

Déterminants de la vulnérabilité et stratégies d'adaptations aux changements climatiques dans le département de l'Alibori au Bénin

Expédit Wilfrid. VISSIN¹

⁽¹⁾Laboratoire d'Étude des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Écosystèmes, Université d'Abomey-Calavi, 03-BP 1122, Cotonou-03, Bénin. Email : exlaure@gmail.com

Résumé

Cette étude vise à analyser les déterminants de la vulnérabilité ainsi que les stratégies que développent les populations pour s'adapter aux changements climatiques dans le département de l'Alibori. Les données de la Direction la Nationale de Météorologie (DNM) sur la période de 1951-2000 ainsi que les scénarios climatiques sur les éléments principaux dont les précipitations, la température ont été construits et ajoutés aux projections. L'évaluation des incidences et des stratégies d'adaptation des climats futurs sont aussi réalisées à partir des scénarii A1B et B1 de l'IPCC. Les méthodes et outils utilisés se réfèrent essentiellement aux modèles et systèmes du type Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/Scenario Generator (MAGICC/SCENGEN. Version 5.3), Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA Version 1.2). Il ressort de l'analyse des données que les effets des changements climatiques rendent l'écosystème vulnérable. Les déterminants humains, naturels et les modes d'existence sont les plus impactés avec des conséquences aux plans socioéconomiques et environnementaux. Des stratégies d'atténuation et d'adaptation à moyen et long terme ont été proposées afin de restaurer à l'environnement ses valeurs naturelles.

Mots clés : Déterminants, Vulnérabilité, Stratégies, Changements Climatiques, Environnement

Abstract

Determinants of vulnerability and adaptation strategies to climate change in the department of Alibori

This study aims to analyze the determinants of vulnerability and the strategies that develop people to adapt to climate change in the department of Alibori. Data from the Directorate of National Meteorology (DNM) over the period 1951-2000 as well as the main elements climate of scenarios including precipitation, temperature were built and added to projections. L impact assessment and strategies adaptation to future climates are also made from the A1B and B1 scenarios of the IPCC. The methods and tools used mainly refer to models and systems type Model for the Assessment of Greenhouse- gas Induced Climate / Change

Scenario Generator (MAGICC / SCENGEN. Version 5.3) Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA version 1.2). According to the data analysis the effects of climate change makes the vulnerable ecosystem. Human determinants, natural and livelihoods are most affected, with consequences for socio-economic plans and environment. Des mitigation and adaptation strategies in the medium and long term have been proposed to restore the environment to its values natural.

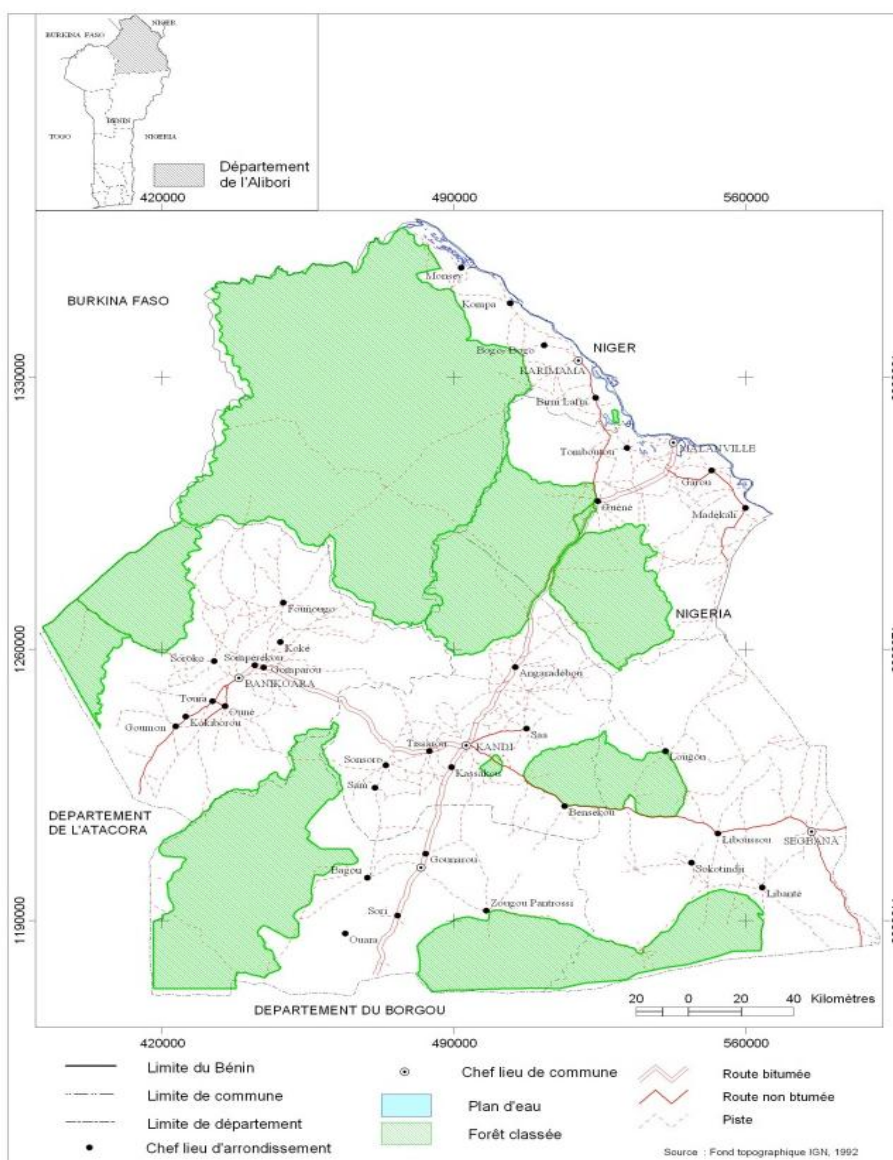
Keywords : Determinants, Vulnerability, Strategies, Climate Change, Environment

