



UNIVERSITE D'ABOMEY-CALVI
(UAC)



Faculté des Lettres, Langues Arts et Communication
(FLLAC)

"ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE "ESPACES, CULTURES ET
DEVELOPPEMENT"

DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (DEA)

Option :

GEOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT ET AMENAGEMENT DE L'ESPACE

**IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES
INONDATIONS DANS LA BASSE VALLEE DU FLEUVE MONO
(COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO)**



Présenté par :
Akim A. YESSOUFOU

Sous la direction du :
Professeur Placide CLEDJO
Maître de Conférences à l'Université d'Abomey Calavi

Président : Professeur TENTE Brice, Maître de Conférences (UAC-Benin)
Rapporteur : Professeur Placide CLEDJO, Maître de Conférences (UAC-Benin)
Examineur : Professeur Euloge OGOUWALE, Maître de Conférences (UAC-Benin)

Mention : Très bien

Soutenu le Vendredi 13 février 2015

Sommaire

DEDICACE	2
REMERCIEMENTS	3
SIGLES ET ACRONYMES	4
RESUME/ABSTRACT	5
INTRODUCTION	6
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE	8
1.1. CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	8
1.1.1. PROBLEMATIQUE	8
1.1.2. CLARIFICATIONS DES CONCEPTS	11
1.1.3. REVUE DE LITTERATURE.....	16
1.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE	19
1.2.1. NATURE, SOURCE ET QUALITE DES DONNEES	19
1.2.2. QUALITE DES DONNEES UTILISEES	20
1.2.3. OUTILS ET TECHNIQUES DE COLLECTE	21
1.2.4. METHODES DE TRAITEMENTS DES DONNEES ET INFORMATIONS	25
CHAPITRE II : CADRE GÉOGRAPHIQUE ET FACTEURS DÉTERMINANTS DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLÉE DU FLEUVE MONO	28
2.1. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	28
2.1.1. PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE.....	28
2.1.2. DYNAMIQUES HUMAINE ET SOCIO-ECONOMIQUE	37
2.2. FACTEURS DETERMINANTS DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLEE DU FLEUVE MONO	38
2.2.1. LES FACTEURS NATURELS DES INONDATIONS.....	39
2.2.2. LES FACTEURS ANTHROPIQUES	46
2.2.3. LA CONSTRUCTION DU BARRAGE HYDROELECTRIQUE DE NANGBETO	52
CHAPITRE III : ANALYSE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS ET MESSURES DE PROTECTION DURABLE	56
3.1. ANALYSE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS	56
3.1.1. IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DES INONDATIONS	56
3.1.2. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS	68
3.2. LES STRATEGIES DE MAITRISE DES INONDATIONS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU FLEUVE MONO	71
3.2.1. LES MESURES DE MAITRISE DES EAUX DE CRUE DANS LE BASSIN	72
3.2.2. L'OCCUPATION DU SOL ET GESTION EFFICIENTE DES LACHEES D'EAU DU BARRAGE	75
3.2.3. LES MESURES DE PROTECTION CIVILE	77
3.3. SUGGESTIONS A L'ENDROIT DES POUVOIRS PUBLICS	78
3.3.1. SUGGESTIONS A L'ENDROIT DE L'ÉTAT	78
3.3.2. SUGGESTIONS AUX AUTORITES COMMUNALES	79
CONCLUSION	81
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	85
ANNEXES	93
TABLE DES MATIERES	99

Dédicace

Je dédie le présent mémoire à

mes enfants Fadel et Faouziath et mon épouse Edith LISBOA

Remerciements

C'est le lieu de témoigner avec respect nos profondes gratitudees à toutes les personnes qui se sont remarquablement investies d'une manière ou d'une autre pour la réussite de cette étude.

Toute notre gratitude à notre Directeur de mémoire, le Professeur Placide CLEDJO, pour avoir accepté diriger ce travail nonobstant ses multiples occupations.

Nos remerciements vont spécialement à l'endroit du Professeur Brice TENTE, pour n'avoir ménagé aucun effort pour nous apporter ses contributions, ses appuis techniques et scientifiques à la réalisation de ce travail. Votre aide et disponibilité permanente tout au long de ce travail malgré vos occupations nous ont été d'une grande utilité. L'aboutissement de cette étude est le fruit de vos efforts.

Que mes parents, sœurs et amis découvrent à travers ce ce travail le fruit de leurs efforts et soutiens sans cesse renouvelés de jour comme de nuit.

Hommage à tous les enseignants de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de la FLASH/UAC pour toutes les peines consenties dans le cadre de notre formation.

Sigles et acronymes

ABE : Agence Béninoise pour l'Environnement

ANCB : Association Nationale des Communes du Bénin

ANPC : Agence Nationale pour la Protection Civile

ASECNA: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne

CARDER : Centre d'Action Régional pour le Développement Rural

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques

CEB : Communauté Electrique du Bénin

CeCPA : Centre Communal de Production Agricole

DG Eau : Direction Générale de l'Eau

ENAM : Ecole Nationale d'Administration et de Magistrature

FCFA : Franc de la Communauté Financière d'Afrique

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

FLASH : Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

FSA : Faculté des Sciences Agronomiques

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IITA : Institut International d'Agriculture Tropicale

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

MEHU : Ministère de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme

MEPN : Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PDC : Plan de Développement Communal

PEIR : Pression Etat Impacts Réponses

PUGEMU : Projet d'Urgence de Gestion Environnementale en Milieu Urbain

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

Résumé/Abstract

Les inondations enregistrées cette dernière décennie dans le bassin du fleuve Mono nécessitent une analyse des impacts socio-économiques et environnementaux dans les communes d'Athiémé et de Grand-Popo afin d'en appréhender les contraintes sur le développement humain durable. La croissance démographique dans les zones menacées d'inondation, associée au changement climatique, augmente les risques de catastrophes liées à l'eau. La démarche méthodologique a consisté à l'observation, à la collecte des données dans les centres de documentation, auprès des structures techniques, et de la population.

Les résultats révèlent une vulnérabilité croissante des personnes et des biens. En effet, les facteurs naturels déterminants des inondations que sont la géomorphologie et la pédologie, la pluviométrie, l'hydrographie, le couvert végétal du bassin du Mono subissent soit des pressions anthropiques soit des perturbations climatiques. Ainsi, l'accroissement de 46,73 % de la population des deux communes entre 1979 et 2013 a engendré de nouveaux besoins en espaces agricoles, en logements, en bois-énergie et en bois d'œuvre avec pour conséquences la régression inquiétante de certaines unités d'occupation du sol au profit d'autres.

Face aux importants dégâts enregistrés et attendus dans les secteurs tributaires de l'existence humaine, la réduction de la vulnérabilité des populations exige des pouvoirs publics partageant le bassin, l'adoption des mesures de protection structurale suivant les orientations d'un schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin.

Mots clés : inondation, changement climatique, bassin du fleuve Mono, vulnérabilité, communes d'Athiémé et de Grand-Popo.

Abstract: Socio-economic and Environmental Impacts of Floods in the Lower Valley of Mono River (Municipalities of Athiémé and Grand-Popo)

The floods recorded this decade in the Mono river basin require an analysis of the socio-economic and environmental impacts in the municipalities of Athiémé and Grand-Popo in order to understand the constraints on sustainable human development. Population growth in areas under threat of flooding, associated with climate change, increases the risk of water-related disasters. The methodological approach consisted of the observation and data collection in documentation centres, in technical structures and among the population.

The results indicate a growing vulnerability of people and goods. Indeed, the natural determining factors of floods that are the geomorphology and pedology, rainfall, hydrography, vegetation cover of the Mono basin undergo either anthropogenic pressures or climatic disturbances. Thus, the 46.73% of increase of the population of the two municipalities between 1979 and 2013 has created new needs for agricultural lands, housing, energy wood and timber with as a consequence the alarming regression of certain land occupation units for the benefit of others.

In the face of the significant damage recorded and expected in the sectors dependent on human existence, the reduction of populations' vulnerability requires from the public authorities sharing the basin, the adoption of structural protection measures according to the guidelines of a master plan of development and management of the waters of the basin.

Key words: flood, climate change, Mono river basin, vulnerability, municipalities of Athiémé and Grand-Popo.

INTRODUCTION

La récurrence des évènements hydroclimatiques n'épargne aujourd'hui aucune région de la planète. Elle ne cesse de susciter la curiosité scientifique d'une panoplie de chercheurs dont les résultats montrent que beaucoup de personnes ignorent qu'ils vivent dans un environnement vulnérable aux aléas climatiques (MEHU, 2003 ; FIDA, 2008).

Les crues des différents cours d'eau continentaux occupent une place de choix parmi les calamités de la planète. Dans les pays développés comme dans ceux du Tiers Monde, ces dernières sont des phénomènes éprouvant pour les populations installées dans les plaines d'inondation des cours d'eau à cause des nombreux dégâts qu'elles engendrent (Berton, 1988).

Les écoulements dans les lits fluviaux tropicaux se font parfois sous forme de crues et sont liés aux averses, qui peuvent représenter une part importante des précipitations annuelles (Frécaut et Pagney, 1983).

Au Bénin, en plus des effets pervers de la forte anthropisation sur les écosystèmes naturels, les risques hydroclimatiques constituent l'une des principales calamités naturelles liées aux évènements climatiques (Amoussou, 2005). Ils se caractérisent par une forte irrégularité interannuelle dans leur abondance comme dans leur répartition spatiale. Les régimes fluviaux enregistrent des variations interannuelles très sensibles avec pour corollaire les inondations des lits (Amoussou, 2010).

Les inondations constituent une menace susceptible de provoquer des pertes en vies humaines et le déplacement des populations, de nuire à l'environnement, de compromettre gravement le développement économique et de saper les activités économiques de toute une communauté. Le continent africain en général et le Bénin en particulier connaît une vulnérabilité sans cesse croissante du fait de l'importance des inondations et surtout de leurs dégâts. Le Bénin a enregistré en 2010, cinquante cinq (55) communes touchées sur les soixante dix sept (77) que compte le pays et six cent quatre vingt mille (680.000) sinistrés (Kougbè, 2011).

Houndénou *et al.* (2011) avaient signalé que les populations pauvres sont souvent les plus touchées, puisqu'elles ne vivent que dans les zones les plus vulnérables et ont une faible capacité d'adaptation. En effet, ces dernières années, le fleuve Mono, principal cours d'eau traversant les communes d'Athiémé et de Grand-Popo déborde presque tous les ans, provoquant des inondations aux ampleurs de plus en plus catastrophiques. Les causes de cette situation nourrissent une polémique où les populations identifient le barrage de Nangbéto comme principal cause des inondations. Quant aux chercheurs, bien que n'occultant pas cette thèse, ils ajoutent les améliorations pluviométriques exacerbées par les incertitudes des changements climatiques. Pour Kougbè (2011), cette situation, du fait de ses impacts observés et attendus sur les systèmes naturels, économiques et humains, pose des défis scientifiques, technologiques et politiques à l'humanité toute entière. S'inscrivant dans la même dynamique, cette recherche se propose de mettre en évidence ces défis pour ce qui concerne les communes d'Athiémé et de Grand-Popo à travers l'analyse des impacts socio-économiques et environnementaux des inondations.

Le présent document est structuré en trois chapitres:

- le premier chapitre est consacré au cadre théorique et à l'approche méthodologique de l'étude ;
- le deuxième chapitre, présente le cadre géographique de l'étude et les facteurs déterminants des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono ;
- le dernier chapitre analyse les impacts de ces phénomènes sur l'environnement et les activités socioéconomiques, et propose des mesures de protection durable afin de mieux prévenir et minimiser les dégâts de ces inondations sur l'existence humaine.

CHAPITRE I :

CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

Dans ce chapitre, il est question de présenter le cadre théorique et l'approche méthodologique de l'étude. Le premier rassemble la problématique, les objectifs fixés, les hypothèses de recherche, la revue de littérature et la clarification des concepts tandis que le second indique entre autres, les différents outils et techniques de collecte des données ainsi que les méthodes de traitement.

1.1. Cadre théorique de l'étude

1.1.1. Problématique

Depuis une dizaine de décennies, l'Afrique Subsaharienne est en proie à une variabilité spatio-temporelle des régimes pluvio-hydrologiques avec l'absence d'un contraste thermique entre les saisons marquées par les précipitations qui rythment la saisonnalité du climat (Houndénou, 1999).

Selon le GIEC (2007), ces variations se manifestent par la multiplication des événements climatiques. Les évènements observés au niveau des grands fleuves constituent l'une des principales calamités naturelles liées au climat et plus spécifiquement aux précipitations (Donou, 2007).

La forte fréquence des évènements pluviométriques de ces trois dernières décennies en Afrique de l'Ouest influe sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eaux, limite la mise en valeur efficiente de leurs potentialités pour l'agriculture (Ahouansou, 2011).

Au Bénin, les contraintes climatiques se manifestent par une forte irrégularité des précipitations interannuelles tant dans leur ampleur que dans leur répartition. Ceci entraîne au niveau des régimes fluviaux, des variations interannuelles très sensibles (Boko, 1988). Bon nombre d'études ont été réalisées sur l'impact de la variation pluviométrique sur l'écoulement des cours d'eaux (Gbatcho, 1992 ; Vissin, 1998 et 2001 ; Le Lay, 2002; Gnélé, 2004 ; Boko, 1988), etc. Mais la

plupart de ces études ont occulté les relations entre les précipitations et les crues des fleuves, les intégrant dans la variabilité générale des écoulements. Or, les crues constituent l'une des facettes de cette variation du régime hydrologique (Frécaut et Pagney, 1983). Ainsi, les inondations dans le Sud-ouest du Bénin sont dues au débordement, des eaux du fleuve Mono suite à de fortes pluies et complétées par les eaux du septentrion d'une part ; elles sont dues aux lâchées périodiques du barrage de Nangbéto par les responsables du barrage, d'autre part (Sossou, 2013). Les localités riveraines du fleuve Mono sont les plus affectées par ces lâchées d'eau. Parmi les catastrophes naturelles, l'inondation constitue la calamité la plus répandue (Mazet, 2000). Elle constitue la deuxième catastrophe naturelle après les tempêtes. Ce phénomène devient de plus en plus récurrent au Bénin et particulièrement dans la commune d'Athiémè (Mazet, 2000).

Par ailleurs, les crues du Fleuve Mono, à chaque fois qu'elles surviennent, occasionnent des pertes en vies humaines et la désolation dans les foyers (Sossou ; 2013). Ainsi des milliers d'hectares de cultures vivrières et de rentes sont complètement emportés, de nombreux sans abris sont observés, des villages complètement coupés en deux, des infrastructures routières endommagées, des écoles et les centres de santé inondés, des points d'eau potable inaccessibles, des cas de décès par noyade (Ahouansou, 2011). L'eau dévaste tout sur son passage, des maladies hydriques et la famine surviennent (Caritas-BENIN, 2009). Les crues sont cycliques dans le milieu d'étude, avec une périodicité de plus en plus capricieuse. Celles des années 1940 à 1960 sont restées tristement impressionnantes. Les impacts considérables des inondations représentent un véritable frein au développement social, économique et culturel du pays (Capo-Chichi, 2009).

Ces effets observés, que ce soit à moyen ou à long terme, sont pareils en période d'inondation dans les communes d'Athiémé et de Grand-Popo. Ainsi, il importe de s'interroger sur les aspects suivants du phénomène dans le milieu d'étude.

Quels sont les facteurs déterminants des inondations dans le bassin du fleuve Mono ?

Quels sont les impacts socio-économiques et environnementaux des inondations dans les communes d’Athiémé et de Grand-Popo ?

Quelles sont les stratégies de maîtrise des inondations dans le bassin du fleuve Mono en général et dans les communes d’Athiémé et de Grand-Popo en particulier ?

Ces différentes questions de recherche suscitent les hypothèses suivantes.

1.1.1.1. Hypothèses de recherche

Les hypothèses de cette recherche se libellent comme suit :

- plusieurs facteurs naturels et anthropiques favorisent les inondations dans le bassin hydrographique du fleuve Mono ;
- les inondations causent d’importants dégâts sur les plans socio-économiques et environnementaux dans la basse vallée du fleuve Mono en l’occurrence dans les communes d’Athiémé et de Grand-Popo.
- la maîtrise des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono exige le développement des stratégies de gestion durable des ressources en eau du bassin.

De ces hypothèses découlent les objectifs suivants.

1.1.1.2. Objectifs de l’étude

L’objectif global de cette étude est d’analyser dans une perspective de gestion durable des ressources en eau, les impacts socio-économiques et environnementaux des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono. Il s’agit spécifiquement de :

- identifier les facteurs déterminants des inondations dans le bassin hydrographique du fleuve Mono ;
- analyser les impacts socio-économiques et environnementaux des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono et particulièrement dans les communes d’Athiémé et de Grand-Popo ;
- proposer des stratégies de maîtrise des inondations dans le bassin hydrographique transfrontalier du fleuve Mono en général et dans les communes d’Athiémé et de Grand-Popo en particulier.

1.1.2. Clarifications des concepts

Pour de nombreux termes, la définition donnée est celle généralement utilisée dans le contexte des changements climatiques et en particulier par le GIEC ou la CCNUCC. Ces termes sont utilisés dans ce mémoire afin de garder le caractère des normes conventionnelles du vocabulaire à des fins de comparaison et de similitude.

Événements pluviométriques extrêmes

Les événements pluviométriques extrêmes sont des manifestations pluvieuses correspondant aux 10 percentiles supérieurs et inférieurs de pluie (GIEC, 2001). Mais dans cette étude, seuls les événements correspondant aux 10 percentiles supérieurs ont été considérés. Ce choix est motivé par le fait que les risques climatiques au niveau du fleuve Mono et dans delta de l’Ouémé sont beaucoup plus le fait des précipitations maximales. Ces dernières sont, pour la plupart du temps, le facteur essentiel des inondations et de la destruction des champs dans le delta. Ces événements climatiques extrêmes sont des manifestations, des faits de nature inhabituelle qui surviennent dans la dynamique du climat et qui pour la plupart surprennent les populations (Donou, 2009). Ils sont compris ici comme des inondations.

