricole afin de disposer à temps des informations sur les cultures ont permis une meilleure compréhension des effets du climat sur l'agriculture. Ainsi donc, face au risque d'insécurité alimentaire en rapport avec le risque climatique, beaucoup d'efforts ont été consentis par la recherche scientifique (amélioration de la résistance des variétés culturales, adaptation au contexte de variabilité pluviométrique, etc.). En plus, des approches agro-climatiques basées sur une évaluation du bilan hydrique des cultures en cours de cycle ou sur la productivité potentielle des cultures ont été largement développées et encouragées.

Au même moment, la politique agricole adoptée par les autorités nationales s'est davantage orientée vers la diversification des cultures, avec notamment la revalorisation des cultures vivrières. Au travers d'une gestion participative, des ONG ont conçu des programmes de protection de l'environnement, de gestion des ressources naturelles, d'étude des facteurs du déficit agricole, etc. Des institutions spécialisées et des organismes à caractère national, international sont ainsi devenus des laboratoires incontournables pour le diagnostic, la recherche de solutions à la péjoration climatique et la préservation des ressources naturelles (ITRAD, PADL-PGRN, CILSS, PNUD)¹.

De même, les ruraux ont essayé de contourner la contrainte climatique en adoptant toute une série d'adaptations. La modification de la date et de la technique de l'opération des semis, la modification des pratiques de labour, la réduction de la jachère, voire même son abandon, les ponctions démesurées sur les ressources environnementales et les mouvements migratoires exacerbés vont en effet contribuer à désorganiser tout un système traditionnel et multiséculaire. Ces stratégies témoignent ainsi de l'acceptation de la condition pluviométrique comme telle. Ces stratégies d'adaptations parfois inappropriées vont, au cours du temps, constituer un facteur aggravant du dysfonctionnement du monde rural.

La « Vision 2030, le Tchad que nous voulons », document de planification élaboré par le gouvernement tchadien retrace les grandes lignes de développement du Tchad sur tout les domaines et plus particulièrement sur le développement agricole, levier important pour l'atteinte de la sécurité alimentaire.

¹ ITRAD : Institut Tchadien de Recherche agronomique pour le Développement
PADL-PGRN : Projet d'Appui au Développement Local/Programme de Gestion des Ressources Naturelles
CILSS : Comité Inter-Etat de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
PNUD : Programme des Nations –Unies pour le Développement

Conclusion

Il ressort de notre analyse que l'économie tchadienne, à l'instar de celle des pays sahéliens est essentiellement basée sur le secteur agricole. Celui-ci fait vivre plus des deux tiers de la population mais sa part dans le PNB ne cesse de diminuer depuis la sécheresse des années 1970. Ainsi au travers d'études diverses, les spécialistes du climat ont essayé de comprendre le phénomène en analysant les facteurs à l'origine de cette rupture d'équilibre entre l'homme et son milieu. Une multitude de résultats, concernant des échelles du trentenaire au pas de temps intra-annuel, ont pu renseigner sur les caractéristiques de ces sécheresses récurrentes aux manifestations diverses. D'un autre côté, les populations ont tiré une leçon des années de sécheresse qui ont profondément bouleversé leur système de vie traditionnel en adoptant diverses stratégies. Il est capital de souligner que l'un des revers de la recherche de solution à l'échelle locale, est le dépeuplement de la campagne.

La position géographique entre deux régions d'extrêmes climatiques, c'est-à-dire, à la fois bordière du Sahara et des latitudes méridionales pluvieuses, expose les pays sahéliens, tels que le Tchad, à la menace climatique. En conséquence, la connaissance et la prise en compte des relations étroites qui existent entre facteurs climatiques et facteurs humains devrait constituer une priorité fondamentale dans les programmes de développement de ces pays à écosystèmes fragiles.

L'articulation judicieuse de ces questions essentielles dans des approches cohérentes d'interprétations, de dynamiques d'imbrications Science-Environnement-Société aiderait, en effet, au mieux au diagnostic des dysfonctionnements observés (migration anarchique de populations, paupérisation, etc.) et par des propositions concrètes, à la prise de décisions à différentes échelles, dans une perspective de développement durable.

Références bibliographiques

- Amani Yao C., 2013, Production agricole et changement climatique : vers une tragédie des comportements paysans à Tiassilé ? *European Scientific Journal* , Vol. 8 N° 16, pp. 227-244.
- Anne W., 2009, L'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets en Afrique sub-saharienne au moyen des pratiques et de gestion durable des terres, *TerrAfrica*, 90 p.
- AQUASAT, 2005, Système d'information de la FAO sur l'eau et l'environnement.
- Aubreville A., 1950, Flore Forestière soudano-guinéenne-AOF-Cameroun-AEF-Paris, Soc. d'Ed. Géogr. maritimes et col. 523 p.
- Baohoutou L., 2007, Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les 4 dernières décennies, variabilité et impact, Thèse de doctorat, Université de Nice, 231 p.
- Baohoutou L., Abdoulaye B., Clobite B., Mbanghoguinan A., Issak A., 2014, Impact de la variabilité pluviométrique et de la sécheresse au sud du Tchad : effets du changement climatique, *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 23, pp. 13-30.
- Magloire Dadoum Djeko et Romain Gouataine Seingué, 2017, Réponses paysannes à la variabilité climatique au sud du Tchad, *Afrique Science* 13(1), pp. 337-348.
- Magrin G., 2001, Le sud du Tchad en mutation, des champs de coton aux sirènes de l'or noir, CIRAD-PRASAC-SEPIA, 427p.
- Maissengar K., 2015, Adaptation des riziculteurs de la plaine de Satégui-Déressia au Tchad face aux changements climatiques, Mémoire de Master, Géographie, Université de Maroua, 165p.
- République du Tchad, 2008, Document de Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté au Tchad : SNRP 2 : 2008-2011, 183 p.
- République du Tchad, 2008, Rapport National d'Investissement, Syrte, 17-18 Décembre 2008.

République du Tchad, 2017, Vision 2030, le Tchad que nous voulons, 44 p.

Romain Gouataine S., 2010, Le rendement de la culture du riz pluvial à Bongor : analyse des contraintes et stratégies d'adaptation, Mémoire de Master, Université de Ngaoundéré, 140p.

Romain Gouataine S., 2014, Évaluation des contraintes pédoclimatiques au développement des cultures dans la plaine de Bongor, Revue scientifique du Tchad, CNAR vol 1, n°4(2014), pp 32-39 p.

Romain Gouataine S., BRING, Bernard GONNE 2016, Stratégies paysannes d'adaptation face aux risques pluviométriques annuelles dans la plaine du Mayo-Kebbi. In Bernard GONNE et BRING (eds. scientifiques), Climat et ruralité en zones soudaniennes et sahéliennes du Cameroun et du Tchad, Harmattan, pp. 159-171

Romain Gouataine S., 2018, Effets des variabilités pluviométriques sur les systèmes de cultures et adaptations des agriculteurs dans la plaine du Mayo-Kebbi (sud-ouest du Tchad), Thèse de doctorat, Université de Maroua, 302 p.

Vizier J. F. et R. Sayol, 1970, Notice explicative n°43 de la carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la feuille de Bongor, Centre ORSTOM de Fort-Lamy, 69 p.