1. Introduction

La variation persistante de la température et de la pluie, principaux éléments du climat et les phénomènes météorologiques extrêmes dont la sécheresse et les inondations sont de plus en plus intenses et fréquents et menacent la planète (VISSIN, 2007). Ils accentuent la vulnérabilité des populations des pays en voie de développement comme le Bénin et représentent des risques pour l'ensemble des écosystèmes et des systèmes humains (KODJA, 2012). L'évaluation de ces risques et de leurs impacts devrait permettre de suggérer des recommandations et des mesures de prévention et d'adaptation en vue de réduire la vulnérabilité, notamment dans les domaines de l'aménagement du territoire, des ressources en eau, de l'agriculture, de la foresterie, et de leurs implications sur l'environnement, la santé publique et les secteurs économiques (TOTIN, 2012). Ces études antérieures consacrées aux impacts et l'adaptation des populations aux changements climatiques n'ont pas fait ressortir de façon explicite les déterminants de la vulnérabilité de ces impacts et surtout dans le département de l'Alibori.

Cet article se propose ainsi d'étudier les déterminants naturels, humains et les modes d'existence vulnérables aux changements climatiques et les stratégies d'adaptations des populations dans le département de l'Alibori. Il est limité à l'Est par la République Fédérale du Nigéria, au Nord par le Burkina-Faso et le Niger, au Sud par le département du Borgou et à l'ouest par le département de l'Atacora (figure 1). Le département de l'Alibori couvre une superficie de 26242 Km², soit 23 % du territoire national et prend en compte les communes de Malanville, Karimama, Ségbana, Gogounou, Banikoara et Kandi, soit six communes, regroupant au total 229 villages. Il jouit d'un climat de type soudanien (figure 1).

Figure 1 : Localisation du département de l'Alibori



2. Méthodologie

2.1. Données utilisées

Il s'agit des données climatologiques (Pluie et température) issues des archives de la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) sur la période 1950-2000 ayant permis de construire les scénarios climatiques sur les précipitations et la température. Les données démographiques issues des recensements 1979, 1992, 2002 (INSAE) ayant permis d'apprécier la couverture du sol à travers la carte d'occupation du sol ; les données socio-économiques et les investigations en milieu réel pour recueillir la perception des populations afin de mieux évaluer l'impact des changements climatiques.

2.2. Traitements et analyses effectués

La variabilité des processus climatiques est analysée à partir des écarts centrés réduits qui caractérisent l'excès ou le déficit du paramètre considéré indépendamment de la variabilité interannuelle.

$$r = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$$

Où X_i est la valeur du paramètre X pour l'année i , \bar{X} la moyenne du paramètre sur l'ensemble de la période considérée et σ son écart – type. Pour vérifier la pertinence des tendances observées entre deux périodes, un test de nature paramétrique est utilisé : c'est l'écart réduit (GREMY and SALMON, 1969). La statistique ER (Ecart Réduit) est comparée à la valeur t qui est de 1,96 au risque de 5% et de 2,6 au risque de 1%. Si ER est supérieur à t alors on déduit que la tendance observée est statistiquement significative.

$$ER = \frac{|m_1 - m_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Avec :

m_1 et m_2 : moyennes interannuelles des deux périodes considérées ;

σ_1^2 et σ_2^2 : variances des deux séries ;

N_1 et N_2 : nombre d'années par séries.

Les projections des climats futurs sont faites à partir des scénarii définis par le projet IMPETUS, notamment les scénarii A1B et B1 de l'IPCC. Le traitement des pluies spatialisées a nécessité l'utilisation du logiciel ARCVIEW comme SIG.

L'évaluation des incidences de l'évolution du climat et des stratégies d'adaptation se fondent principalement sur les directives techniques du GIEC et sur d'autres guides méthodologiques tels que le manuel du PNUE sur les méthodes d'évaluation des impacts du changement climatique et des stratégies d'adaptation (FEENSTRA et *al.*, 1998).

Les méthodes et outils utilisés se réfèrent essentiellement aux modèles et systèmes suivants :

- Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/Scenario Generator (MAGICC/SCENGEN. Version 5.3);
- Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT 4.2);
- Water Evaluation and Planning System (WEAP 21);
- **D**ynamic **I**nteractive **V**ulnerability **A**ssessment (DIVA Version 1.2).

Quant à l'approche utilisée pour les mesures d'adaptation durable des populations aux changements climatiques, il s'agit de :

- la prise en compte des incertitudes de la nature, l'ampleur et le rythme des réponses de l'adaptation des impacts doivent satisfaire à plusieurs critères (SARMA, 1990; Adaptation Measures. In Climate Change : Science, Impacts and Policy. Proceedings of the Second World Climate Conference. WMO. University Press. Cambridge). Le critère le plus important comprend:
- les possibilités selon les réalités politiques, socio-économiques et institutionnelles.
- les considérations d'un impact environnemental satisfaisant et économiquement efficace.
- l'identification des événements antérieurs liés à un climat extrême tels que la sécheresse, les inondations, le réchauffement, etc. vécus par les communautés de la région.
- les stratégies endogènes mises en œuvre pour faire face aux problèmes (manque d'eau potable, famine, pénurie, explosion du paludisme, etc.) induits par ces événements : changement de l'exploitation du sol, migration, gestion de l'eau de pluie, etc.)
- l'estimation de conditions sociales en 2025 et 2050 basée sur la croissance démographique et l'analyse de la tendance de la pauvreté.