Facteurs naturels

C’est l’ensemble des éléments du milieu naturel contribuant à un résultat (Larousse, 2009). Selon Assogba (2011), c’est l’ensemble des composantes naturelles (pluviométrie, reliefs, types de sols, etc.) qui favorisent la survenue des inondations dans la ville de Cotonou. Dans la présente étude, l’expression désigne l’ensemble des composantes naturelles (pluviométrie, reliefs, types de sols, etc.) qui favorisent la survenue des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono.

Facteurs anthropiques

Il s’agit des causes des inondations dues à l’activité humaine (Tipounou, 2008). Ce sont également les éléments humains qui conditionnent un résultat. Dans la présente étude, l’expression désigne, les pratiques peu responsables, les habitudes

ou comportements des populations, qui accentuent le phénomène des inondations dans le bassin du fleuve Mono, à savoir : l'occupation des secteurs marécageux ou des exutoires naturels, non entretien des ouvrages d'assainissement et certains comportements peu responsables de la part des autorités.

Risque

Dans le langage courant, le risque est «un danger éventuel plus ou moins prévisible» (Petit Robert, 1996) ou «un danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé» (Petit Larousse, 1997). La définition scientifique du risque inclut une double dimension notamment celle des aléas et celle des pertes, toutes deux probabilisées. En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : le niveau de danger (probabilité d'occurrence d'un événement donné et intensité de l'aléa); et la gravité des effets ou des conséquences de l'événement supposé pouvoir se produire sur les enjeux.

Impact

Selon le dictionnaire *Petit Larousse* (2008), c'est « l'effet produit par quelque chose, répercussions d'un phénomène sur quelque chose ».

Selon *Orékan* (2000), l'impact est « une perturbation engendrée par une action sur les composantes d'un milieu. C'est aussi l'effet produit par quelque chose, l'influence qui en résulte. L'étude d'impact quant à elle, c'est l'étude qui précède ou accompagne les travaux, et qui s'intéresse à leur conséquences sur l'environnement ». Ce sont les impacts environnementaux des inondations et de la sécheresse qui sont étudiés dans ce mémoire, en vue de réduire les impacts néfastes.

Inondation

Une inondation, selon le dictionnaire *Le Petit Larousse* (2009), est une « submersion, lors d'une crue, des terrains avoisinants le lit d'un cours d'eau ». Cette définition est élargie aux eaux de drainage par le *Glossaire International d'Hydrologie de l'OMM et de l'UNESCO* qui définit l'inondation comme une « submersion par l'eau débordant du lit normal d'un cours d'eau ou d'autres surfaces d'eau, ou accumulation d'eau provenant de drainages, sur des zones qui

ne sont pas normalement submergées ». Le terme est souvent étendu aux débordements d'ouvrages artificiels tels que retenues ou réseaux d'assainissement. Les inondations se produisent lorsque le débit des rivières ou des cours d'eau dépasse une certaine valeur, liée aux conditions topographiques d'écoulement. Elle correspond au débordement des cours d'eau, le plus souvent en période de hautes eaux, qui submerge les terrains voisins (OMM, 2006). C'est un étalement sur une zone qui n'est pas normalement submergée, des eaux ayant débordé des berges d'un cours d'eau (Miller, 1997). Elle désigne dans le cadre de cette recherche, le stade d'une crue où le fleuve sort de son lit majeur et envahit les zones basses environnantes (vallée, plaine).

Crue

Selon Strabon (1987) : les crues sont « des écoulements relativement forts d'un système fluvial mesurés par la hauteur d'eau ou le débit. C'est le gonflement au-dessus du débit normal des eaux d'un cours d'eau à la suite de précipitation atmosphériques ». Pour Miller (1997), c'est la montée des eaux relativement importante, qu'on la mesure en niveau ou en débit.

Selon Guilcher (1979), « les crues ne doivent pas être confondues avec les hautes eaux moyennes : plus complètes, ce sont des phénomènes hors-série. C'est par un abus de langage qu'on a l'habitude de parler de crue annuelle, car cette « crue annuelle » consiste en hautes eaux se répétant périodiquement. Une crue se définit par différents critères : sa genèse, sa durée, sa fréquence, son « débit de pointe », son volume. Ainsi elle est quinquennale, décennale, centennale ou millénaire. Dans le cadre de cette étude, elle désigne une brusque augmentation du débit d'un cours d'eau.

Changement climatique

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) définit le changement climatique comme : « les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes, généralement pendant des

décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou des mécanismes de forçages externes, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou l'affectation des terres ».

La Convention cadre des Nations Unies sur le Changement climatique (CCNUCC) définit les changements climatiques comme étant « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables » (ONU, 1992).

Les changements climatiques correspondent à une modification durable (de la décennie au million d'années) des paramètres statistiques (paramètres moyens, variabilité) du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux (Colin, 2003). Selon Ogouwalé (2001), les changements climatiques se définissent comme une modification de paramètres climatiques qui est attribuée directement ou indirectement aux activités anthropiques altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. C'est cette dernière clarification qui a été adoptée dans le cadre de cette recherche.

Bassin versant

Brunet, *al.* (1992) définissent le bassin versant comme toute étendue qui est en amont d'une station de mesure et dont les eaux « versent » en ce point. Selon George et Verger (1996), un bassin versant, encore appelé bassin hydrologique ou bassin de drainage, est « l'espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui. Le bassin versant a pour axe un cours d'eau principal et pour limite, la ligne de partage des eaux le séparant des bassins adjacents ».

De ces deux définitions, un bassin versant ou bassin de drainage d'une rivière en un point de l'ensemble du territoire, est drainé par un cours d'eau principal et ses tributaires. Les eaux souterraines, qui alimentent les cours d'eau durant les

périodes d'étiage, font partie intégrante du bassin versant au même titre que les eaux de surface et les zones humides.

Ainsi, le bassin du fleuve Mono à Athiémé et à Grand-Popo désigne toute l'étendue de terrain drainé par le fleuve Mono et ses affluents, situés en amont de la station hydrométrique d'Athiémé (DGE, 2003).

Environnement

Selon Goffin (1976) cité par Orékan (2000) l'environnement est « le système dynamique défini par les interactions physiques, biologiques et culturelles perçues ou non entre l'homme, les autres êtres vivants et tous les éléments du milieu, qu'ils soient naturels, transformés ou créés par l'homme ». L'environnement est défini comme « l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins » ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines voir l'article Environnement (homonymie) ». Pour assurer ses besoins essentiels, l'homme utilise les ressources de l'environnement dans lequel il vit. La satisfaction de ces besoins est cependant source de dégradation de cet environnement. Lebel (2003) observe que « les pauvres détruisent leur environnement non pas toujours par ignorance, mais par besoin de survie... ». Les échanges entre l'individu et son environnement ne sont donc pas sans impacts. L'une de ces conséquences est la mauvaise répartition des pluies dans l'année. En effet, l'environnement dégradé (pollution de l'eau et de l'air, dégradation des sols... destruction des forêts ... ou le bruit) joue un rôle très crucial dans la santé de l'être humain. Ainsi, l'environnement dans les communes d'Athiémé et de Grand-Popo est très impacté par les effets anthropiques ou naturels surtout par les inondations et sécheresses qui surviennent régulièrement dans cette zone.

Stratégies de prévention

Elles désignent l'ensemble des outils ou capacité dont dispose un système, une communauté et un individu à s'adapter aux effets d'un évènement potentiellement

dangereux. Pour Winograd (2006), ces moyens d'adaptation dépendent essentiellement des ressources économiques, sociales et humaines d'une société. Les stratégies de prévention renvoient également au mot « mitigation » qui, selon le Dictionnaire Robert (2007) est le fait de mitiger, d'agir sur un système afin de diminuer le degré de vulnérabilité des éléments constitutifs de ce système.

Dans le cadre de cette recherche, ces stratégies de prévention s'entendent des différentes mesures à mettre en œuvre par les pouvoirs publics tant locaux que nationaux pour prémunir les populations du bassin et leurs biens économiques contre les inondations.

1.1.3. Revue de littérature

La recherche scientifique sur l'eau et les catastrophes continue de mobiliser plusieurs chercheurs de l'humanité surtout dans le contexte des changements climatiques. Différents auteurs se sont efforcés pour soit apporter des explications aux catastrophes liées à l'eau, soit indiquer les causes, soit apprécier l'ampleur des dégâts, soit proposer des mesures d'adaptation et de gestion durable.

L'eau est nécessaire à la vie. Tout ce qui vit dépend de l'eau. Celle-ci, depuis l'époque des premiers établissements humains, fixe la base économique de la plupart des sociétés. Cependant, la force d'une eau excessive ou non maîtrisée ou son intrusion dans les zones réservées à d'autres usages représente une menace pour le mode de vie et le bien être social des populations (Miller, 2007). L'eau est également une menace pour la vie. L'apparition de conditions météorologiques extrêmes de plus en plus fréquentes augmente les risques de catastrophes liées à l'eau, tant sur le plan de la fréquence que celui de la gravité. Les pertes en vies humaines et en dommages matériels ne sont que certains des effets néfastes de ces catastrophes liées à l'eau (Han Seung-soo KBE, 2009).

L'inondation, une des catastrophes liées à l'eau est tributaire de plusieurs facteurs tant naturels qu'anthropiques. Pour Allagbé (2005), les facteurs d'inondation sont d'ordre naturel, topographique, pluviométrique et anthropique. Dans le même sens, Capo (2008) identifie trois causes principales des inondations dans la ville de Cotonou à savoir : l'abondance des précipitations en saison pluvieuse, les

débordements des cours et plans d'eau (le fleuve Ouémé et le lac Nokoué) et la stagnation des eaux dans la ville. Selon Assogba (2011), les conditions pédo-géomorphologique, hydrologique et la pluviométrie de Cotonou sont les principaux facteurs naturels responsables des inondations dans la ville. Ils ont une influence de 85,32 % dans l'ampleur et la fréquence de survenance des inondations, selon l'auteur. Kouton (2011) quant à lui, identifie le mode d'occupation du sol dans la ville de Cotonou et la structure géomorphologique de son sol comme les principales causes des inondations à Cotonou. Djrèkpo (1998) s'inscrit dans cette dynamique et précise que l'occupation spontanée et anarchique des marécages est l'une des causes évidentes des inondations en ce sens que les remblais [avec les ordures ménagères et autres déchets solides] effectués dans le cadre de l'occupation empêchent l'écoulement des eaux selon les axes naturels que sont notamment les dépressions. En outre, le volume d'eau refoulé par les remblais ne disparaît pas ; ce volume demeure tandis que la capacité des bassins se réduit sous l'effet des mêmes remblais. L'eau refoulée s'excave alors, reflue sur d'autres berges en s'étalant.

Ainsi, la vulnérabilité des établissements humains aux évènements pluviométriques extrêmes, dans la partie méridionale du Bénin, est fonction : de l'intensité et/ou de la fréquence de l'évènement ; du site, c'est-à-dire de la position géographique, de la nature du sol et de sa capacité de rétention ; du type d'habitation et de la qualité des matériaux de construction (Houndakinnou et *al*, 2006). Agbèti (2009), en ce qui le concerne, a montré que l'étendue et l'ampleur des dégâts causés par les inondations dans la commune de Grand-Popo, ne cessent d'augmenter d'une situation à une autre avec d'importants dégâts touchant les exploitants agricoles, les animaux, les habitations, les écoles, les routes et rues, les poteaux électriques et les hommes. Pour Agbazaou (2003), l'inondation des périmètres rizicoles dans la commune de Covè suite aux pluies diluviennes qui se sont abattues sur l'ensemble de ce périmètre dans la deuxième moitié du mois d'avril 2003, ont empêché leur exploitation permanente. Selon lui, une bonne

partie des récoltes des coopératives a été détruite du coup à Koussin-Lélé et les pertes ont été plus importantes avec les inondations causées par les crues du Zou. Pour Azonhito (1988), Allagbé (2005) et Biaou (2010), ces inondations sont source d'affections sanitaires (infections hydriques invalidantes voire meurtrières tels que le paludisme, la diarrhée, le choléra, la fièvre typhoïde, les affections gastro-intestinales, etc.) qui attaquent les populations dans la ville de Cotonou et dans ses quartiers périphériques, exposés aux inondations.

La maîtrise des inondations permet non seulement de réduire la vulnérabilité des populations mais aussi d'assurer une gestion durable des ressources en eau pour le développement agricole.

Certains auteurs présentent la construction des barrages comme une solution pour la maîtrise des inondations. Ainsi, Berton (1988) recommande, face aux crues provoquant des inondations, la construction de petits et micro-barrages en Afrique de l'Ouest pour maîtriser les crues dans les bas-fonds. Quant à Bouguerra (2003), il observe qu'en Inde comme dans la plupart des pays du Sud, les barrages sont devenus un article de foi inextricablement lié au nationalisme et mettre en doute leur utilité relève quasiment de la sédition. Il affirme que « près de la moitié des cours d'eau de la planète sont dotés d'un barrage. Cet engouement – aiguillonné par la technologie et le désir de dompter la nature – part d'une logique à première vue impeccable : l'eau emmagasinée derrière le barrage permet l'électrification, régule les flots, assure l'irrigation et permet d'augmenter la production agricole ». Mais les limites de ces types d'ouvrages ont été mises en évidence soit pour inefficacité à régler tous les problèmes d'un bassin (Besson, 2004), soit pour cause de graves perturbations écologiques, des inondations dramatiques et autres ont été la cause de l'existence de certains barrages ou des tragédies auxquelles l'humanité a assisté suite à l'effondrement de barrages (Bouguerra, 2003). Celui-ci précise que sur l'Indus au Pakistan, ces ouvrages empêchent l'eau d'arriver dans le delta ; ce qui a pour effet de détruire des mangroves, de provoquer l'invasion par la mer de terres cultivables, de déplacer des populations, d'induire des famines et des désordres sociaux. En termes de tragédies, il souligne que le 28

avril 1895, en France, les villages de Bouzey et de Sanchev ont perdu le cinquième de leurs habitants suite à l'effondrement du barrage de Bouzey près d'Epinal. En 1959, le barrage de Malpasset, sur le Reynan, au-dessus de Fréjus, céda, entraînant la mort de 400 personnes. En Chine, l'année 1975 a enregistré la noyade de 20.000 personnes suite à l'effondrement d'un barrage dans le centre de la province de Hunan. La rupture de celui de Zeïzoun en Syrie le 4 juin 2002 a provoqué au moins une vingtaine de victimes. Pour Miller (1997), la question de la sécurité des barrages est complexe et exige que l'on mette très soigneusement en balance les avantages, les coûts de la construction, les coûts sociaux et la sécurité publique.

En dehors des barrages, Miller (1997) préconise la création des bassins de rétention dans les zones inondables, des lacs artificiels, des digues aux abords des cours d'eaux ou la mise en place des mesures de correction des cours d'eau visant à approfondir leur lit ou à les élargir. Larras (1965) tout en reconnaissant l'importance de ces ouvrages, recommande d'intégrer leur réalisation dans une *politique d'aménagement des cours d'eau*. Degoutte (2006) souligne que les enjeux économiques du milieu doivent présider au choix des ouvrages de protection contre les crues.

Miller (1997) et Larras (1965) précisent qu'on peut lutter contre les inondations en réduisant les quantités d'eau de ruissellement par le reboisement. Ce dernier permet de diminuer la fréquence des crues les plus dangereuses, puisque les arbres retiennent chaque fois une partie des eaux.

1.2. Approche méthodologique de l'étude

1.2.1. Nature, source et qualité des données

Plusieurs types de données ont servi à la réalisation de cette étude. Il s'agit des :

➤ Données climatologiques

Les deux communes d'étude étant dans le même département, ce sont des données de pluies et d'ETP (mensuelle et annuelle) des stations d'Athiémé et de Comè extraites des fichiers de l'ASECNA sur la période 1965-2011 qui ont été

utilisées. Les données pluviométriques sont constituées des hauteurs de pluies moyennes et maximales de la série 1965-2011. A cela s'ajoutent les données pluviométriques du CADER-Mono de 2003 à juillet 2014.

➤ **Données hydrologiques**

Elles sont constituées des débits moyens mensuels et débits maximaux annuels extraites de la base des données de la DG-Eau sur la période de 1965-2011. La station hydrométrique retenue est celle d'Athiémé.

➤ **Données démographiques**

Elles sont constituées des effectifs de la population des communes d'Athiémé et de Grand-Popo sur les quatre recensements (1979, 1992, 2002 et 2013). La collecte de ces différentes données a été rendu possible par l'utilisation de diverses techniques et outils de collecte.

1.2.2. Qualité des données utilisées

Dans le but de garantir la fiabilité et d'éliminer les données douteuses qui figurent dans la base des données obtenues, une vérification manuelle des fichiers de données brutes des hauteurs de pluie, d'ETP et des débits mensuels de l'ensemble du réseau a été effectuée. Cette opération a permis d'éliminer de la base de données toutes les erreurs aléatoires flagrantes dues à des fautes de frappe ou à la saisie des relevés, parfois purement inventés, lors de la lecture des données. Ainsi, les données pluviométriques et hydrométriques dont le taux de lacune n'excède pas 5 % sont comblées après homogénéisation. Le comblement des lacunes surtout dans les données hydrométriques de la station d'Athiémé est fait à partir d'une régression linéaire entre les stations hydrométriques d'Athiémé et de Tététou (Togo). Cette régression est assortie d'une équation qui est une fonction linéaire de la forme : $Y = ax + b$. Quand la liaison est positive, on opère un comblement en intégrant la valeur x du débit noté à la station à série complète, pour trouver la valeur Y du débit recherché pour la station à série lacunaire (Ogouwalé, 2009).

Mais, la valeur trouvée étant une possibilité parmi tant d'autres, l'équation de régression est accompagnée d'un intervalle de confiance obtenu selon la formule :

$Y = ax + bc$, où c représente le résidu positif ou négatif pouvant exister entre la vraie valeur et celle restituée.

1.2.3. Outils et techniques de collecte

1.2.3.1. Outils de collecte

Les investigations ont nécessité l'utilisation des outils tels que : la carte du département du Mono extraite du fond de la carte topographique de l'IGN (1/600000^e) pour avoir une idée des limites des arrondissements d'étude et des zones frontalières avec le Togo, un appareil photo pour la prise de vues sur le terrain. La prise des informations sur le terrain a nécessité l'adoption des techniques de collecte appropriées.

1.2.3.2. Techniques de collecte

Dans le but de recueillir toutes les données et informations nécessaires pour la réalisation de cette étude, les techniques de collecte utilisées concernent essentiellement la recherche documentaire et les investigations en milieu réel.

➤ Recherche documentaire

Elle a été réalisée dans les centres, services et institutions de recherche dont les activités ont un rapport avec l'objet de cette recherche. Il s'agit entre autre du Laboratoire Pierre Pagny, Climat Eaux, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), du Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE), de la Direction Générale de l'Eau (DG-Eau), plus précisément du service de l'hydrologie, de l'Agence de Sécurité pour la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), des centres de documentation de la FSA, de la FLASH, de l'ENAM, etc. De même des documents sur les rapports du projet PUGEMU ont été utilisés. Les documents et données obtenus dans ces différents centres ont permis de faire l'état des connaissances sur l'étude des inondations en rapport avec l'environnement et les activités des populations en général et à l'échelle des arrondissements en particulier.

Ces données et informations recueillies ont été complétées par celles des enquêtes de terrain.

➤ **Pré-enquête**

Afin de cerner les ampleurs de l'inondation et de la sécheresse et évaluer leurs impacts sur l'environnement, il importe d'effectuer des enquêtes déconcentrées, et décentralisées, des études entreprises sur les populations sinistrées, les agents de santé publiques et privés de la localité, les ONG.

Ainsi une pré-enquête est organisée pour prendre connaissance des impacts des inondations sur les activités socio-économiques et l'environnement des communes d'Athiémé et de Grand-Popo.

➤ **Enquête de terrain**

Elle a permis de prendre en compte les réalités du terrain afin de faire les constats et la description des faits visibles (sols, habitation), l'ampleur des dégâts causés par les inondations et les sécheresses.

De même sur le terrain, la Méthode des Itinéraires et la Méthode Active de Recherche Participative (MARP) sont utilisées pour la collecte des informations auprès des acteurs ciblés.

La première a servi dans l'identification des activités socioéconomiques victimes des inondations récurrentes dans le milieu tandis que la seconde a permis de créer un lien de familiarité entre enquêteur et enquêté pour la collecte des données socioéconomiques. Pour ce fait un échantillon a été constitué dans la mesure où l'on ne peut interroger toute la population.

➤ **Echantillon**

L'échantillon des personnes interviewées est déterminé par la méthode de choix raisonnée. Les critères suivants ont guidé le choix de ces personnes :

- être vraiment disponible à fournir des réponses aux questions posées ;
- être effectivement un utilisateur des ressources en eau et surtout celles des milieux d'étude en particulier (exploitants directs du cours d'eau : pêcheurs, agriculteurs ou ménages situés dans les zones);
- avoir une bonne connaissance du milieu d'étude ;
- être agent d'une structure étatique ou non, œuvrant dans le sens de la protection ou de la gestion durable des ressources naturelles.

L'unité de base de l'échantillon de cette étude est constituée du ménage et plus précisément les ménages agricoles ; auxquels quelques personnes ressources ont été ajoutées. En effet, deux méthodes ont été utilisées pour constituer l'échantillon de l'étude.

Il s'agit, du choix raisonné qui a permis d'identifier et de sélectionner les sages, les notables et les personnes ressources d'une part et du choix aléatoire qui a été appliqué à la sélection des membres des ménages d'autre part.

En effet, du fait que les impacts des inondations et des sécheresses dans le milieu d'étude sont non seulement multiples mais varient également d'un arrondissement à un autre et d'un village à un autre, un processus de sélection des unités administratives que sont les arrondissements a été appliqué suivant le critère de la proximité du fleuve Mono. Ainsi, neuf (9) arrondissements sur les douze (12) que compte les deux Communes ont été choisis à savoir Adjaha, Djanglanmey, Sazué, Agoué, Grand-Popo, Adohoun, Atchannou, Athiéme et Dédékpòè (soit 75 %).

Le tableau I présente la répartition des ménages agricoles enquêtés par arrondissement retenu dans le cadre de cette recherche.

Tableau I : Caractéristiques de l'échantillon de base utilisé

Communes	Arrondissements			Ménages agricoles			
	Nombre	Enquêtés	%	Nombre	Taille	Enquêtés	%
Athiémé	Atchannou	Atchannou	80 %	1 423	4,6	25	13,02 %
	Athiémé	Athiémé		1 791	4,6	30	15,23 %
	Adohoun	Adohoun		2 049	4,7	35	18,23 %
	Dédékpòè	Dédékpòè		673	4,5	15	7,82 %
	Kpinnou		20 %	1 332	4,2		
Total 1	5	4	100 %	7 268	4,5	105	54,69 %
Grand-Popo	Adjaha	Adjaha	71,43 %	1 003	3,9	23	11,98 %
	Agoué	Agoué		428	4,3	12	6,26 %
	Grand-Popo	Grand-Popo		438	3,8	14	7,29 %
	Djanglanmey	Djanglanmey		841	4,9	20	10,43 %
	Sazué	Sazué		638	4,6	18	9,38 %
	Avlo		28,57 %	68	3,9		
	Gbéhoué			439	4,5		
Total 2	7	5	100 %	3 855	4,2	87	45,31 %
Total	12	9	75 %	11 123		192	100 %

Source : Résultat des recherches, septembre 2014

Au total, 192 ménages agricoles ont été enquêtés lors des travaux de terrain qui ont été conduits dans les neuf arrondissements représentatifs de la zone d'étude : soit 45,31 % dans la commune de Grand-Popo et 54,69 % dans celle d'Athiémé. Par ailleurs, deux villages situés du côté Togolais ont été également investigués lors des travaux de terrain, il s'agit notamment des villages de Sésoukondji dans la région maritime et d'Assékondji.

Il faut y ajouter à ces ménages agricoles, les autorités locales (conseillers communaux et de villages), cadres techniques du SCDA, de présidents d'association de développement de d'ONG et de quelques personnes ressources avec lesquels des entretiens se sont déroulés. Au total, deux cent trente sept personnes ont été interrogées comme l'indique le tableau II :

Tableau II : Répartition des enquêtés par catégorie socio-professionnelle

Catégorie socio-professionnelle	Nombre		
Ménages agricoles	192		
Agent SCDA	Athiémé	5	11
	Grand-Popo	6	
Autorités locales	Athiémé	9	22
	Grand-Popo	13	
SAP/PNUD	1		
DG/ANPC et D/PC	2		
Président ONG ou Association de développement	9		
Total	237		

Source : Enquête de terrain, septembre 2014

Les données et informations obtenues ont été traitées grâce à des méthodes adéquates.

1.2.4. Méthodes de traitements des données et informations

Suite aux travaux de terrain, le dépouillement des renseignements obtenus au cours des investigations, dans les différents centres de documentations et autres structures est fait. Ces divers éléments ont été traités de façon minutieuse afin d'obtenir une objectivité dans les analyses poursuivies.

1.2.4.1. Etude de la variabilité pluviométrique

➤ Moyenne arithmétique

Elle a été utilisée pour analyser la variabilité mensuelle et interannuelle des données pluviométrique et hydrologique aux différentes stations du bassin hydrologique. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La moyenne \bar{X} a permis de caractériser l'état pluvio-hydrologique moyen et de mettre au point les indices de dispersion.

➤ Indices pluviométriques

Les indices sont utilisés pour mesurer les écarts par rapport à la moyenne établie sur une longue période à l'échelle ponctuelle en se référant aux données des stations. L'indice utilisé ici est l'indice centré réduit qui a pour formule :

$$\frac{X_i - M}{S}$$

Avec X_i : pluviométrie de l'année i ; M : pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence et S : l'écart type de la pluviométrie interannuelle. Le calcul de cet indice reste très pratique dans la détection des années sèches ou déficitaires et les années humides ou excédentaires (Amoussou, 2005).

L'estimation de la population des milieux d'étude a été faite en tenant compte des données démographiques de la population de 2002 (INSAE, 2006).

Le taux d'accroissement naturel de la population a été déterminé grâce à la formule :

$$r = \left[\sqrt[t]{\frac{P_n}{P_0}} - 1 \right] \times 100$$

Avec r le taux d'accroissement, P_n la population de 2002 (RGPH₃), P_0 population de 1992 (RGPH₂) et $t=10$ soit le nombre d'année séparant RGPH₃ et RGPH₂.

Quant au nombre de ménages en 2025 du milieu d'étude. La formule suivante a permis de faire l'estimation de 2025.

$P_t = P_0 (1 + r)^t$ Avec

P_0 = Population à l'instant de départ considéré, soit en 2002 et $P_t = P_{2025}$ habitants

r = Taux d'accroissement de la population

1 = constante

t = temps écoulé entre 2002 et l'année considérée

➤ Bilan d'évolution des unités d'occupation du sol

Pour le bilan de l'évolution des unités d'occupation du sol, les différences en matière de superficie occupée par les différentes unités ont été évaluées à l'aide des logiciels du SIG, avec la formule :

$$U = U (an1) - U (an2)$$

Par exemple, soit $U (an1)$ la superficie d'une unité d'occupation du sol en 1986 et $U (an2)$ la superficie de la même unité d'occupation du sol en 2000 ;

ΔU la variation de la superficie de ladite unité d'occupation du sol de 1986 à 2000.

Pour cette unité d'occupation du sol, il peut être assisté à l'un des cas suivants :

- Si $\Delta U = 0$, stabilité
- Si $\Delta U > 0$, progression
- Si $\Delta U < 0$, régression

➤ Méthode d'étude d'impact des crues

L'identification des impacts potentiels des eaux de crues sur chacune des composantes de l'environnement physique et les établissements humains a été faite par l'utilisation de la matrice de type Léopold, 1971 comme l'indique le tableau III.

Tableau III : Composantes de la Matrice de Léopold, 1971

Période	Composantes environnementales affectées par les eaux de crues												
	Milieu physique			Milieu biologique			Milieu humain						
	Air	Eau		Sol	Flore	Faune		Social			Economique	Culture/Culte	
	Qualité de l'air	Qualité de l'eau	Ruissellement et infiltration	Surface du sol	Couverture végétale	Avifaune	Mammifères	Infrastructures	Habitation	Santé physique et psychique		Perception culturelle	Cérémonie culturelle
Crue													
Décrue													

Source : Enquêtes de terrain, 2014

CHAPITRE II :

CADRE GÉOGRAPHIQUE ET FACTEURS DÉTERMINANTS DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLÉE DU FLEUVE MONO

Les communes d'Athiémé et de Grand-Popo situées dans la basse vallée du fleuve Mono constituent le cadre géographique de la présente recherche. La qualité des composantes de l'environnement de ce milieu d'étude que sont le relief, le sol, le réseau hydrographique, le climat et la végétation, et l'exploitation qui en est faite par l'homme constituent des facteurs déterminants des inondations dans cette zone humide.

2.1. Présentation du milieu d'étude

Le milieu d'étude est présenté sous son aspect physique et humain. L'aspect physique décrit les données de l'environnement telles que le relief, le sol, le réseau hydrographique, le climat et la végétation alors que la dynamique humaine présente l'évolution démographique de la zone d'étude et les activités socio-économiques caractéristiques.

2.1.1. Présentation du milieu physique

Le milieu d'étude est l'aval du bassin hydrographique transfrontalier du fleuve Mono et plus précisément des communes d'Athiémé et de Grand-Popo. Il convient de présenter le bassin du fleuve Mono avant les données physiques des communes de la zone d'étude.

2.1.1.1. Le bassin du fleuve du Mono

Le fleuve Mono prend sa source au nord-ouest du Bénin dans les monts Koura, région de Bassila. Long de 530 kilomètres, il sert de frontière naturelle entre le Togo et le Bénin sur ses 100 derniers kilomètres. Son bassin versant couvre une superficie 25 000 km² (Ago, 2005), entre les latitudes 6°14'30.4" et 9°24'03.7" Nord et les longitudes 0°43'24.6" et 2°11'11.1" Est comme l'indique la figure 1.

Le Mono prend sa source dans la région centrale du Togo près de la frontière béninoise dans les Monts Alédjo, traverse le Togo avant de constituer la frontière

entre le Togo et le Bénin sur 100 Km environ pour se jeter dans la mer à l'Est de Grand-Popo au Bénin à l'Embouchure «Bouche du Roy». Son bassin versant passe de 20.500 Km² au niveau de son entrée au Bénin (après sa traversée du Togo) à 21.500 Km² environ à l'embouchure.

Le réseau hydrographique du Mono est très dégradé lorsqu'il arrive dans la vallée alluviale du Sud. Le fleuve débouche en effet au Sud dans un système lagunaire complexe qu'il approvisionne en eau douce. Les principaux plans d'eau qui constituent la partie béninoise de ce système lagunaire sont : la lagune côtière de Grand-Popo où débouchent le fleuve et le lac Ahémé relié à la lagune côtière par le chenal Aho. Ce système lagunaire est relié à l'océan par la « Bouche du Roy ».

Le régime hydrologique naturel du Mono est caractérisé par l'existence d'une crue unique très marquée et centrée sur les mois d'août et de septembre ; l'étiage qui s'étend de juin à août voire septembre est sévère avec un débit parfois nul. Mais après l'aménagement hydroélectrique de Nangbéto, ce régime a été considérablement modifié ; le débit d'étiage est désormais soutenu à un niveau d'environ 50 m³/s. Aussi, enregistre-t-on journallement d'importantes variations du débit liées à la production d'électricité. Ce régime engendre également des crues relativement violentes. Le débit décennal mesuré à Athiémé avant la construction du barrage de Nangbéto est de 640 m³/s. Le débit après la mise en service du barrage oscille autour de 300 m³/s.

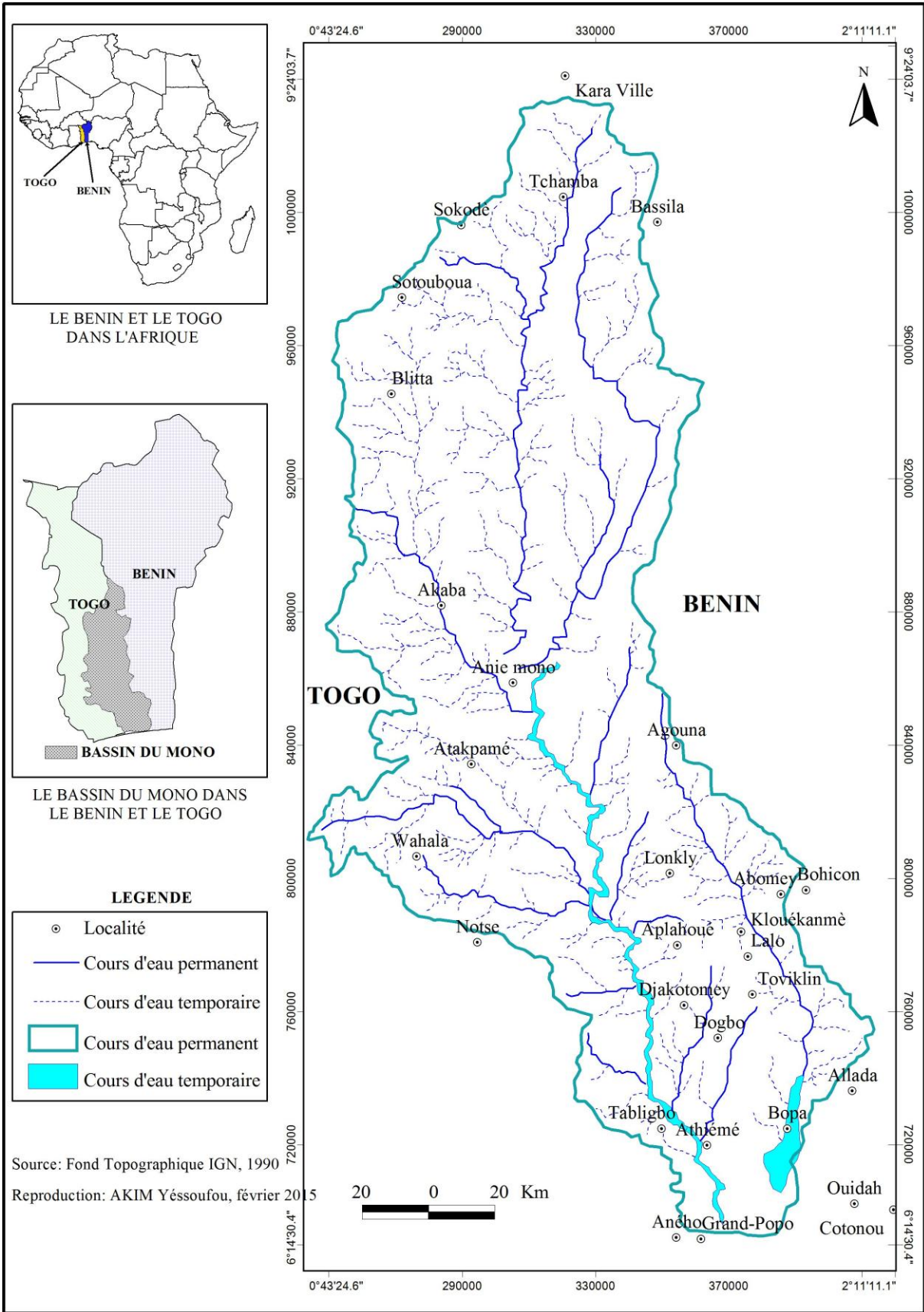


Figure 1 : Bassin du fleuve Mono

2.1.1.2. Présentation des communes d'Athiémé et de Grand-Popo

2.1.1.2.1. Situations géographique et administrative de la zone d'étude

Le milieu d'étude, une zone de la partie sud-ouest de la République du Bénin, est situé dans le département du Mono. Il est situé entre 1°36'40.7'' et 1°58'42.8'' de la longitude est et entre 6°13'40.2'' et 6°40'28.8'' de la latitude nord. D'une superficie de 527 km², soit 32,84 % du département du Mono (1605 km²), il est limité au nord par la commune de Lokossa, au sud par l'océan Atlantique, à l'est par les communes de Ouidah, Comé, Houéyogbé et Lokossa et à l'ouest par la République Togolaise avec laquelle, il partage une frontière naturelle qui est le fleuve Mono (figure2).