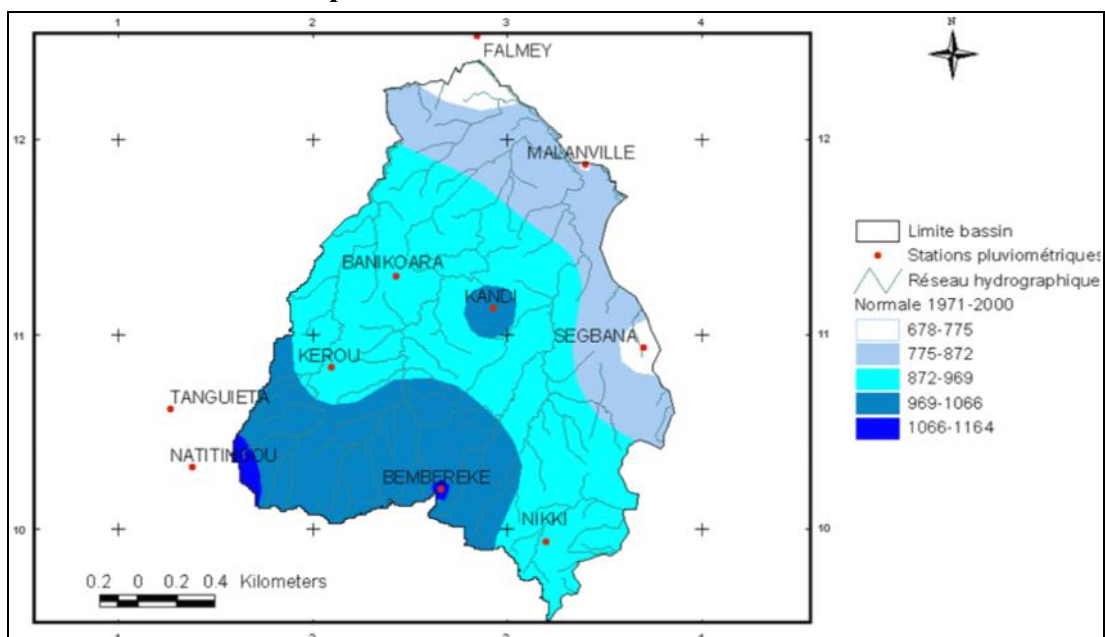
La méthodologie utilisée a permis de traiter, d'analyser les données et d'obtenir les résultats ci-après.

3. Résultats

3.1. Répartition spatiale des précipitations dans le département de l'Alibori

La figure 2 présente la distribution des précipitations dans le département de l'Alibori sur la période 1971 à 2000

Figure 2 : Distribution spatiale des précipitations et les stations pluviométriques dans le département de l'Alibori de 1971 à 2010



Il ressort de l'analyse de la figure 2 que la distribution spatiale des précipitations indique que dans cette zone les précipitations présentent un gradient Nord-Sud. Elles varient de l'extrême Nord (675 – 875 mm) au Sud – Ouest (1160 mm).

Cette distribution spatiale des précipitations est mieux appréciée par l'analyse de la variabilité pluviométrique dans le secteur d'étude.

3.2. Variabilité pluviométrique dans le département de l'Alibori de 1950 à 2001

Les figures 3 et 4 présentent la variabilité pluviométrique sur les stations pluviométriques de Ségbana et du Malanville dans le département de l'Alibori de 1950 à 2001.

Figure 3 : Variabilité pluviométrique à Ségbana de 1950 à 2001

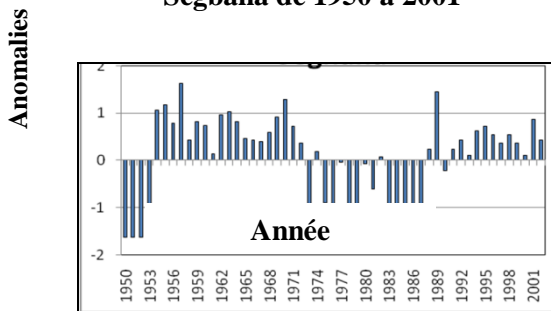
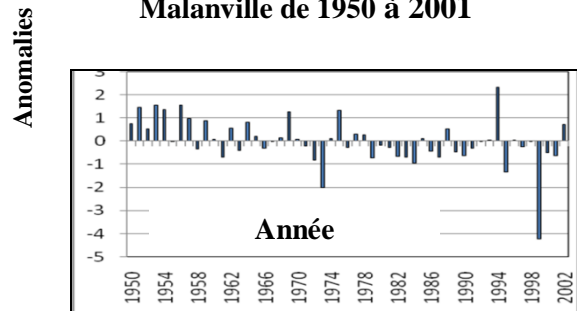