Le milieu d'étude est un espace frontalier au sens de l'article 1^{er} du Décret N° 2012-503 du 10 décembre 2012 portant attributions, organisation et fonctionnement de l'Agence Béninoise de Gestion Intégrée des Espaces Frontaliers en ce sens que les deux communes ont dans leurs juridictions territoriales une ouverture sur la République Togolaise. Sur un ensemble de douze (12) arrondissements que comptent le milieu d'étude, à raison de sept pour la commune de Grand-Popo (Adjaha, Agoué, Avlo, Djanglanmey, Gbéhoué, Grand-Popo et Sazué) et cinq pour celle d'Athiémé (Adohoun, Atchannou, Athiémé, Dédékpòè et Kpinnou), neuf sont frontaliers avec le Togo à savoir Adohoun, Atchannou, Athiémé, Dédékpòè, Adjaha, Agoué, Djanglanmey, Grand-Popo et Sazué.

2.1.1.2.2. Présentation des données du milieu physique

Elle consiste en la présentation du climat, du relief, du sol, de la végétation et du réseau hydrographique.

➤ Relief, sols et végétation

Le **relief** de la zone d'étude est composé d'un ensemble peu diversifié. Ainsi, monotone à plat, érodé par endroits dans la commune d'Athiémé, il est marqué par de nombreuses dépressions et des bancs (cordons) de sables et de grès. Ces dépressions constituent des bassins versants ou des vallées des cours d'eau. Elles sont abritées par des mares, marécages et bas-fonds. Dans la commune de Grand-Popo, le relief se compose de trois ensembles à savoir :

- la côte qui correspond à toute la partie Sud le long de la mer et va de Hillacondji au delà de Hokoué. C'est un cordon littoral sablonneux (fluviomarin) plat et rectiligne dans son ensemble et dont l'altitude ne dépasse pas 5m au-dessus du niveau de la mer.

- les zones marécageuses ou zones de bas-fonds et les zones inondables qui couvrent la plus grande partie des terres, vont de l'Est d'Adjaha au Nord-Est jusqu'au chenal de Aho, estuaire du lac Ahémé.

- le plateau continental terminal qui recouvre des formations fines, sableuses ou sablo-argileuses souvent ferrugineuses, s'étend de l'ouest vers le nord. Il couvre les régions d'Adjaha et remonte vers Gbéhoué et Comé.

Sur le territoire des Communes d'Athiémé et de Grand-Popo, la **pédologie** (figure3) correspond à trois grands ensembles dont dépendent des types de **végétation** dominants :

- les sols du Littoral et des cordons dunaires (arrondissement d'Avlo, de Grand-Popo et d'Agoué) sont sablonneux, constitués de sables fins, pauvres en matière organique et très perméables et où dominent des alluvions sableuses bien drainés. On trouve sur ces sols une végétation de *cocos nucifera* (cocotiers) ;

- les sols hydromorphes et fertiles du secteur du plateau (arrondissements d'Adjaha, Djanglanmey et de Sazué) et de la commune d'Athiémé correspondent aux parties basses des formations sableuses, soumises aux fluctuations d'une

nappe à faible profondeur. Ce sont des alluvions et collusions sableuses de recouvrement sur les argiles. Ces sols sont argileux et très propices à la pluri-culture. Ils s'engorgent d'eau de saison et sont inondés pour la plupart, par les eaux de crue. Ils sont très riches et favorables aux cultures de contre saison et de décrue. La végétation est constituée de savane arborée à *Elæis guineen sis* (palmier à huile), le *borasus aethiopium* (le rônier) en voie de disparition parce que utilisée pour la vannerie, *Mitragyna inermis*, *Adonsonia digitata* (baobab), *ceiba pentandra* (fromager), *Milicia excelsa* (Iroko) ;

- les sols alluvionnaires et hydromorphes un peu plus à l'intérieur de la mangrove (zones lagunaires et marécageuses) : ce sont des sols de basses vallées et des lagunes côtières avec une végétation dominée par une formation herbacée, des espèces lacustres plus ou moins denses tels que les palétuviers (*Avicenia et Rhizophora*), les joncacées, les graminées etc.

➤ Climat et réseau hydrographique

Les communes d'Athiémé et de Grand-Popo font partie d'un ensemble qui jouit d'un climat subéquatorial de type Guinéen caractérisé par quatre saisons plus ou moins marquées :

- une grande saison sèche de mi-novembre à mi-mars ;
- une grande saison de pluies de mi-mars à mi-juillet ;
- une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre ; et
- une petite saison de pluies de mi-septembre à mi-novembre

Les précipitations ont donc lieu principalement entre mars et juillet avec un maximum en juin. Elles se répartissent en moyenne sur 80 à 120 jours. Sur la décennie 90, la hauteur annuelle moyenne de pluies était de l'ordre de 900 mm à Grand Popo avec des minima à 730 mm et des maxima à 1 145 mm. Athiémé a enregistré une pluviométrie moyenne de 794,6 mm en 2000, 1044,2 mm en 2004 et 835,1 mm en 2005 (SDAC-Athiémé, 2006).

Notons pour ce qui concerne la zone sud du milieu d'étude (commune de Grand-Popo), que du fait de l'influence maritime, les températures se caractérisent par

des variations (diurne et annuelle) peu marquées. Les écarts thermiques annuels, en général très atténués sont de l'ordre de 2°C à 6°C environ. Les températures maximales les plus élevées sont relevées en mars (34°C) tandis que les températures les plus basses sont observées en Août (23°C). L'humidité relative est forte et varie entre 70 % et 90 % du fait de la proximité de la mer (PDC-Grand-Popo, 2005).

Pendant l'été, (décembre à mars), l'alizé continental (ou harmattan) qui est un vent sec et chaud de secteur nord-est souffle à une vitesse de 2 à 3 m/s tandis que pendant l'hivernage (Avril à novembre), règne un régime de mousson avec l'alizé maritime venant de l'océan qui souffle à une vitesse dépassant parfois 20m/s.

Les éléments qui composent le réseau hydrographique du milieu d'étude sont :

- le fleuve Mono qui prend sa source dans les Monts Alédjo dans l'Atacora au nord ouest du Bénin et coule dans sa partie supérieure au Togo avant de constituer dans sa partie inférieure la frontière naturelle entre le Bénin et le Togo à partir d'Aplahoué. Il a un régime tropical très irrégulier avec de grandes variations inter-annuelles et connaît une crue généralement située entre septembre - octobre parce qu'il ramène à la fois les eaux de la grande saison des pluies reçues dans son cours supérieur et celles de la petite saison reçue dans son cours inférieur. Cette crue a pour conséquence les inondations enregistrées à Athiémé et à Grand-Popo. Le fleuve se jette dans l'océan atlantique par un large delta appelé "Bouche du Roy". A partir du village d'Agbanankin, le Mono communique avec la lagune de Grand-Popo qui lui sert de relais vers l'océan Atlantique.

- une série d'affluents et d'effluents parmi lesquels on peut citer le Sazué (le plus important), Agogo, Adanwadonmè, etc. dont la navigabilité dépend en partie du régime du Mono.

- lacs Toho, Godogba et Djèto munis tous de bassins versants et la lagune de Grand-Popo d'une longueur de 15 km et qui débouche sur le chenal de l'Aho. Elle reçoit les eaux de la mer et celles du Mono. Elle communique aussi avec celle de Ouidah.

2.1.2. Dynamiques humaine et socio-économique

Les communes d'Athiémé et de Grand-Popo ont connu une évolution démographique de 1979 (RGPH1) à 2013 (RGPH4). Ainsi, de **53 143** habitants en 1979, la population des deux communes est de **66 074** habitants en 1992 et **79 816** habitants en 2002 avant d'atteindre **113 737** habitants en 2013 (INSAE, 2013).

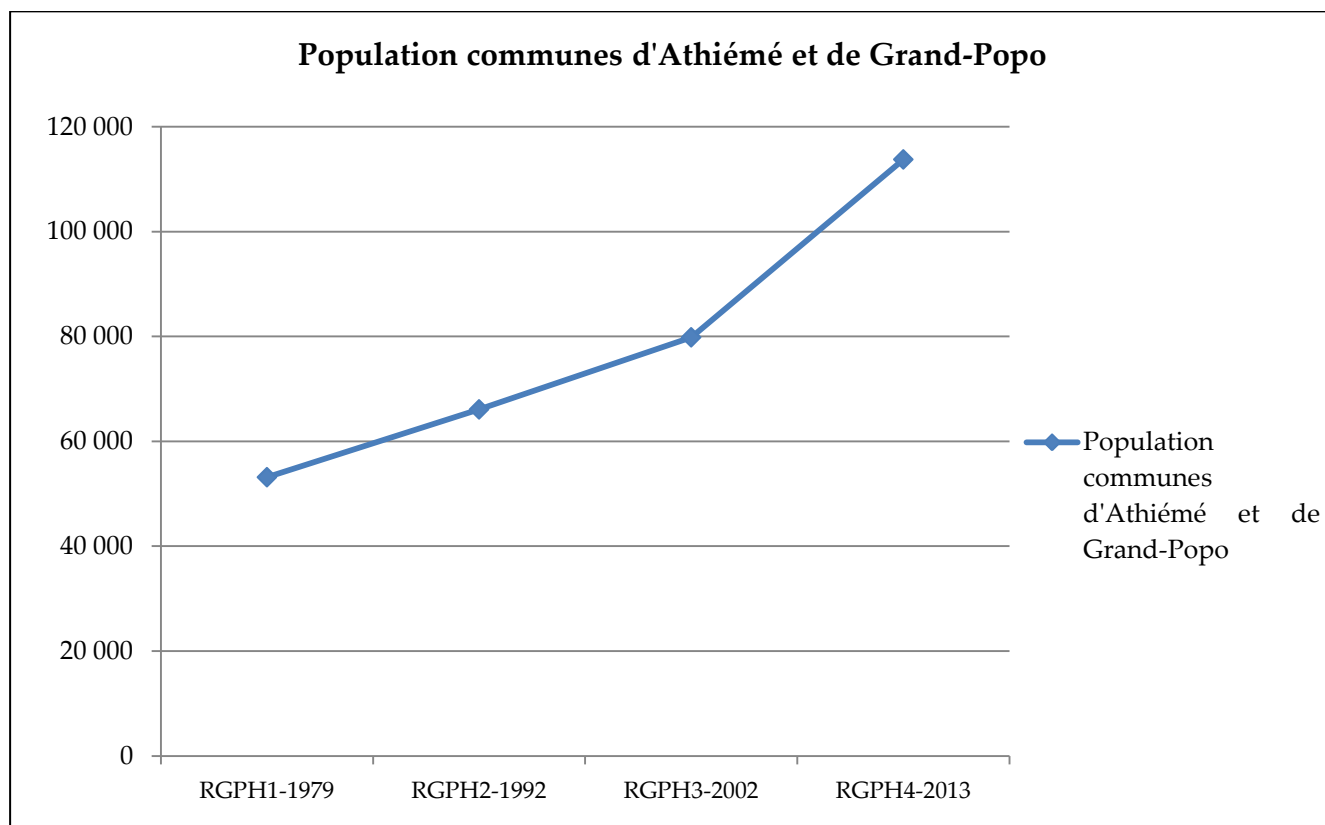


Figure 4: Evolution de la population des communes d'Athiémé et de Grand-Popo

Cette constante augmentation de la population des deux communes entraîne une pression humaine sur les ressources naturelles ; ce qui explique leur dégradation.

L'économie des communes d'Athiémé et de Grand-Popo est caractérisée par une diversité d'activités que sont :

- la production agricole, principale activité économique de ces communes, dominée par les palmeraies, la culture du maïs, du manioc et de la banane, le maraîchage et la culture du riz ;
- les activités de transformation des produits agricoles tels que le manioc, le fruit ou noix de palme respectivement en gari, tapioca et huile de palme et de palmiste ;

- la production halieutique, deuxième activité économique de ces communes : les produits de pêche concernés sont majoritairement les poissons, les écrevisses ;
- l'artisanat, troisième activité économique des communes. Cette activité concerne des corps de métiers tels que la menuiserie, la couture, la coiffure, la photographie, la mécanique, la broderie, la vannerie, la poterie, la forge, etc ;
- la production animale, une activité peu développée, regroupe essentiellement les caprins, les volailles, les aulacodes, les ovins, les lapins ;
- la production et l'exploitation forestière ne sont pas très développées dans les communes.

Le développement de certaines de ces activités est parfois tributaire de la pluviométrie dont l'excès provoque des inondations. Ces dernières affectent directement ou indirectement les différents secteurs de l'économie locale.

Quels sont les différents facteurs déterminants des inondations dans le bassin du fleuve Mono en générale et dans les communes d'Athiéme et de Grand-Popo en particulier ?

2.2. Facteurs déterminants des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono

Les inondations occupent une place importante parmi les catastrophes naturelles (sécheresse, tremblement de terre, tempête...) qui influent non seulement les conditions de vie des populations dans le monde mais aussi et surtout les politiques de développement des pays du tiers monde. En effet, la forte fréquence des événements pluviométriques extrêmes des trois dernières décennies [du XX^e siècle] (1970-2000) en Afrique de l'ouest influe le fonctionnement hydrologique des cours d'eau et limite la mise en valeur efficiente de leurs potentialités pour la production économique (OMM, 2006). Cette situation se trouve aggravée par la forte pression humaine sur les ressources naturelles. Les inondations qui ont

particulièrement affecté le Bénin au cours de la décennie 2000-2010 surtout les années 2007, 2009, 2010 n'ont pas épargné les localités du bassin du fleuve Mono dont les communes d'Athiémé et de Grand-Popo. Les photos suivantes illustrent l'ampleur en 2010 dans la commune de Grand-Popo.



Photo 1: Village de Hèvè Dogbadji inondé



Photo 2: Cité d'Apoutagbo inaccessible et flèche littorale engraisée sous l'effet des courants

Planche 1: Manifestation des inondations dans la commune de Grand-Popo

Prise de vue: Mensah, 2010

Ces images montrent l'ampleur des inondations dans la commune de Grand-Popo en 2014 où le village de Hèvè Dogbadji est complètement inondé et la cité d'Apoutagbo difficile d'accès. Cette situation qui affecte le cadre de vie des populations compromet l'existence humaine ou le développement humain.

2.2.1. Les facteurs naturels des inondations

2.2.1.1. Facteurs géomorphologiques et pédologiques

Le Mono suit une direction NNW-SSE. Les apports sont négligeables puisque son bassin passe de 20500 km² à la frontière Togo-Bénin à 21500 km² à son embouchure. Le long des 35 premiers kilomètres, le Mono a une pente relativement forte (1,5 à 3 m/km), de nombreux rapides jalonnent son cours (rapides de Bélia, Adjarala, ...). Il entaille ensuite les formations du Continental Terminal et coule dans une large vallée alluviale (10 km environ). La pente du lit va devenir alors faible (0,06 à 0,4 m/km) et le fleuve va décrire de larges

méandres à travers des zones inondables avant de rejoindre le système lagunaire des «Bouches du Roy».

Le milieu d'étude présente à Athiémé et dans certaines localités de la commune de Grand-Popo, un relief monotone à plat et érodé par endroits. Il est marqué par de nombreuses dépressions et des bancs de sables et de grès. Ces dépressions sont constituées des bassins versants ou de vallées des cours d'eau. Elles sont abritées par des mares, marécages, et des bas-fonds qui augmentent l'humidité du milieu. Sa faible pente influe sur la vitesse d'écoulement et par conséquent sur le rapport débit/charge (Ahouansou, 2011).

Au niveau de la côte qui correspond à toute la partie Sud le long de la mer et allant de Hillacondji au delà de Hokoué, domine un cordon littoral sablonneux (fluviomarin) plat et rectiligne dans son ensemble et dont l'altitude ne dépasse pas 5m au-dessus du niveau de la mer. Les caractéristiques pédologiques du milieu d'étude influençant les inondations sont essentiellement :

- **les vertisols ou sols hydromorphes à Gley** du bassin sédimentaire côtier recouvrent le fond argileux de la dépression de Tchi et d'une façon générale le fond des vallées. Leur propriété dépend de leurs positions topographiques. Les vertisols sont très fertiles, développés sur les formations argileuses, marneuse ou calcaires du Paléocène et de l'Eocène (Azontondé, 1991; Tollo, 1996; Amoussou, 2010). Imperméables, plus ou moins asphyxiants, mais très fertiles, ils sont très difficiles à travailler du fait de leur engorgement en période pluvieuse. Les populations travaillent ces sols, du fait de leur humidité permanente.

- **les sols hydromorphes à pseudogley** résultent de l'accumulation et de la transformation en milieu inondé périodiquement, des matrices organiques et minérales. Ils évoluent dans une ambiance physico-chimique d'anoxymoeophie favorisant des phénomènes d'oxydo-réduction (Ahouansou, 2011). Ils occupent la majeure partie du territoire de la commune d'Athiémé. Ils sont riches en argiles (30 à 60 %), assez profonds (1 m). Leur perméabilité est moyenne en surface et faible en profondeur. Leur réserve hydrique est faible : 75 à 100 mm environ (Ahouansou, 2011). Tout cela favorise l'inondation en période de crue.

- Quant aux **Sols ferrallitiques**, ils ont de bonnes propriétés physiques et hydrauliques. Ils sont cultivés mais leur réserve en eau est assez faible. Mais leur structure peut se dégrader rapidement s'ils sont cultivés. Ils sont très sensibles à l'érosion et ils ne résistent pas totalement aux eaux de crue. Ces sols riches en fer, perméables sont fortement utilisés en agriculture itinérante sur brulis (Ahouansou, 2011).

2.2.1.2. Facteurs hydro-climatiques

Le bassin du fleuve Mono est alimenté par divers régimes pluviométriques, depuis la zone subéquatoriale (bimodal) jusqu'à la zone soudanienne (unimodal). Il reçoit donc les eaux pluviales du domaine subéquatorial au sud et celles du domaine tropical au nord, qui commandent la majeure partie de l'écoulement de surface de la basse vallée. Ainsi, en plus de la mise en eau du barrage de Nangbéto en 1987 sur le Mono, on assiste à une augmentation des précipitations de 2 % des années 1990 (Amoussou, 2010). Le débit du Mono à Athiémé devient donc « *artificiel* » et passe de 108 à 141 m³/s après barrage avec un excédent de 97 % du débit d'étiage alors que le débit du Couffo est resté près que stable (4,9 m³/s contre 5,1 m³/s). En outre, de 1956 à 2000, on note sur le bassin, une dégradation de plus de 60 % des formations végétales naturelles au profit des formations anthropisées. Cette modification environnementale affecte ainsi l'hydrosystème surtout dans sa partie aval avec un apport de sédiments du Mono 4 fois plus importants que celui du Couffo.

Des deux climats, seul celui de la zone subéquatoriale a connu des changements pluviométriques abrupts dans les années 60, 70 et 80. Les mêmes résultats ont été obtenus par Paturel *et al.* (1995) au sud du Bénin-Togo et Houanye (2003) dans le bassin inférieur de l'Ouémé au Bénin. A l'échelle régionale, Tardy et Probst (1992), Hulme (1996) et Ozer (2000) ont souligné l'importance de ce changement pluviométrique abrupt en région sahélienne qui a également touché la zone soudanienne (Morel, 1998 ; Gautier *et al.*, 1998). La dite « Grande Sécheresse » a donc aussi touché le bassin du fleuve Mono.

Mais depuis la fin des années 80, la tendance est à l'amélioration de la pluviométrie annuelle comme dans le bassin de l'Ouémé au Bénin (Houanye, 2003) et ailleurs en Afrique de l'Ouest (Ozer *et al.*, 2003, 2005). Les figures 5 et 6 illustrent bien ces variations.

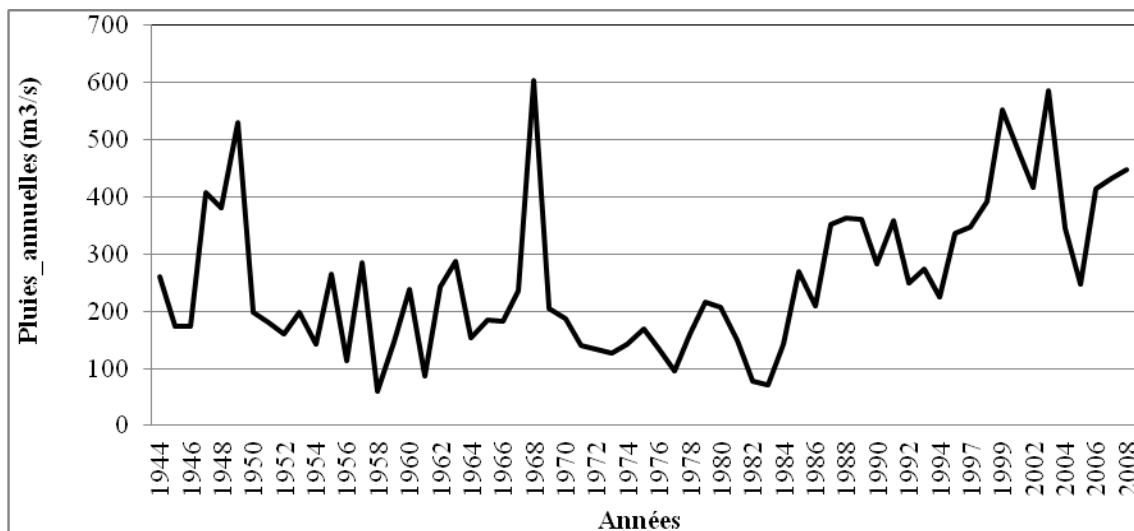


Figure 5: Evolution des débits moyens annuels du fleuve Mono de 1944 à 2008

Source : ASECNA, 2011

Les débits moyens annuels sur cette courbe ont une allure ascendante et descendante. Les années 1948, 1968, 1997 et 2002 ont un débit moyen annuel fort, ce qui signifie que ces années sont des années exceptionnelles en crue et par conséquent en inondations. La figure 6 illustre l'évolution des débits maximaux annuels de 1944 à 2008.

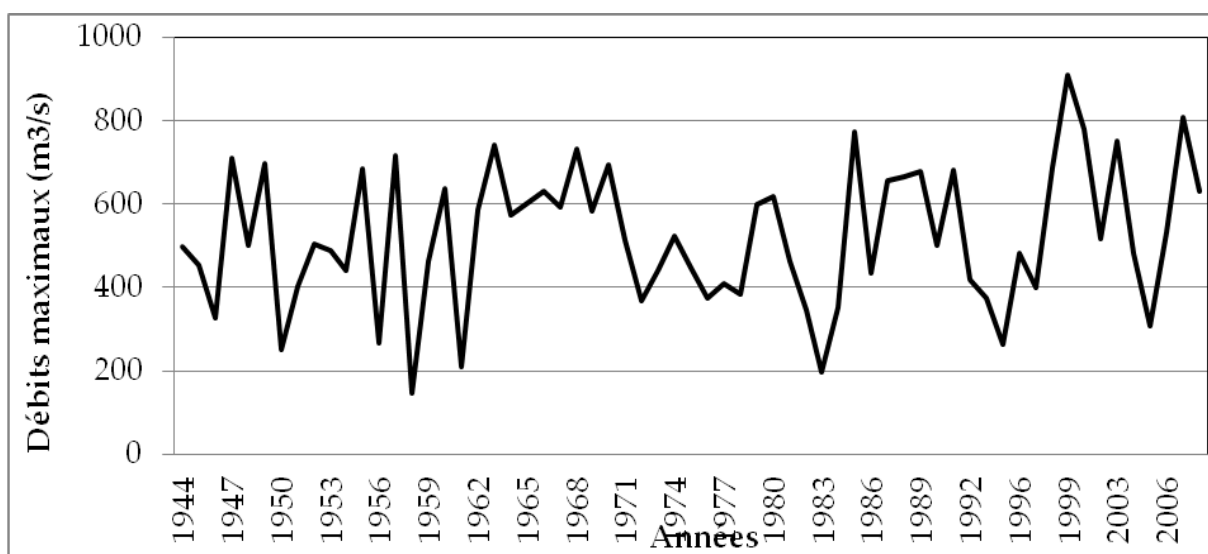


Figure 6: Evolution des débits maximaux annuels de 1944 à 2006

Source : DG-Eau, 2011

La courbe de la figure 6 montre une succession des débits maximaux, limité entre 175 m³/s et 850 m³/s, tantôt à la baisse tantôt à la hausse de 1944 à 2006. Ainsi, sur plus de 60 ans le milieu d'étude a connu une hausse de débits maximaux au-delà de 400 m³/s au cours des années 1944, 1945, 1947, 1949, 1955, 1957, 1960, 1963, 1964, 1965, 1966, 1968, 1968, 1969, 1979, 1985, 1987, 1988, 1990, 1998, 2002 et 2006. Ces hausses sont alternées par des baisses en deçà de 400 m³/s au cours des années 1946, 1950, 1956, 1958, 1961, 1972, 1978, 1983, 1992, 1993, 2004. La tendance à la baisse dont il s'agit au niveau des deux courbes n'est qu'une légère baisse, donc pas significatif.

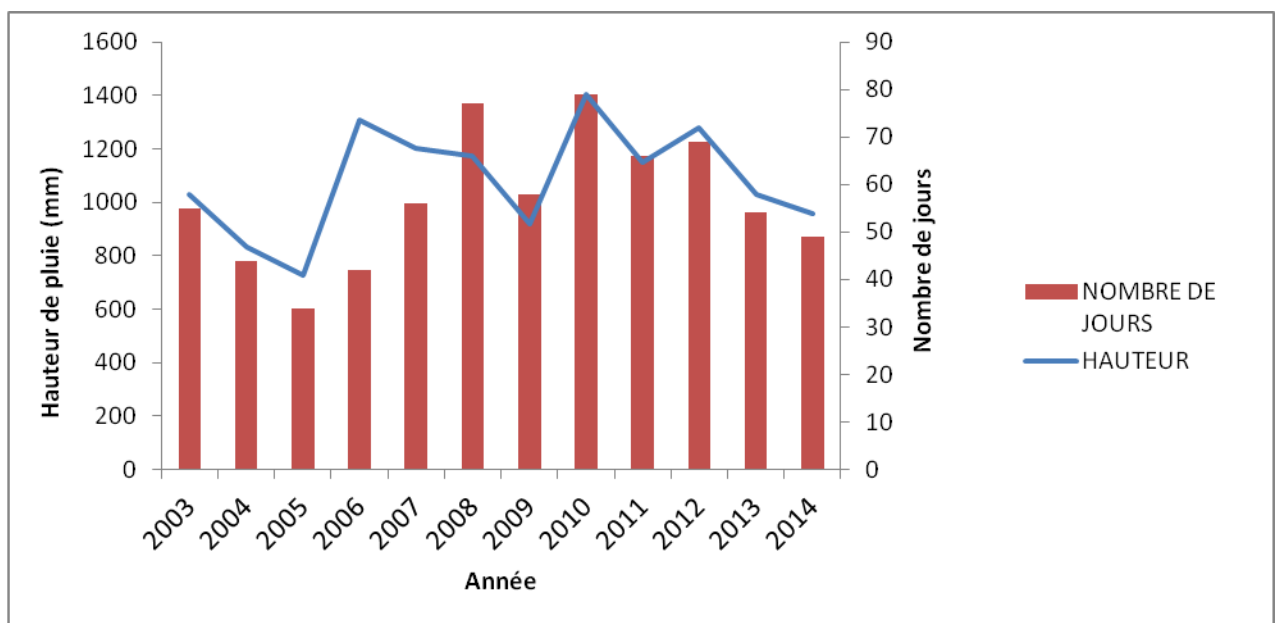


Figure 7 : Evolution pluviométrique et nombre de jours de pluie de la zone d'étude de 2003 à juillet 2014

Source : CADER-Mono/Couffo, Août 2014

De la figure 7, il est observé que le nombre de jours de pluie détermine dans l'ensemble l'ampleur de la pluviométrie. Elle est quasi-proportionnelle pour les années 2003, 2004, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 et la première moitié de 2014. Pour les autres années, un décalage s'observe. Ainsi, les années 2005, 2006, 2007 ont enregistré une importante pluviométrie en peu de jours de pluie pendant que l'année 2008 a connu une situation contraire. Dans le premier cas, il convient de conclure qu'il y a eu assez de pluie en peu de jours ; alors qu'en 2008, la quantité de pluie enregistrée s'est répartie sur plusieurs jours. Cette situation serait la conséquence logique des changements climatiques.

➤ Rapport entre pluviométrie et crues

Le débit de crue étant étroitement lié à la pluie, la relation existante entre ce dernier et la précipitation a été analysée sur la figure suivante.

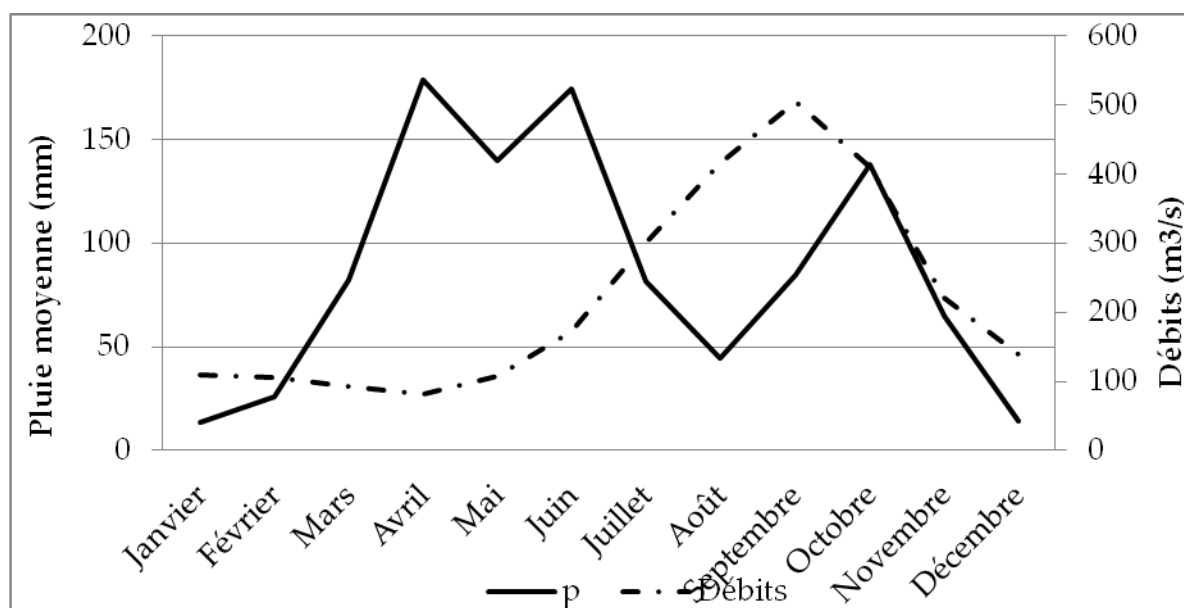


Figure 8: Rapport entre pluie et crue dans le secteur d'étude

Source : ASECNA, 2011

Pour mettre en évidence les liens entre les précipitations et les crues, il a été établi à partir des statistiques existantes, des figures combinant les précipitations et les débits mensuels. La figure 8 montre que les hautes eaux et les inondations se produisent dans la seconde moitié de l'hivernage, entre juillet et novembre. La période de hautes eaux coïncide avec la petite saison pluvieuse dans la zone d'étude. Il existe une relation entre la pluviométrie et les crues. Ainsi, après une forte pluviométrie septentrionale, on observe une descente des eaux qui proviennent du nord. Elles augmentent le niveau du cours d'eau au niveau de Nangbéto. Ce qui cause un excès d'eau, donc un risque de dysfonctionnement de ce barrage ; il faudra donc faire le lâché d'eau pour obtenir la normale.

Les variabilités interannuelles et les fluctuations pluriannuelles des précipitations du fleuve Mono déterminent le niveau de ses eaux. L'alternance de périodes humides et sèches témoigne de ce que le bassin du fleuve Mono n'est pas à l'abri de la variabilité et des changements climatiques qui ne sont pas sans impacts sur les ressources en eau. Les photos 3, 4, 5 et 6 illustrent les manifestations de cette situation sur les ressources en eau du bassin et le Projet d'Aménagement

Hydroagricole de la basse Vallée du fleuve Mono à Athiémé. En effet, le fleuve Mono a connu en 2006, un étiage critique avec un assèchement quasi complet de son lit. En 2010, le fleuve Mono a enregistré une grande crue ayant entraîné des conséquences graves sur la vie des populations.



Photo 3: Assèchement du fleuve Mono
Prise de vue : Guédéssou, 2006



Photo 4: Le fleuve Mono en période de crue
Prise de vue : Sossou, 2010

Planche 2: Le fleuve Mono en période d'étiage critique et en période de crue

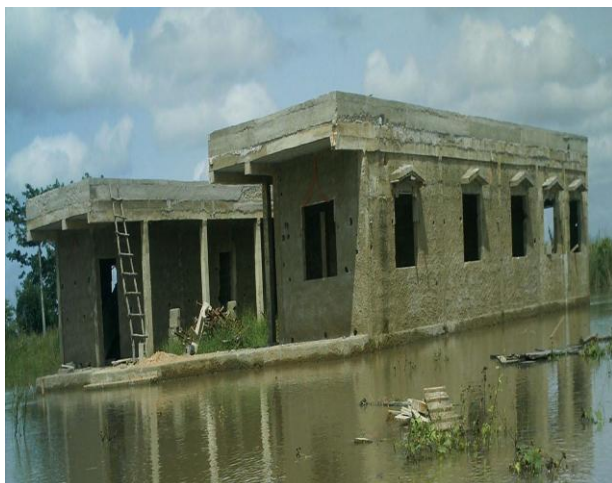


Photo 5: Vue rapprochée des bâtiments du PAHV-MONO



Photo 6: Vue éloignée des bâtiments du PAHV-MONO

Planche 3: Inondation des bâtiments du Projet d'Aménagement Hydroagricole de la basse Vallée du fleuve Mono

Prise de vue : Guédéssou, 2007

Les images de cette planche 2 montrent bien l'évolution que peut connaître un cours d'eau suivant les saisons. Ainsi, l'assèchement critique qu'a connu le fleuve Mono en 2006 est tributaire de l'extrême sécheresse enregistrée au cours de cette

année. La forte pluviométrie de l'année 2010 a entraîné le débordement des eaux du fleuve Mono. Cette crue a envahi plusieurs zones d'habitation et des infrastructures socio-communautaires et des zones de service dont le siège du Projet d'Aménagement Hydroagricole de la basse Vallée du Mono. Ces variations de ce milieu humide constituent les manifestations des changements climatiques.

2.2.2. Les facteurs anthropiques

2.2.2.1. Dynamique des activités anthropiques et leurs impacts

La population totale des communes de Grand-Popo et d'Athiémé a connu un accroissement de 46,73 % entre 1979 et 2013. Ceci a engendré de nouveaux besoins en espaces agricoles, en logements, en bois-énergie et en bois d'œuvre. Le bassin du Mono recèle d'importantes ressources exploitées par les populations locales au Togo et au Bénin. Il constitue un capital important qui supporte les différentes activités pratiquées ; principalement l'agriculture, l'élevage, la carbonisation et la pêche artisanale. Au Bénin, l'agriculture demeure un des principaux moteurs de la croissance économique avec une contribution moyenne à la croissance de 0,9 % entre 2007 et 2009 (SCRP 2011-2015). Elle contribue pour 40 % au Produit Intérieur Brut (PIB) et on estime à 100 000 hectares la superficie défrichée chaque année à l'échelle nationale pour l'installation des champs (MEHU, 2000). On constate chaque année une augmentation des superficies emblavées dans la basse vallée du Mono.

Ago observait en 2005 que la superficie totale emblavée dans les communes d'Athiémé, de Grand-Popo et de Lokossa était de 5358 ha en 1987 et que l'année suivante, elle est brusquement passée à 13 046 ha, soit une augmentation de 145 %. Par la suite, elle a constamment évolué pour dépasser 23 000 ha en 2004.