Figure 4 : Variabilité pluviométrique à Malanville de 1950 à 2001

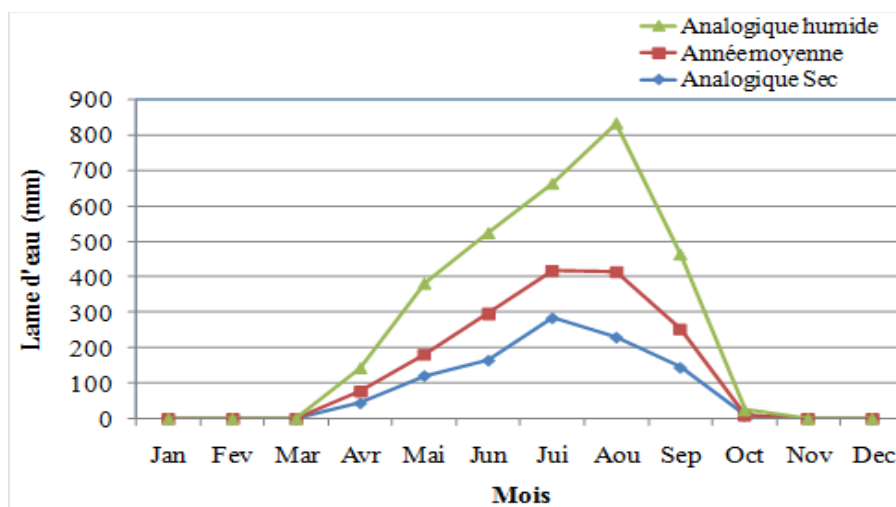


De l'analyse des figures 3 et 4, il ressort deux sous périodes notamment la période 1950 à 1970 qualifiée humide du fait que la plupart des anomalies sont positives et la période 1971 à 2001, période de la récession pluviométrique illustrée par les anomalies négatives. Ces différentes sous périodes sont en phases avec des études antérieures réalisées sur la variabilité pluviométrique en Afrique de l'Ouest (Le BARBÉ et LEBEL, 1997, VISSIN, 2007). Il faut retenir que ces fluctuations pluviométriques sont à la base des modifications observées ces dernières décennies sur le régime hydrologique du bassin béninois du Niger à Sota et dans l'Alibori (LEBEL *et al.*, 2000).

3.3. Evolution intra saisonnière des précipitations dans le département de l'Alibori.

La figure 5 présente la répartition intra saisonnière de la pluie dans le département de l'Alibori de 1950 à 2002.

Figure 5 : Distribution intra saisonnière des précipitations au cours des analogiques humide et sec à Kandi



La figure 5 montre que les mois de juillet, août et septembre sont les plus humides de l'année et concentrent plus de 65 % des pluies dans le Département de l'Alibori (VISSIN, 2007). Aussi, faut-t-il noter que sur l'ensemble du Département de l'Alibori, le régime pluviométrique présente un caractère unimodal.

Cette distribution intra-saisonnière constitue des aléas climatiques susceptibles d'augmenter la vulnérabilité des populations aux plans socio-économiques et environnementaux.

3.4. Analyse du coefficient de régression

Le tableau I montre l'évolution des coefficients de régression sur les stations de Kandi, Sègbana et Malanville.

Tableau I : Coefficients de régression sur les stations de Kandi, Sègbana et Malanville

Station	Coefficients de régression des totaux pluviométriques
Kandi	P = - 1,01
Sègbana	P = - 0,16
Malanville	P = - 4,55

De l'analyse du tableau 1, il faut noter que la diminution de la pluie est très significative à Malanville et que les baisses y ont atteint en moyenne 4,55 mm/an. A Kandi et Sègbana, on note respectivement 1,01 mm/an et 0,16 mm/an. Il faut retenir que cette régression des totaux pluviométriques n'est pas sans conséquences sur les activités tributaires de l'eau dans le département de l'Alibori.

3.5. Caractérisation de l'évolution thermique dans le département de l'Alibori

Les figures 6 et 7 exposent l'évolution de la température minimale et maximale de 1950 à à la station de Kandi dans le département de l'Alibori.

Figure 6 : Anomalie des températures minimales à la station synoptique de Kandi de 1965 à 2001

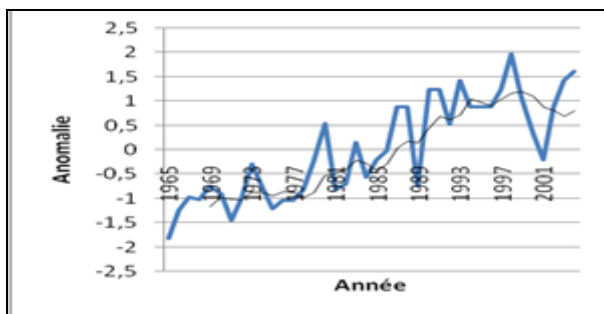
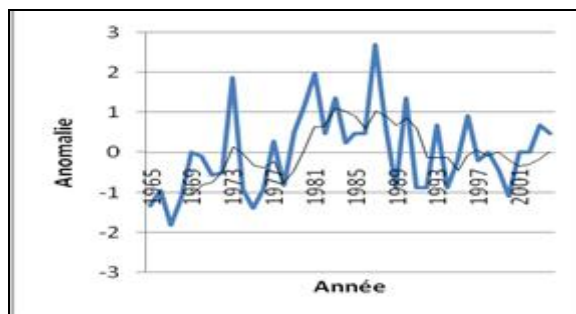


Figure 7 : Anomalie des températures maximales à la station synoptique de Kandi de 1965 à 2001



Les figures 6 et 7, montrent dans le département de l'Alibori, une hausse dont l'amplitude thermique est de l'ordre de 2° C surtout pour la période 1971-2004. La montée de la température en début d'année s'explique par l'activité du rayonnement solaire en absence de couvert nuageux. Quant à la baisse thermique, elle s'explique au contraire par l'arrivée de l'hivernage et le couvert nuageux(Le BARBE *et al.*, 1993). La variabilité pluviométrique et l'évolution thermique constituent les paramètres climatiques qui conditionnent la vie socioéconomique et environnementale des populations du fait que beaucoup de secteurs d'activités sont régulés par le climat (OLIVRY, 1993)

3.6. Déterminants de la vulnérabilité aux changements climatiques dans le département de l'Alibori

Il s'agit des déterminants économiques et environnementaux

3.6.1. Déterminants économiques

Les déterminants économiques sont entre autre la baisse de la fertilité des terres avec pour conséquence une baisse considérable des rendements des cultures et de la production céréalière notamment (HOUNDENOU *et al.*, 2003). Il y a aussi l'aridité des sols qui a pour corollaire une baisse des productions et, partant, une baisse des revenus agricoles et des investissements pour la production ; la baisse de la production halieutique avec à la clé, la disparition ou l'extinction des de certaines espèces de poisson.

Cette étude a révélé que la plupart des paysans sont encore à des techniques traditionnelles de productions agricoles face aux changements climatiques. Cette situation est donc une contrainte et les oblige à l'exploitation d'une faible surface cultivable de terre.

3.6.2. Déterminants environnementaux

Cette étude a révélé que la situation actuelle dans certaines régions, notamment dans les localités de Karimama, Malanville, Ségbana, Gogounou, Banikoara et Kandi se caractérise par une dégradation sans cesse croissante du patrimoine environnemental (VISSIN, 2007).

A cet effet, il faut noter premièrement la disparition progressive du couvert végétal due à une augmentation de la culture cotonnière ; la réduction de la capacité de charge des pâturages. Deuxièmement les eaux des cours d'eau deviennent de plus en plus rares étant donné que ces eaux sont consommées à la fois par les hommes et les animaux. Ceci induit comme conséquences une baisse d'activités humaines telles que la régression du maraîchage et l'émergence de maladies hydriques, voire des conflits entre éleveurs et agriculteurs précisément à Karimama.

Du reste l'analphabétisme écologique notamment la recherche de la satisfaction des besoins par les populations agressent inconsciemment l'écologie en dépit de toutes normes en matière de sauvegarde de l'environnement.

3.7. Sensibilité de l'écosystème à la variation du climat dans le département de l'Alibori

L'évaluation des impacts actuels du climat est réalisée sur la base de quatre (04) composantes du milieu à savoir : Plaine alluviale, établissements humains, économique et social.

3.7.1. Impacts climatiques sur la plaine alluviale dans le sous bassin de l'Alibori

Cette recherche a révélé que le département de l'Alibori est relativement moins bien pourvu en eau comparativement aux ressources en eaux superficielles et souterraines dont dispose le Bénin. Il se trouve être la zone la moins arrosée et, sur une étendue représentant environ 42 % du territoire national, ne dispose que d'environ 19 % et 29 % des ressources respectivement en eaux superficielles et souterraines du pays (POFAGI et TONOUEWA, 2001 ; TOMETY, 2006).

Selon VISSIN (2007), les pluies de début de saison dans le milieu sont dues essentiellement à la thermoconvection locale, tandis que les précipitations du cœur de la saison sont liées à la dynamique des flux de haute et de basse troposphère.

Les établissements humains et les modes d'existence ne sont aussi pas à l'abri des effets pervers de la variabilité climatique.

3.7.2. Impacts climatiques sur les établissements humains

Le secteur d'étude subit des pressions dues aux effets conjugués des changements climatiques et des activités anthropiques qui contribuent à fragiliser le milieu. Beaucoup de pratiques notamment celles opérées dans le secteur agricole comme mauvaise occupation des plaines d'inondation aux fins agricoles expliquent l'état de dégradation de l'environnement qui est constaté. A ces différents éléments, s'ajoute les effets néfastes de

l'élevage dont les répercussions sur l'environnement sont très importants. Ces tendances se présentent comme suit :

- l'envahissement des champs de culture et des domaines classés de l'État par les troupeaux à la recherche de pâturage naturel;
- le surpâturage généralisé surtout autour des points d'eau du fait de leur rareté;
- la destruction des habitats de certaines espèces de faune ce qui pourrait entraîner leur extinction, signe de perte de biodiversité;
- la fragilisation des bas-versants des cuvettes par le piétinement des animaux avec pour corollaire l'ensablement et le comblement desdites cuvettes à un rythme relativement rapide.

3.7.3. Vulnérabilité des activités socioéconomiques aux changements climatiques

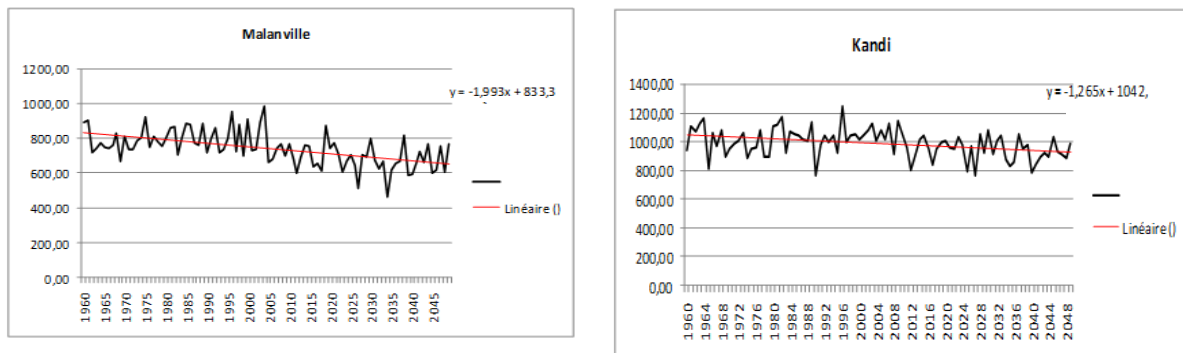
L'impact économique des changements climatiques est relatif à la baisse des rendements (production vivrière et halieutique), aux difficultés de transport et du commerce, à la baisse de la production énergétique et aux difficultés de fourniture d'énergie (POFAGI *et al.*, 2001).