Cette augmentation subite des superficies emblavées observée après la construction du barrage témoigne de la rapide mise en valeur des terres jadis menacées par le risque récurrent d'inondation. Ces différentes activités ont des impacts directs ou indirects sur l'environnement et l'écosystème naturel,

notamment la végétation. L'analyse diachronique entre 1986 et 2000, effectuée à partir des images satellitaires Landsat ETM+, révèle que 60 % du territoire a connu une dégradation de la couverture végétale dans les communes de Lokossa et d'Athiéme. Dans la plupart des cas, celle-ci s'observe dans des zones qui étaient marécageuses avant la construction du barrage et où la culture de contre-saison est développée actuellement.

Cette occupation du sol dans le bassin, tributaire de la croissance démographique se manifeste également par l'implantation des établissements humains dans les zones inondables (lits ou exutoires naturels du fleuve). Dans le milieu d'étude (communes d'Athiéme et de Grand-Popo), les images satellitaires Landsat ETM+ des années 1986, 2000 et 2013 présenté à travers les figures suivantes, montrent l'ampleur de l'occupation du sol dont les tableau IV et V en présentent l'évolution des différentes unités.

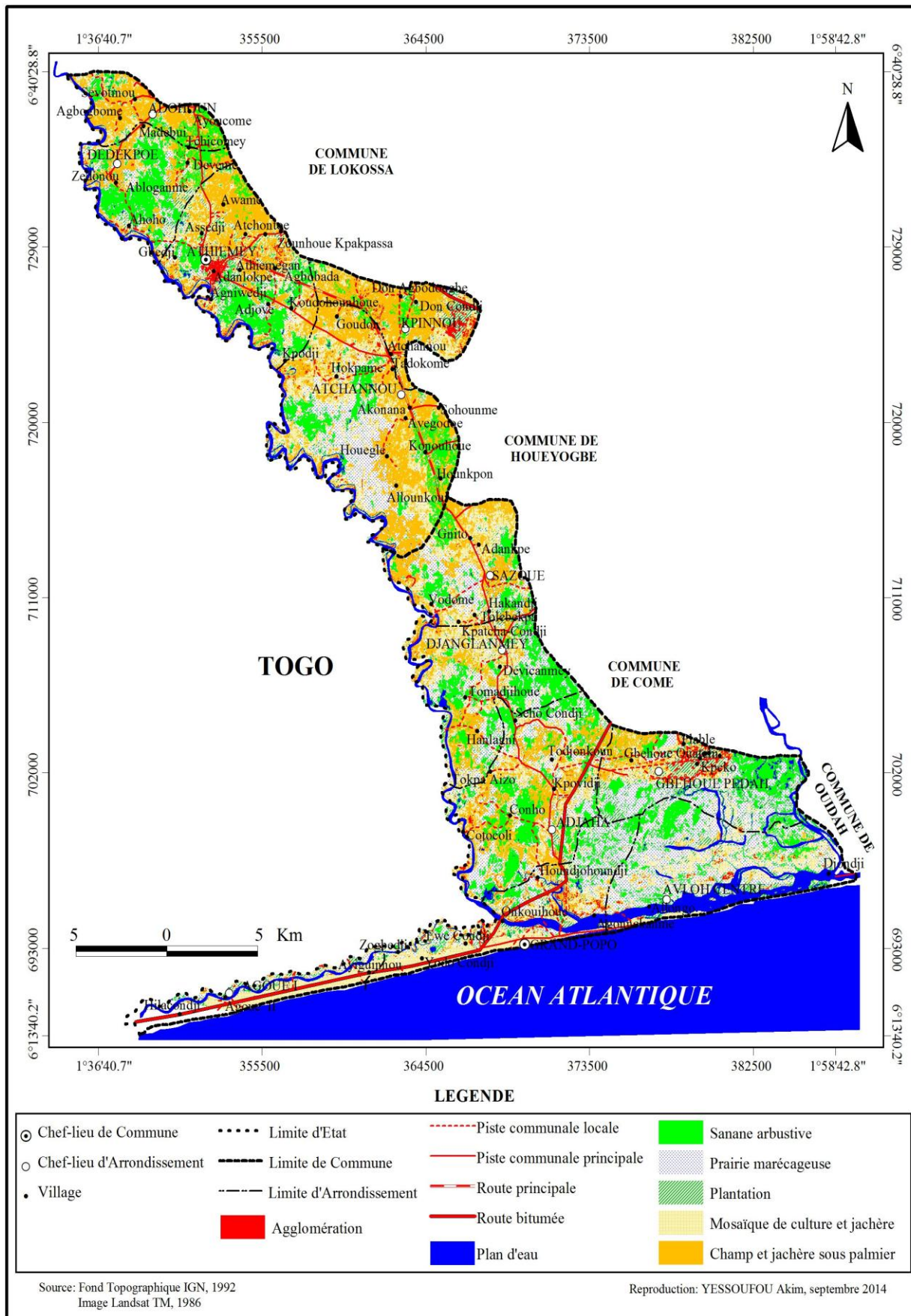


Figure 9: Occupation du sol des communes d'Athiémé et de Grand-Popo en 1986

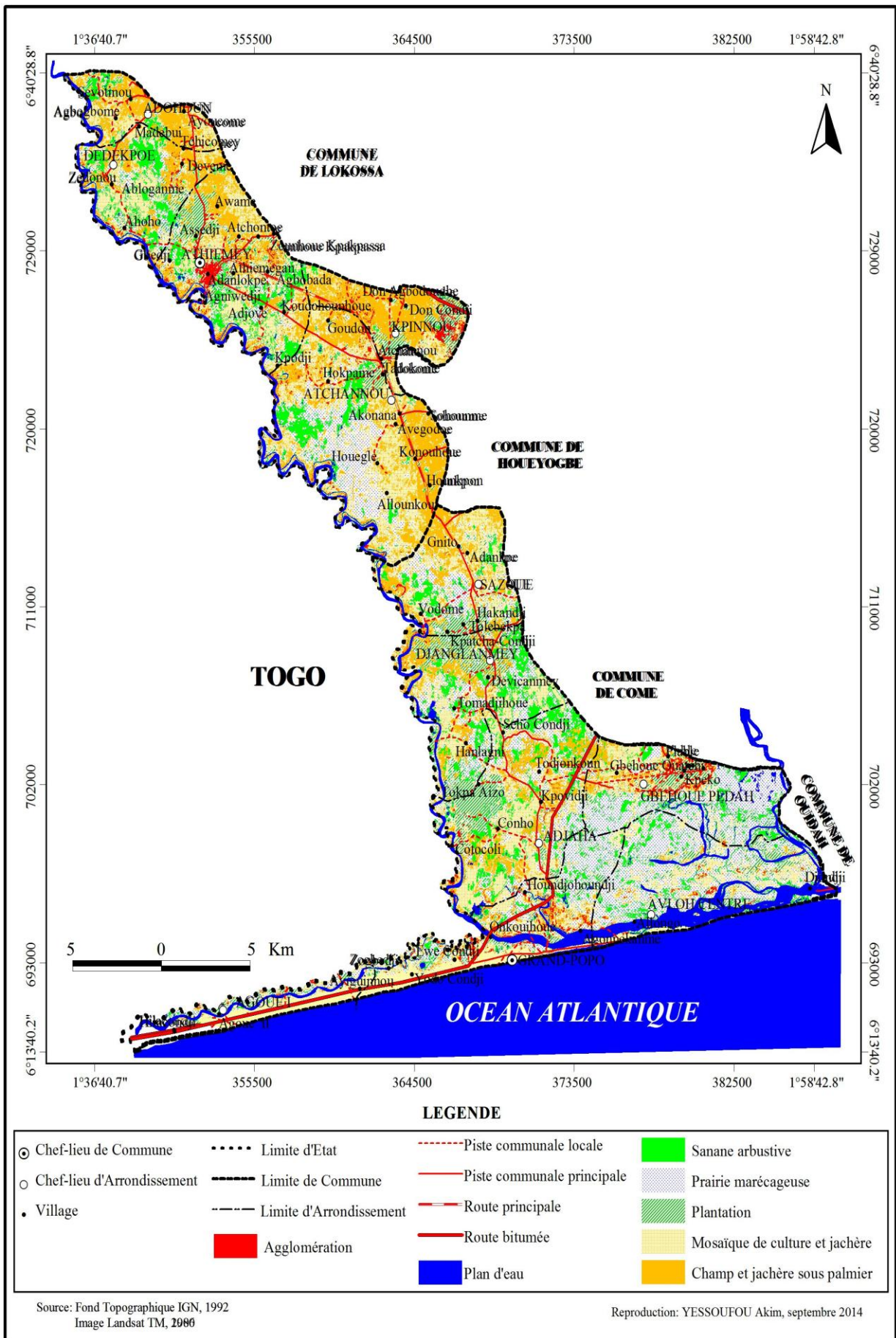


Figure 10: Occupation du sol des communes d'Athiémé et de Grand-Popo en 2000

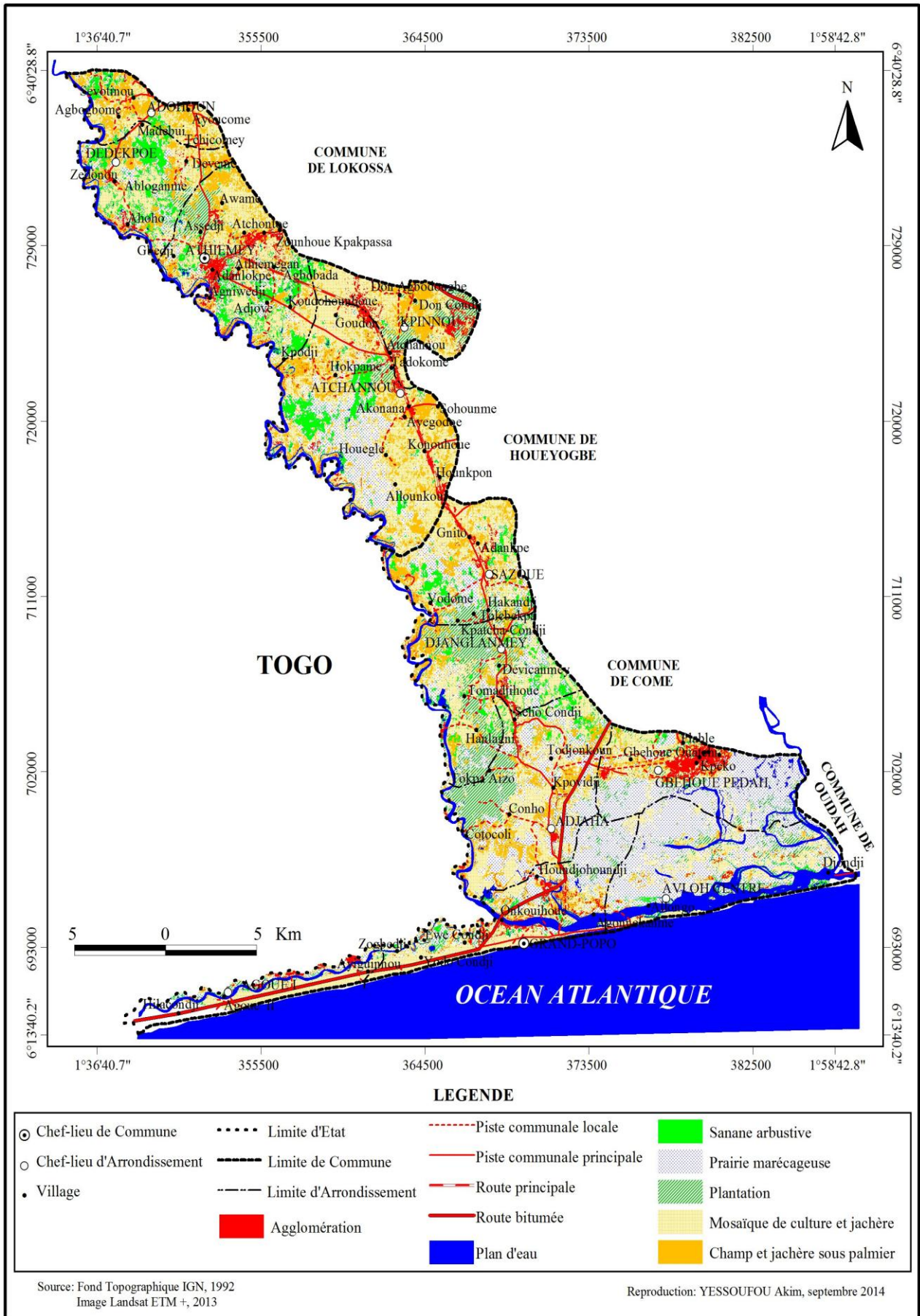


Figure 11: Occupation du sol des communes d'Athiémé et de Grand-Popo en 2013

Tableau IV : Evolution des unités d'occupation du sol en ha de 1986 à 2013

Unité d'occupation du sol	Superficie (ha)			Evolution des unités (ha)		
	1986	2000	2013	1986-2000	2000-2013	1986-2013
Plan d'eau	1 622,48	1 622,20	1 653,96	- 0,28	31,76	31,48
Savane arbustive	9 868,84	5 633,44	3 511,24	- 4 235,40	- 2 122,20	- 6 357,60
Prairie marécageuse	10 964,28	11 466,52	12 475,32	502,24	1 008,80	1 511,04
Plantation	2 920,44	5 081,52	5 261,16	2 161,08	179,64	2 340,72
Mosaïque de culture et jachère	11 870,60	16 012,00	18 334,20	4 141,40	2 322,20	6 463,60
Champ et jachère sous palmier	13 914,28	10 751,68	7 622,32	- 3 162,60	- 3 129,36	- 6 291,96
Agglomération	1 539,08	2 132,64	3 841,80	593,56	1 709,16	2 302,72
Total	52 700,00	52 700,00	52 700,00			

Source : Images satellitaires Landsat ETM+ des années 1986, 2000 et 2013

Légende : ha : hectare

Tableau V : Taux d'évolution des unités d'occupation du sol de 1986 à 2013

Unité d'occupation du sol	Superficie (%)			Evolution des unités (%)		
	1986	2000	2013	1986-2000	2000-2013	1986-2013
	($\Delta 1$)	($\Delta 2$)	($\Delta 3$)	($\Delta 2 - \Delta 1$)	($\Delta 3 - \Delta 2$)	($\Delta 3 - \Delta 1$)
Plan d'eau	3,08	3,08	3,14	0	0,66	0,66
Savane arbustive	18,73	10,69	6,66	-8,04	-4,03	-12,07
Prairie marécageuse	20,81	21,76	23,67	0,96	1,91	2,86
Plantation	5,54	9,64	9,98	4,1	0,34	4,44
Mosaïque de culture et jachère	22,52	30,38	34,79	7,86	4,41	12,27
Champ et jachère sous palmier	26,40	20,40	14,47	-6	-5,93	-11,93
Agglomération	2,92	4,05	7,29	1,13	3,24	4,37
Total	100	100	100			

Source : Traitement des données des images satellitaires Landsat ETM+ des années 1986, 2000 et 2013

Légende : Δ : Variation de l'unité d'occupation du sol ($\Delta 1=1986$, $\Delta 2=2000$, $\Delta 3=2013$) ; % : taux de variation

Cette évolution des différentes unités d'occupation du sol de 1986 à 2013 montre une régression de la savane arbustive (-12,07 % soit - 6 357,60 ha), des champs et jachères sous palmier (-11,93 % soit - 6 291,96 ha) au profit de la prairie marécageuse (2,86 % soit 1 511,04 ha), des plantations (4,44 % soit 2 340,72 ha) des mosaïques de culture et jachères (12,27 % soit 6 463,60 ha), des plans d'eau (0,66 % soit 31,48 ha) et des agglomérations (4,37 % soit 2 302,72 ha) . Cette

situation, tributaire de la croissance démographique de la zone d'étude s'explique essentiellement par la pression humaine sur les ressources naturelles en vue de la satisfaction des besoins en espaces agricoles, en logements, en bois-énergie et en bois d'œuvre.

2.2.3. La construction du barrage hydroélectrique de Nangbéto

Situé sur le fleuve Mono à environ 150 km de la côte atlantique, le barrage de Nangbéto est le seul aménagement hydraulique d'envergure dans le bassin-versant. D'une superficie de 180 km² et profond de 38 m, le lac artificiel de Nangbéto existait avant la construction du barrage. Ce dernier a été construit sur le fleuve Mono à partir de 1985, mais son exploitation industrielle n'a commencé qu'en septembre 1987. Sa capacité de stockage d'eau est de 1715 Mm³ (millions de mètre cube). Le cahier des charges de l'ouvrage, définissait, quatre principaux objectifs (SOFRELEC, 1966 ; CEB, 1985) que sont:

- la production d'énergie électrique ;
- la régulation partielle (30 %) du cours du fleuve Mono ;
- l'irrigation des terres (d'environ 40.000 hectares de terres dans la basse vallée) ;
- la promotion de la pêche pour soutenir les efforts des communautés rurales.

Mais, globalement, ces objectifs n'ont pas été atteints. Ainsi 98 % de la population enquêtée par Amoussou (2010) à Athiémé ont surtout retenu les impacts négatifs de l'ouvrage.



Photo 7 : Amont barrage de Nangbéto

Photo 8 : Vannes barrage de Nangbéto

Photo 9 : Aval barrage de Nangbéto

Planche 4: Amont, vannes et aval du barrage hydroélectrique de Nangbéto

Prise de vue : Tchaboré et Alé, 2008

Le fonctionnement du barrage hydroélectrique (dont l'amont, l'aval et les vannes sont présentés ci-dessus) influence le régime hydrologique du Mono : l'écoulement devenu permanent en aval du barrage est l'une des conséquences positives de la construction du barrage, ce qui a permis une bonification agricole de près de 18 000 ha de terres jadis marécageuses (Ago, 2005). En amont, l'écoulement débute toujours véritablement au mois de juin. L'augmentation à l'amont pendant les mois d'août et de septembre s'explique par les améliorations pluviométriques des mois de juillet et d'août observées entre 1983 et 1986 à Ountivou, et ce dans tout le bassin supérieur où règne un climat soudanien. Aussi, à partir de 1987, les stations d'Ina et de Parakou (climat soudanien au Bénin) ont connu une rupture à la hausse de la pluviométrie annuelle (Hountondji *et al.*, 2003 ; Houanye, 2003). Or le fleuve Mono prend sa source à Bassila, en climat soudanien. Par contre, la diminution des écoulements en aval au cours de ces mêmes mois d'août et septembre, malgré l'amélioration pluviométrique dans le bassin dès la fin des années 80, est attribuée à la gestion du barrage par la Communauté Electrique du Bénin (CEB).