Aux impacts économiques s'ajoutent les impacts sociaux tels que, l'insécurité alimentaire, la famine, le problème d'eau potable, les décès, les maladies, l'extension de l'aire géographique des maladies vectorielles, les noyades, les migrations vers les pays étrangers, la dégradation rapide des voies de communication (VISSIN, 2007).

3.8. Conditions climatiques et socio-économiques projetées (impacts potentiels)

La figure 8 présente l'évolution des précipitations projetées par le scénario A1B dans le département de l'Alibori entre 1960 à 2045

Figure 8 : Evolution des précipitations projetées par le scénario A1B pour deux communes du département de l'Alibori de 1960 à 2045



Il ressort de l'analyse de la figure 8 que ce soit à Malanville et à Kandi, qu'il y aura une régression de la pluviométrie. Elle se justifie par les valeurs négatives des coefficients de la droite de régression sous la forme ($Y=ax+b$) qui sont respectivement de -1,99 et -1,26. Ces différents résultats sont très loin de contrarier les résultats obtenus par VISSIN (2001 et

2007) qui a projeté qu'il aura une baisse pluviométrique de 6 % et 13 % dans les mois d'Avril, Juin et Septembre en particulier et une hausse pluviométrique d'environ 8 % dans le mois de Mai avec une tendance globale de hausse de la température moyenne annuelle variant entre 0,1 et 1,8°C à l'horizon 2050 et 3,5°C à l'horizon 2100.

Il se dégage une diminution pluviométrique de l'ordre de 10 % au Nord, dans le département de l'Alibori à l'horizon 2050 par rapport à la référence 1971-2000.

Face à ces différents constats, des mesures sont développées pour atténuer et s'adapter aux changements climatiques.

3.9. Stratégies d'adaptation dans le département de l'Alibori aux changements climatiques

Les ressources en eau constituent un secteur de plus en plus fragiles dans la région en raison des besoins croissants des ménages, de l'agriculture, l'élevage, l'industrie, l'énergie etc., cette recherche a révélé que la majorité des activités d'adaptation qui ont lieu ou qui sont en cours sont concentrées autour de la gestion de l'eau.

Des stratégies empiriques sont développées et adoptées pour s'adapter à ces aléas climatiques.

3.9.1. Pratiques paysannes et les stratégies d'adaptation à fondement technologique

Elles sont entre autre :

- actualisation du calendrier des travaux agricoles (dates des plantations ou des semis et traitements),
- mise en place d'un système de prévision de risques climatiques et d'alerte rapide pour la sécurité alimentaire dans 4 zones agro-écologiques vulnérables
- promotion des systèmes appropriés de production agricole d'adaptation aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle
- aménagement et gestion intégrée des ressources en eau aux fins d'adaptation aux changements climatiques
- mise en œuvre de solutions techniques, comme la protection des vergers contre les dommages dus au gel ou l'amélioration des systèmes de ventilation ou de refroidissement installés dans les abris pour animaux,
- sélection de cultures et de variétés mieux adaptées à la durée prévisible de la période de végétation et à la disponibilité des ressources en eau, et plus résistantes aux nouvelles conditions de température et d'humidité,
- adaptation des cultures sur la base de la diversité génétique existante et des nouvelles possibilités offertes par les biotechnologies,
- amélioration de l'efficacité des mesures de lutte contre les organismes nuisibles et les maladies, par exemple grâce à une meilleure surveillance, à la rotation de cultures diversifiées ou à l'application de méthodes de lutte intégrée contre les organismes nuisibles,
- utilisation plus raisonnée de l'eau grâce à la réduction des pertes d'eau, à l'amélioration des pratiques d'irrigation et au recyclage ou au stockage de l'eau,

- amélioration de la gestion des sols par un renforcement de la capacité de rétention d'eau dans le but de conserver l'humidité du sol, ainsi que la gestion des paysages (maintien des particularités topographiques fournissant un abri au cheptel),

Les agriculteurs ont su aussi adopter, de façon délibérée, des pratiques visant à réduire les effets des aléas climatiques. Parmi elles, on peut citer la pratique du semis précoce et l'utilisation de variétés à cycle court, qui permettent de faire coïncider au mieux le cycle de la culture avec la saison des pluies, et de réduire ainsi la période de stress hydrique en fin de cycle.

Du reste, les paysans développent l'association des cultures avec des innovations visant à renforcer ou restaurer la capacité de production des terres et réduire ainsi les effets des aléas pluviométriques. Parmi ces innovations il faut noter la protection des rejets arbustifs dans les champs. Face à la variabilité climatique, certains paysans s'investissent à l'extension et à la recherche des terres cultivables et fertiles dans l'Alibori.

3.9.2. Stratégies liées à la recherche de la diversité

Elle concerne le matériel végétal utilisé. Là où la pression foncière n'est pas encore très forte, elle conduit les agriculteurs à répartir leurs cultures sur différents terrains afin d'investir préférentiellement leur force de travail sur les parcelles où la répartition spatiale des pluies fait espérer le meilleur rendement.