Ainsi, la construction du barrage a affecté à plus d'un titre l'équilibre du complexe : déplacement de 12.000 habitants, modification du régime hydrologique et envahissement des espèces flottantes dans le lit des cours d'eau. Les lâchées d'eau du barrage en absence de sédiments à transporter, érodent les berges, déracinent les arbres en aval (Planche10). Ceci a entraîné la destruction d'habitations à Athiémé (par exemple la disparition de l'ancienne résidence du gouverneur du Dahomey), du fait de l'importance de l'érosion. Il constitue ainsi un facteur de dégradation des écosystèmes dans la basse vallée (Ahouansou, 2011).

Cependant, les barrages hydroélectriques ont été de tout temps présentés comme des ouvrages de développement des peuples. Cette face de bonheur de l'œuvre est rapportée par Bouguerra (cité par Kougbè, 2011) lorsqu'il écrit qu'« En Inde comme dans la plupart des pays du Sud, les barrages sont devenus un article de foi inextricablement lié au nationalisme. Mettre en doute leur utilité relève

quasiment de la sédition ». Il poursuit en affirmant qu' « aujourd'hui, près de la moitié des cours d'eau de la planète sont dotés d'un barrage. Cet engouement – aiguillonné par la technologie et le désir de dompter la nature – part d'une logique à première vue impeccable : *l'eau emmagasinée derrière le barrage permet l'électrification, régule les flots, assure l'irrigation et permet d'augmenter la production agricole* ».

Mais dans le bassin du Mono, les causes des inondations font l'objet d'une polémique. Pour les populations, le barrage de Nangbéto est certainement la cause. Pour d'autres dont le gestionnaire du barrage, c'est le fait des variabilités climatiques. Ago et *al.* (2005) ont reconnu dans leur étude que “ les déversements effectués par le gestionnaire du barrage engendrent une montée du niveau de l'eau en aval, donc une augmentation brusque des débits maximums ”; mais que cela ne suffit pas pour affirmer que les inondations en aval sont le fait du barrage. Il s'agit, selon eux, plutôt d'une coïncidence d'événements climatiques et anthropiques ; en ce sens qu'ils avaient montré que les maxima des débits mesurés à l'aval sont toujours de loin, inférieurs à ce qu'ils étaient avant la construction du barrage hydroélectrique, et ce malgré les déversements de “crué” effectués lorsque la retenue est pleine.

Antheaume (1978) et Pliya (1980) avaient fait des constats similaires en ce qui concerne la montée des eaux et souligné le caractère dangereux du fleuve Mono et la rapidité des inondations dans le bassin, bien avant la construction et la mise en service du barrage en 1987.

Toutefois, il y a lieu de souligner que la gestion du barrage par la CEB favorise d'une certaine manière la crue à l'aval. C'est ce qu'indique Ago (2005) lorsqu'il affirme que : « *Le souci essentiel de l'exploitant du barrage est d'assurer que la retenue soit pleine en fin de saison de pluie. A la centrale, l'allure des courbes de remplissage de la retenue est suivie au jour le jour. Ainsi, la décision d'ouvrir ou non les vannes de l'évacuateur dépend des résultats de comparaison avec les allures des années antérieures. Cette gestion les amène à ouvrir précocement les vannes en année humide. Le cas échéant, ils attendent que la retenue soit*

pratiquement pleine avant d'ouvrir les vannes de façon à relâcher l'exact débit entrant en aval, évitant ainsi toute perte d'eau ». Il n'y a donc pas une optimisation de la gestion de façon à atténuer la « brusquerie » des crues à l'aval et la pointe annuelle.

Tous ces facteurs qui sont à l'origine des inondations représentent donc des menaces permanentes sur l'environnement et la vie sociale et économique des habitants.

CHAPITRE III :

ANALYSE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS ET MESSURES DE PROTECTION DURABLE

Les catastrophes naturelles sont inévitables; toutefois, les lourds tributs payés en vies humaines et en destruction matérielle ne le sont pas. Les activités humaines inconsidérées peuvent à la fois provoquer et accélérer l'impact des catastrophes liées à l'eau. Ces menaces posées par l'eau se sont accrues avec le changement climatique et les activités anthropiques, aux quatre coins de notre planète. Toutefois, avec plus de préparation et de planification, le nombre de victimes et l'importance des dégâts peuvent être réduits. L'indication des stratégies de maîtrise des inondations dans ce bassin hydrographique transfrontalier, nécessite une meilleure connaissance de ses impacts socioéconomiques et environnementaux.

3.1. Analyse des impacts socio-économiques et environnementaux des inondations

3.1.1. Impacts socio-économiques des inondations

Sur le plan économique, l'avènement des crues et des hautes eaux annuelles a des incidences aussi bien négatives que positives sur les principales activités économiques que sont l'agriculture, la pêche, l'élevage et le transport.

3.1.1.1. Sur le plan agricole

Dans le domaine agricole, les eaux d'inondations traversent les forêts galeries et envahissent les champs des bas versants. La destruction des cultures et la difficulté de conservation des produits agricoles créent un manque à gagner pour les producteurs. En effet, les crues précoces des mois de juillet et août dues aux pluies du moyen Bénin envahissent les champs et détruisent les récoltes. De même, les récoltes tardives sont souvent envahies par les crues venant du nord qui sont plus catastrophiques. Tous les produits non récoltés en ce moment, sont

inondés et détruits par les eaux. Selon les populations, la culture la plus vulnérable à la montée des eaux est le manioc dont les racines encore sous terre pourrissent avec l'arrivée des eaux. Elles sont obligées de récolter à la hâte et de brader les produits de peur de perdre la totalité de leur production.

Mais les inondations n'ont pas que d'impacts négatifs sur l'agriculture. En effet, le retrait des eaux induit une forte fertilisation des sols de la plaine d'inondation par l'apport d'éléments minéraux indiqués supra, et une agriculture florissante. C'est ce qui justifie la pratique des cultures de décrue et de contre saison par les populations installées dans la plaine. Cette figure 12 illustre la superficie en hectare des produits vivriers qui a été engloutie par les inondations de 2009.

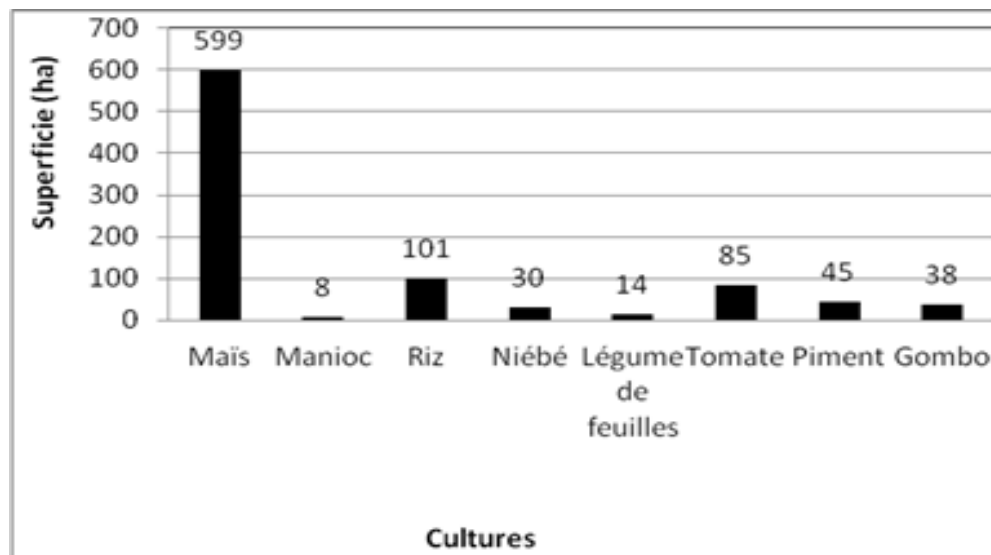


Figure 12 : Evolution des superficies des cultures vivrières inondées de 2006 à 2012 dans le secteur d'étude

Source : ASECNA, 2011

L'analyse de la figure 12 montre que, le maïs, aliment de base a été le plus touché, sans ignorer également le riz.

Le tableau VI fait le point des pertes enregistrées sur le plan agricole durant cinq années.

Tableau VI : Point des inondations sur la période 2006 – 2011 à Athiémé

Campagne	2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010		2010-2011	
	Superficie inondée (ha)	Production (en tonne)	Superficie inondée (ha)	Production (en tonne)	Superficie inondée (ha)	Production (en tonne)	Superficie inondée (ha)	Production (en tonne)	Superficie inondée (ha)	Production (en tonne)
Spéculation										
Maïs	60	90	410	615	599	899	1 890	2 835	2 450	3 675
Riz	0	0	0	0	5	14	97	276	60	171
Manioc	18	335	55	1 025	108	2 012	1 200	22 353	1 850	34 461
Arachide	0	0	0	0	1	1	4	3	5	4
Niébé	12	9	10	7	29	21	65	46	90	64
Légumes feuilles	15	37	4	10	14	35	160	398	210	522
Tomate	11	85	5	38	10	77	74	569	120	923
Piment	7	5	5	4	12	9	42	32	62	47
Gombo	3	8	0	0	4	10	28	73	30	78
Banane	0	0	0	0	15	322	70	1 504	95	2 041
Canne à sucre	0	0	0	0	0	0	4	89	5	111
TOTAL	126	569	489	1 699	797	3 399	3 634	28 178	4 977	42 096

NB : Le niveau du fleuve à l'échelle limnométrique est de 8,65 mètre en 2010 contre 8,45 mètres en 2009.

Source : CeCPA-Athiémé, 2011

L'analyse du tableau VI révèle que les produits vivriers tels que le maïs, le manioc et le riz, sont les plus touchés d'une année à une autre.

Les inondations de 2009 et 2010, avec l'ampleur des dégâts enregistrés dans ce secteur, ont aggravé les conditions de vie des populations. Pour l'année 2010, les pertes financières dans les filières clés de la production végétale sont évaluées à **5.102.550.000 FCFA** dans la commune d'Athiémé par le CeCPA-Athiémé, comme l'indique le Tableau N°VII ci-dessous.

Tableau N° VII : Pertes financières liées aux dégâts causés par l'inondation sur les cultures en 2010

Rubriques Spéculation	Rendement local Kg/ha	Prix au Kg (FCFA)	Production détruite (Kg)	Perte financière (FCFA)
Maïs	1 000	175	2 450 000	28 750 000
Manioc	18 500	100	34 225 000	3 422 500 000
Riz	3 000	350	180 000	63 000 000
Niébé	800	400	72 000	28 800 000
Légumes feuilles	6 000	600	1 260 000	756 000 000
Piment	1 000	1 500	62 000	93 000 000
Gombo	5 000	700	15 000	10 500 000
Tomate	10 000	250	1 200 000	300 000 000
Total perte financière				5 102 550 000

Source : CeCPA-Athiémé, 2011

3.1.1.2 Sur les activités halieutiques

Dans le domaine de la pêche, il est noté une diminution de la production halieutique du fait du ralentissement de l'activité en période de crue. En effet, la vitesse du courant en période de crue oblige les populations à observer une pause dans la pratique de la pêche. Mais, la montée des eaux provoque la pénétration des poissons dans les marais et les lacs temporels ; l'activité de pêche se déplace ainsi du cours d'eau vers ces lacs et marais qui connaissent une prolifération des produits halieutiques en temps de crue. La période d'inondation est une période qui n'est pas favorable à la pêche, compte tenu de la vitesse du courant d'eau. Mais après les inondations, il est observé le curage du lit des cours d'eaux qui contribue au désengorgement favorisant un bon rendement au niveau de la production halieutique.

3.1.1.3 Sur l'élevage

L'élevage initialement très peu pratiqué par les populations de la zone d'étude régresse en temps de crue. Les animaux touchés par les inondations sont essentiellement les veaux, les ovins/caprins, les porcins, les volailles, les lapins.

Parmi toutes ces catégories d'animaux touchées, les volailles sont les plus affectées. En effet, les inondations, l'humidité et les maladies liées à l'eau déciment une bonne partie du bétail. A cela s'ajoute la prolifération des mouches et des reptiles (serpents venimeux) nuisibles au bétail. Le petit élevage de maison constitué de la volaille, des porcins et des caprins voit ses effectifs diminués du fait des noyades massives.

3.1.1.4 Sur le commerce et l'artisanat

La période d'inondation freine également l'activité des commerçants et artisans. En effet, les centres de transformation des noix de palme en huile rouge sont parfois gorgés d'eau, rendant ainsi les activités très difficiles. Les femmes travaillant dans ces centres sont souvent obligées d'arrêter leur production ou travaillent dans l'humidité; ce qui rend malsain le lieu de transformation. Ainsi, l'état actuel des centres fait que les femmes ne peuvent plus s'adonner aux diverses activités génératrices de revenus. Les marchés et les boutiques subissent également les affres des inondations, entraînant ainsi le ralentissement, voire l'arrêt temporaire des activités commerciales dans la localité. Quelques artisans rencontrés au cours des entretiens tels que les couturiers/couturières, menuisiers et les forgerons, nous racontent que leurs ateliers deviennent inaccessibles causant ainsi un arrêt temporaire de leurs activités.

3.1.1.5 Sur les infrastructures socio-communautaires

Les inondations rendent impraticables certaines voies de circulation des localités d'Athiémé et de Grand-Popo isolant ainsi le paysan dans son village avec sa production qui ne peut plus être commercialisée. Une faible fréquentation des marchés s'observe dans certaines localités qui sont du coup enclavées par les

eaux d'inondation. Cette situation crée un manque à gagner pour les populations. La photo suivante montre une route coupée du fait des inondations. Par ailleurs, on note également deux (02) ponts cassés à Assédji et à Ahoumé en 2009. Et à chaque passage des eaux des infrastructures routières surtout les pistes de dessertes rurales sont endommagées. Les photos suivantes montrent des voix inondées.



Photo 10 : Route inondée à Athiémé centre



Photo 11 : Ruelle inondée à Dédékpò

Planche 5 : Voies inondées dans la commune d'Athiémé

Prise de vue: Sossou, 2012

Cette dégradation des pistes conduit les populations, lorsque le niveau de l'eau devient très haut à utiliser des barques qui permettent de joindre rapidement deux localités voisines. Les piroguiers permanents et occasionnels assurent le déplacement des populations moyennant une somme qui varie selon la distance. Selon les piroguiers enquêtés dans les localités, le transport des passagers peut procurer une recette de 1 200 à 1 600 FCFA par jour si le trafic est dense ; ce qui fait en moyenne 36 000 à 48 000 FCFA par mois.

Il faut souligner que l'impraticabilité des routes ne dépasse pas souvent deux mois (durée de pointe des hautes eaux). En somme les inondations dans la zone d'étude affectent différemment les activités économiques.

Aussi, les inondations n'épargnent-elles pas les infrastructures sociocommunautaires telles que les écoles, les marchés, les hôpitaux. Certaines de ces infrastructures sont inondées pendant que d'autres servent d'abris pour

les sinistrés comme l'illustrent les photos suivantes. Mais la présence de l'eau dans les maisons n'est pas sans conséquences sur les habitations.



Photo12 : Marché de Onkuihoué entièrement inondé



Photo 13 : Ecole primaire de Houndjohoundji inondée

Planche 6: Infrastructures sociocommunautaires inondées dans la commune de Grand Popo

Prise de vue: Mensah, 2010



Photo 14: Hangars de marché occupés par les sinistrés

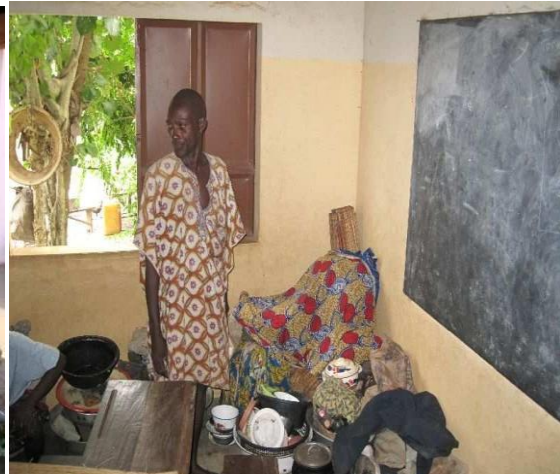


Photo 15: Salle de classe occupée par les sinistrés

Planche 7: Infrastructures sociocommunautaires occupées par les sinistrés dans la commune de Grand-Popo

Prise de vue: Mensah, 2010

3.1.1.6 Impacts sur l'habitat

Les habitations et dans le pire des cas, des villages entiers, sont affectés par le débordement des eaux en période d'inondation. Les maisons, souvent en matériaux locaux (banco, planche, claie) sont installées dans des zones vulnérables, sans aucune norme d'habitabilité. Dans la plupart des cas de destruction des maisons, les populations sont contraintes de migrer vers les terres exondées et sont dépourvues de moyens matériels et financiers de survie. Les photos suivantes présentent quelques habitations envahies par l'eau dans les deux communes.



Photo 16 : Habitat envahi par l'eau d'inondation à Assédji



Photo 17 : Maison inondée à Atchannou

Planche 8 : Habitations inondées dans la commune d'Athiémé

Prise de vue : Sossou, 2012



Photo18 : habitation inondée à Hèvè

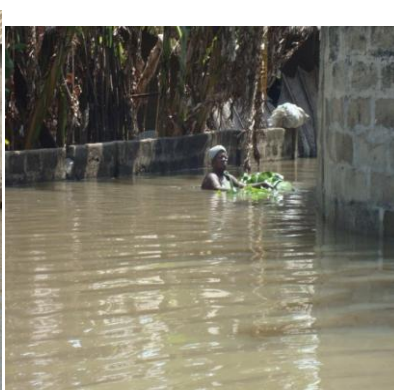


Photo19 : habitation inondée à ounsoukoué



Photo20 : ménage inondé à Nikoué Condji

Planche 9 : Concessions et chambres inondées dans la commune de Grand-Popo

Prise de vue: Mensah, 2010

Ces habitations sont devenues invivables, pourtant ceux qui y vivent disent qu'ils n'ont pas le choix. Les localités sinistrées sont généralement coupées les unes des autres et les populations isolées et difficilement accessibles par les acteurs d'assistance sociale (Boko, 2004).