Au cours de cette étude et à travers des focus group réalisés avec les paysans, il a été constaté qu'il existe une synergie entre les agriculteurs et les éleveurs. L'élevage permet d'exploiter des terrains non cultivés, de valoriser les sous-produits des cultures et de diversifier les revenus. Aussi la décapitalisation du cheptel en période de sécheresse ne doit pas être considérée comme un phénomène trop inquiétant si ce cheptel se reconstitue une fois la sécheresse passée.

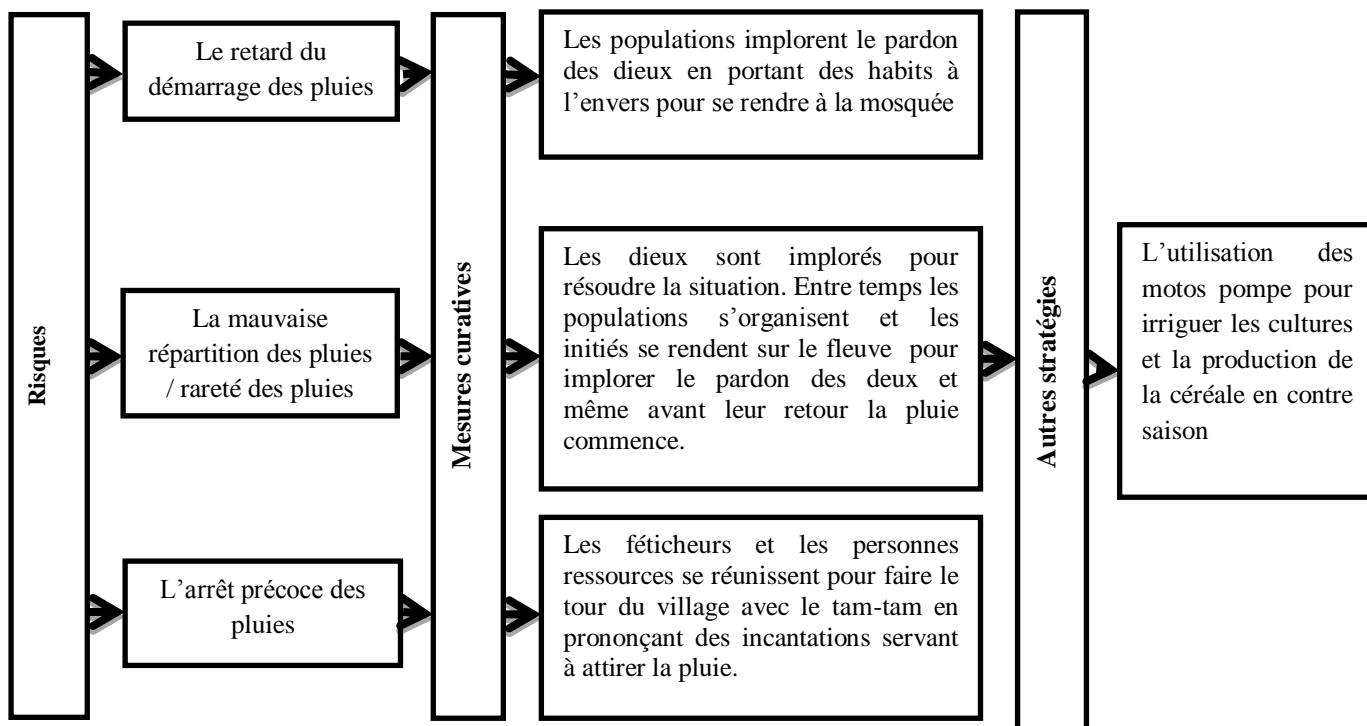
La sécheresse entraîne la délocalisation des cultures soit vers des terroirs plus aptes à valoriser les pluies soit vers les zones où s'accumulent les eaux de ruissellement, les bas-fonds. Quant aux déplacements des troupeaux, ils sont un moyen essentiel d'adaptation de la conduite des animaux à la fluctuation des ressources en eau et en fourrage. La sécheresse accroît cette mobilité et en modifie les rythmes et les itinéraires au risque, comme lors de la grande sécheresse de 1982-1984, d'inciter les éleveurs transhumants à conduire leurs troupeaux trop au Sud.

À cette migration saisonnière viennent s'ajouter les migrations lointaines et prolongées en dehors du pays d'origine. Ces migrations posent des problèmes notamment du point de vue foncier. On peut s'attendre à ce qu'elles se poursuivent et se développent avec l'accentuation du changement climatique.

Par ailleurs, il faut noter que le stockage de récoltes a été pendant longtemps une stratégie de base pour réduire les effets des risques climatiques.

La figure 9 présente de mesures et stratégies endogènes évoqués par les paysans dans l'Alibori en fonction des risques.

Figure 9: Stratégies endogènes évoquées par les paysans dans l'Alibori en fonction des risques aux changements climatiques Saïd K. HOUNKPONOU (2011)



4. Discussions

La plupart des pays de l'Afrique subsaharienne sont particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique à cause de sa dépendance à l'égard des rendements de l'agriculture sous pluie, de la pauvreté et du manque de capacités (OGOUIWALE, 2006). Les effets du changement climatique, réduction de la production agricole, détérioration de la sécurité alimentaire, incidence accrue des inondations et de la sécheresse, propagation des maladies et augmentation du risque de conflits en raison de la raréfaction des terres et de l'eau sont d'ores et déjà évidents dans un monde en proie au dérèglement climatique.

En effet, à l'échelle ouest africain et au Bénin, le département de l'Alibori a comme, depuis la fin des années 1970 une variabilité pluviométrique de tendance à la normale et qui a duré plus de vingt (20) ans. Cette évolution s'observe encore dans les séries de données utilisées collectées après 1990 et ceci, en dépit d'une timide tendance à la normale. Il s'agit d'un événement exceptionnel tant par l'ampleur du déficit pluviométrique, que par ses impacts sur l'hydrologie et sur les actions humaines (VISSIN, 2007).

Ainsi, plusieurs travaux portant sur l'étude de la variabilité climatique du domaine tropical africain ont montré qu'une « péjoration climatique » est intervenue sur le nord du Bénin à partir de la fin des années soixante (HOUNDÉNOU et HERMANDEZ, 1998; HOUNDÉNOU *et al.*, 2003). Cette péjoration a été notamment marquée par une réduction de la durée et de l'intensité de la saison humide et par des « ruptures » pluviométriques

répétées qui ont affecté la production agricole et induit d'importantes mutations socio-économiques auxquelles les populations ont développé des stratégies d'adaptation. Les résultats de ces différents travaux sont en harmonies et corroborent avec ceux observés par cette étude qui montrent que les fluctuations pluviométriques sont à la base des modifications observées au cours de ces dernières décennies sur le régime hydrologique du bassin béninois du Niger dans la Sota et Alibori (Le BARBÉ et LEBEL *et al.*, 2000, VISSIN, 2007). Ces différents constats montrent également que les données utilisées ne sont pas également loin des données utilisées par ces différents auteurs malgré les lacunes constatées dans les séries pluviométriques et hydrologiques.

Cette étude a également montré que les populations ont su aussi adopter, de façon délibérée, des pratiques visant à réduire les effets des aléas climatiques. Parmi elles, on peut citer la pratique du semis précoce et l'utilisation de variétés à cycle court, qui permettent de faire coïncider au mieux le cycle de la culture avec la saison des pluies, et de réduire ainsi la période de stress hydrique en fin de cycle

Conclusion

Cette étude a permis de ressasser les effets pervers des changements climatiques sur les ressources naturelles dont les ressources en eau du département de l'Alibori qui contraints tout l'écosystème à une vulnérabilité sans pareil. Des initiatives existent à travers le secteur d'étude en matière d'adaptation en vue de réduire la vulnérabilité aux effets néfastes de variabilité et changement climatiques actuel ou futur. Une synergie multi-acteurs s'impose donc pour les mesures d'atténuation et d'adaptation afin de gérer de façon durable les ressources naturelles et de restaurer progressivement l'environnement.

Références bibliographiques

- FEENSTRA, J.F., BURTON, I., SMITH, J.B., and Tol, R.S.J. (Eds.). (1998). Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Nairobi and Amsterdam: UNEP and Institute for Environmental Studies/Vrije Universiteit.
- GREMY F., SALMON D. (1969). Bases statistiques pour la recherche médicale et biologique, Dunod 1 vol., 424 pages, 104 figures
- HERNANDEZ K. HOUNDENOU C. et HOUSSOU S.C. (1998). Variabilité pluviométrique et stratégies paysannes au nord du Bénin, In publications de l'AIC, vol. 11, pp. 185-192.
- HOUNDENOU C., PERARD J. (2003). Variabilité Pluvieuse et Mutations Socio-Economiques dans le Sud du Bénin en Afrique de l'Ouest, In L'Homme et l'Environnement : Histoire des grandes peurs et géographie des Catastrophes, dépôt légal, 3ème trimestre, (France), pp. 187 -200
- HOUNKPONOU S. K. (2011). Renforcement des connaissances économiques et de la capacité d'adaptation face aux changements climatiques au Bénin, Centre de recherches pour le développement international
- KODJA D. J., VISSIN E.W., AMOUSSOU E. (2012). Prévisibilité des hautes eaux avec le modèle conceptuel GR2M dans le bassin-versant du zou au benin (Afrique l'ouest), in les

climats régionaux : observation et modélisation, Actes du XXV^{ème} colloque de l'association internationale de climatologie, Grenoble

- LE BARBE L., ALE G., MILLET B., TEXIER H., BOREL Y. (1993). Monographie des ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. Paris, ORSTOM, 540 pages.
- LE BARBE, L., LEBEL, T. (1997). Rainfall climatology of the Hapex-Sahel region during the years 1950–1990. *J. Hydrol.* 188/189, 43–73.
- LEBEL, T., F. DELCLAUX, L. LE BARBE and POLCHER J., (2000). From GCM scales to hydrological scales : rainfall variability in West Africa. *Stochastic Environ. Research and Risk Assessment* (14) 275-295.
- MEPN (2008). Programme d'Action national d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin (PANA BENIN).
- OGOUIWALE E. (2006). Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 302 p.
- OLIVRY J. C., (1993). Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale. In *l'eau, la terre et les hommes, hommage à René Frécaut* Ed. Presses Universitaires de Nancy, pp. 181-190.
- POFAGI K. M. et TONOUEWA A. (2001). Renversement de la tendance à la dégradation des terres et des eaux dans le bassin béninois du fleuve Niger. PNUD.
- SERVAT E., PATUREL J.E., LUBES-NIEL H., KOUAME B., MASSON J.M., TRAVAGLIO M., MARIEU B., (1999). De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale. *Revue des sciences de l'eau*, vol. 12, n° 2, pp. 363-387.
- TOTIN V. S. H. (2012). Analyse de l'existant en matière de systèmes d'alerte et de produits de vigilance face aux risques climatiques en Afrique Subsaharienne, 221 pages
- VISSIN E. W. (2007). Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, 267 p. + annexe.
- VISSIN E. W., (2001). Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. Mémoire de DEA, CRC/Université de Bourgogne, Dijon, France, 52 pages