La vulnérabilité des habitations est favorisée par le caractère traditionnel des constructions faites en matériaux locaux qui opposent une très faible résistance aux eaux d'inondation. Ces habitats sont faits en matériaux locaux et sont exposés aux eaux d'inondation. Cela se manifeste par le décapage accentué et la dégradation de leurs fondations.

3.1.1.7 Impacts sanitaires des inondations

Dans le domaine sanitaire, l'avènement des inondations est suivi de la prévalence de plusieurs maladies d'origine hydrique notamment la diarrhée, les maladies cutanées, le paludisme, le choléra, etc. Les dispensaires des localités sont dans l'eau, le péril fécal est potentiel car les toilettes, les matières fécales sont à la merci des flots et des clapotis du fleuve.

Les plus grands nombres de personnes malades affectées par les inondations s'observent dans les mois de juillet, août et septembre, comme l'indique la figure suivante qui montre l'évolution du nombre de personnes malades affectées par les inondations en 2010 dans le centre de santé d'Athiémé, en fonction des mois de l'année.

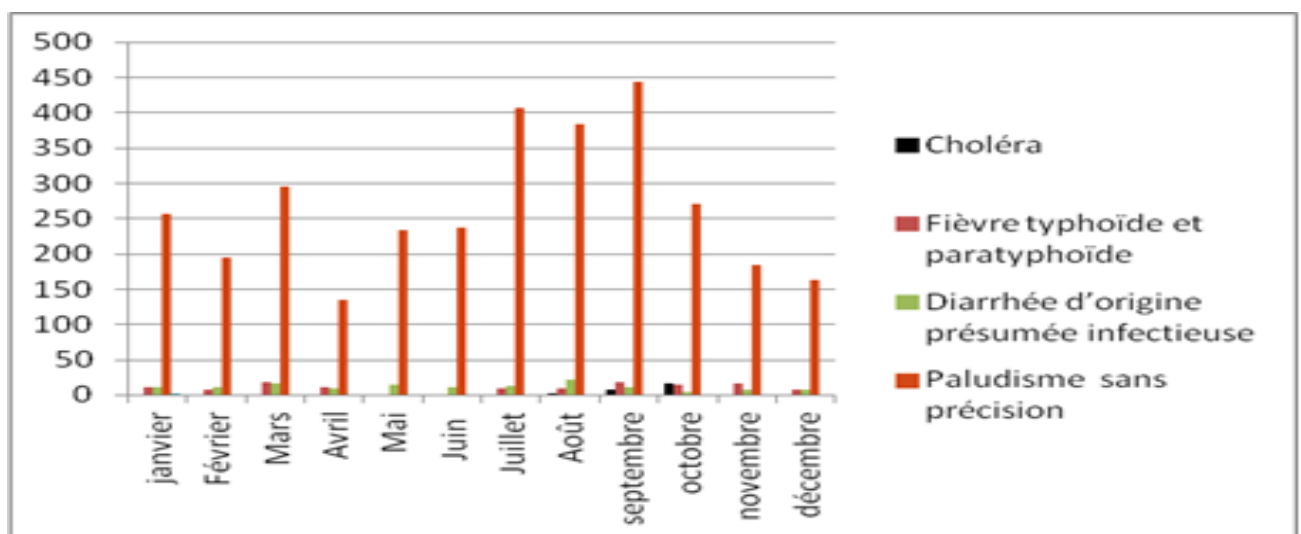


Figure 13 : Evolution du nombre de malades en fonction des mois de l'année 2010, dans le centre de santé d'Athiémé

Source : Enquête de terrain-Amoussou, 2011

La situation présage le développement du paludisme, les affections gastro-intestinales et des infections respiratoires aiguës au regard de leur vulnérabilité à la pauvreté. Cela est accentué par les impacts des inondations du fleuve Mono. En outre, le taux de prévalence de ces maladies est très élevé aux mois de juin, juillet, août et septembre. Ces mois correspondent en effet aux mois de saison pluvieuse et de saison de crue. Cette situation sanitaire observée dans la zone d'étude est quasiment identique à toutes les zones humides du Bénin.

En effet, Bonou (2004) détermine, dans son analyse du profil épidémiologique de Zinvié et de Kpanroun, que le paludisme est la première cause de consultation dans les formations sanitaires enquêtées dans ces localités avec de fortes moyennes dans la période d'avril à août (saison pluvieuse et crue). Cette affection frappe de façon endémique avec une forte prévalence en saison pluvieuse pendant et après la crue. Les affections gastro-entérites viennent en troisième position avec une variation en dents de scies.

Présentant en 2001, l'étude qu'il a faite au cours de l'année 2000 sur l'état de santé des populations de Lokossa, on constate que les gastro-entérites ont éprouvé beaucoup de populations de janvier à avril. Cette période de l'année correspond à celle où les habitants des villages ne disposant pas de forages ou de système d'adduction, manquent d'eau pour les besoins domestiques. Les eaux des rivières et des lacs deviennent ainsi les sources d'approvisionnement en eau des dites populations de Lokossa.

Une certaine ressemblance émane ainsi de la comparaison des caractéristiques épidémiologiques de ces territoires : c'est la présence systématique du paludisme et des infections gastro-entérites. Ils varient au gré des saisons ou de la présence de l'eau. L'analyse des données des centres de santé des communes d'Athiémé et de Grand-Popo dévoile également une pareille variation saisonnière.

3.3.1.3. Autres impacts des inondations

L'avènement des inondations dans la zone d'étude provoque des pertes en vies humaines. Selon les populations enquêtées, environ 5 personnes en moyenne meurent par noyade à chaque période d'inondation. Ces noyades surviennent souvent lors des traversées du cours d'eau en pirogue ou dans les maisons inondées où les enfants tombent et se noient.

D'une manière générale, les périodes d'inondation sont des moments de détresse pour les populations riveraines du fleuve Mono.

Pour cette tentative d'évaluation des impacts des inondations sur les composantes du milieu et les activités socioéconomiques, le cadre de référence pour l'évaluation de l'importance des impacts des inondations de l'ABE (1998), a été utilisé. Le tableau VIII présente la matrice d'évaluation de l'importance de ces impacts.

Tableau VIII : Matrice de Léopold sur l'évaluation des impacts des inondations dans les communes d'Athiémé et de Grand-Popo

Phénomènes	Composantes du milieu	Impacts	Source de l'impact	Nature de l'impact	Etendue de l'impact	Durée de l'impact	Degré de perturbation
Inondations	Air	Pollution de l'air	Stagnation des déchets dans les eaux	Négatif	Générale	Temporaire	Moyen
	Eau	Pollution de l'eau	Présence des déchets dans les cours d'eau	Négatif	Générale	Temporaire	Moyen
		Alimentation des cours d'eau	Crue	Positif	Générale		Moyen
	Sol	Dégradation du sol	Particules du sol emportées par les eaux	Négatif	Locale	Permanente	Fort
		Fertilisation du sol	Dépôts des limons et des matières organiques	Positif	Locale		Fort
	Bâtiments	Dégradation des bâtiments	Absence de conduite d'eau et stagnation des eaux	Négatif	Locale	Permanente	Moyen
Agriculture Baisse de la production agricole		Destruction des cultures	Crue	Négatif	Locale	Temporaire	Moyenne
		Augmentation de la production agricole	Fertilisation des sols	Positif	Locale	Temporaire	Moyenne
Pêche	Baisse des produits de pêche	Pêche infructueuse	Crue	Négatif	Locale	Temporaire	Forte
Budget	Budget en baisse	Baisse des recettes	Crue	Négatif	Générale	Temporaire	Faible
Ménages	Baisse des revenus	Destruction des cultures	Crue	Négatif	Locale	Temporaire	Moyenne
Santé	Maladies	Présence des eaux stagnantes	Crue	Négatif	Générale	Temporaire	Faible
Emplois	Perte d'emplois	Crue	Crue	Négatif	Générale	Temporaire	Faible
Psychologie	Peur et crainte	Crue	Crue	Négatif	Générale	Temporaire	Forte

Source : Résultat des recherches, août 2014

3.1.2 Impacts environnementaux des inondations

Les unités vulnérables prises en compte par l'analyse ici sont le couvert végétal, la faune et les berges du fleuve Mono.

3.1.2.1. Impacts sur le couvert végétal

Les activités pratiquées dans le bassin ont des impacts importants sur l'environnement et les ressources naturelles de façon directe ou indirecte (Fanou *et al.*, 1997 ; Sokpon *et al.*, 1997 ; Ago, 1999, 2001 ; Dainou, 2000 ; MEHU, 2000 ; Ariori, 2004). Déjà en 1975, les forêts reculaient de manière inquiétante au Bénin à un rythme annuel d'environ 1000 km² (MEHU, 1993). Selon Paradis (1988); 95 % du territoire béninois autrefois couvert par les mangroves, est actuellement occupé par des herbacées des milieux salés. Stone (1996) ajoute que l'agriculture pénètre de plus en plus les zones protégées et les terres marginales au Bénin. Les faibles densités de peuplement arborescent obtenues par Ago (1999) lors de ses inventaires dans les forêts sacrées du plateau Adja relèvent des pressions anthropiques.

Sena (2003) a observé dans la région des Plateaux au Togo que les formations forestières ont reculé sous la pression croissante des cultures et des activités humaines émergentes. L'auteur signale que dans la ville d'Atakpamé au Togo (zone du barrage), la couverture forestière est passée de 1939 ha en 1970 à 40 ha en 2000 ; et la ville s'est étendue sur plus de 2025 ha occupant les versants alors qu'elle ne couvrait que 481 ha en 1970.

La végétation naturelle qui occupait 43 % du bassin en 1965 ne représentait plus que 13 % en 1995 alors que les superficies agricoles sont passées de 53 % à 76 % de la superficie du bassin et que la superficie des sols nus a triplé, passant de 4 % à 11 % de celle du bassin. D'autres études ont donné des résultats similaires dans la région sahélo-soudanienne, notamment au Niger et au Burkina-Faso (Luduc *et al.*, 2000 in Mahe *et al.*, 2005 ; Mahe *et al.*, 2003).

Or la végétation, et plus particulièrement la composition floristique et la densité des arbres, joue un rôle très important dans l'ampleur et la fréquence des

événements, la morphologie fluviale, les débits, la stabilisation des berges et la géométrie du lit (Mahe *et al.*, 2003, 2005 ; Bravard & Petit, 1997). Même si l'on admet qu'il n'existe pas de corrélation évidente entre l'ampleur des inondations et la dégradation de l'environnement du bassin, la contribution de celle-ci apparaît plausible. Pour Clédjo (2011), dans le bassin du fleuve Ouémé, l'impact des inondations sur les écosystèmes naturels est plus important en raison de la mise en place des établissements humains au mépris des règles élémentaires d'installation dans les aires inondables des cours ou plans d'eau du bassin. En conséquence, les fonctions écologiques des écosystèmes naturels changent, rendant les populations plus vulnérables du point de vue économique et sanitaire.

Par ailleurs, la population de la zone d'étude a connu un accroissement de 46,73 % entre 1979 et 2013. De nouveaux besoins sont ainsi satisfaits au détriment des zones naturelles dans le bassin versant. D'autres auteurs ont mis en exergue l'impact de l'accroissement démographique sur la dégradation des ressources naturelles (Mainguet, 1991 ; Kokou, 1998 ; Ago, 1999 ; Mathieu, 2001 ; Ariori, 2004 ; Ozer, 2004b). L'écosystème de la zone à l'aval du barrage, notamment le couvert végétal, paye ainsi le prix de cet accroissement démographique.

3.1.2.2. Impacts des inondations sur la faune

Que ce soit la faune sauvage ou domestique non aquatique, elles sont perturbées par les eaux de crue. En période de crue, les eaux détruisent les habitats de certaines espèces sauvages. Celles-ci migrent alors vers les terres non inondées où sont installées les populations. Selon les enquêtés, diverses espèces animales sauvages telles que le varan, la vipère, etc. qui sont à la recherche de refuge se rencontrent dans les maisons, dans les alentours immédiats et parfois dans les chambres. Pour ce qui concerne la faune domestique, elle enregistre de nombreuses pertes par noyade, les espèces les plus vulnérables étant les caprins, les porcins et la volaille.

3.1.2.3. Impacts sur les sols et les berges

La fertilisation des sols est l'œuvre de débris végétaux et minéraux charriés par les eaux en période d'inondation. Ces particules se déposent dans la plaine

d'inondation de décrue. La nature des dépôts après le retrait des eaux a fait l'objet d'une étude par Lamouroux (1958). La composition en éléments minéraux de dépôts est présentée dans le tableau suivant.

Tableau IX : Eléments minéraux contenus dans les dépôts

Eléments	Proportion
Matières organiques	5 à 7 %
Azote (sulfate d'ammoniaque)	400 à 1600 kg /ha
Phosphate	32 à 75 kg/ha
Bases échangeables	150 à 250 kg /ha
- 3 oxydes de calcium (CaO)	
- 4 oxydes de magnésium (MgO)	
- 5 oxydes de sodium (SO ₂)	

Source : Lamouroux, 1958

Légende : CaO : Oxyde de Calcium ; MgO : Oxyde de Magnésium ; SO₂ : Dioxyde de Sodium

Ces éléments renouvellent la fertilité des sols des plaines alluviales. C'est ce qui explique en partie, l'installation des populations dans ces plaines inondables malgré les contraintes physiques du milieu, car la fertilité des sols leur permet de pratiquer de façon permanente, les activités agricoles.

Les berges du fleuve Mono qui constitueraient, une fois aménagées, une richesse économique exploitable touristiquement pour les communes riveraines, subissent une érosion très avancée tant du côté béninois que togolais (Kougbe, 2011) comme l'illustrent les photos suivantes. En effet, l'étude d'impact menée par l'université du Bénin (Togo) et le Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF) sur le barrage de Nangbéto (situé à 180 km de l'embouchure du Mono et mis en service en 1987), a montré que la gestion des eaux du barrage allait provoquer un certain nombre de perturbations hydrologiques et sédimentologiques telles que l'arrêt de la fourniture de sédiment, avec pour conséquence la modification du rapport débit /charge entraînant une plus grande agressivité vis-à-vis des fonds et des berges et des phénomènes d'érosion localisés dans la vallée (PDES-Grand-Popo, 2004). Kougbe (2011) observait que ce phénomène d'érosion

est très avancé du côté de la berge béninoise avec pour conséquences la disparition des arbres centenaires dont le dernier kapokier (*Bombax costatum*) tombé en 2009, tous constitutifs du patrimoine historique de la ville d'Athiémé. La résidence du Maire (Résidence de l'ancien commandant de cercle du Mono) est menacée de disparition (clôture à peine située à 1m de l'eau) au même titre que les localités de Togblo, Hokpamè, Alloukouï, (arrondissement d'Atchannou) ou de Agniwédji (arrondissement d'Athiémé). Quant au village de Hadjivi, béninois depuis l'origine, une bonne partie se retrouve désormais du côté togolais sous le diktat des méandres créées par les lâchées d'eau du barrage. Il souligne que la voie qui mène à l'embarcadère d'Agniwédji, déjà déplacée trois fois, est atteinte par l'érosion à l'entrée du village.



Photo 21: Erosion des berges menaçant de chute le kapokier Photo 22: Etat érosif des berges du fleuve Mono

Planche 10: Manifestation et conséquences de l'érosion des berges du fleuve Mono à Athiémé

Prise de vue : Guédéssou, 2008

3.2. Les stratégies de maîtrise des inondations dans le bassin hydrographique du fleuve Mono

La maîtrise des inondations dans le bassin du fleuve Mono exige la mise en place des ouvrages pouvant contenir les eaux de crue, le développement d'une politique rigoureuse d'occupation du sol dans le bassin et la gestion efficace des lâchées d'eaux du barrage de Nangbéto. A ces mesures de gestion durable, il faut mettre en place celles de protections civiles à appliquer au cas par cas.

3.2.1. Les mesures de maîtrise des eaux de crue dans le bassin

La maîtrise des eaux à l'échelle d'un bassin hydrographique nécessite l'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Le SDAGE est élaboré à l'échelle d'un bassin hydrographique alors que le SAGE l'est à l'échelle d'un sous-bassin hydrographique selon les dispositions de la Loi 2010-44 du 24 novembre 2010 portant gestion de l'eau en République.

Le SDAGE est un véritable outil d'orientation et de planification pour l'aménagement et la gestion coordonnée et décentralisée de l'eau à l'intérieur duquel chacun (Etat, Collectivités locales, Usagers) assume son rôle. Il constitue une réponse cohérente, globale et concertée aux problèmes de l'eau dans un espace géographique donné. Ces actions ne visent donc pas directement à proposer des investissements ou des aménagements, mais plutôt à élaborer les cadres techniques dans lesquels ces investissements pourront être définis et réalisés.

Tout en proposant les orientations fondamentales et les dispositions pour répondre aux enjeux du bassin, le SDAGE visera entre autres :

➤ la restauration du caractère naturel des rivières : il s'agit d'aménager ou de supprimer les obstacles à la migration des poissons et des sédiments pour restaurer la continuité écologique des cours d'eau, de créer les conditions favorables au maintien ou au retour des espèces vivant dans les cours d'eau (poissons, invertébrés...). Il s'agit par exemple de stabiliser certaines berges de rivières et de les replanter, de remettre en état des zones humides servant de frayères.

➤ les actions de lutte contre les pollutions diffuses ont pour but d'une part de mieux utiliser les fertilisants (notion de fertilisation équilibrée) et de réduire l'utilisation des pesticides, d'autre de limiter le transfert des polluants vers les eaux notamment par la mise en place systématique de bandes enherbées le long des cours d'eau. Le SDAGE prévoit aussi que les SAGE devront systématiquement définir un plan de réduction de l'usage des pesticides.

➤ le partage de la ressource en eau : le SDAGE fixe des objectifs de débit minimum à respecter dans les cours d'eau sur l'ensemble du bassin. En

complément il identifie les secteurs où les prélèvements dépassent la ressource en eau disponible et prévoit les mesures pour restaurer l'équilibre et éviter les sécheresses récurrentes.

➤ les zones humides : la prise de conscience du rôle essentiel que jouent ces zones pour la qualité de l'eau est récente. Le SDAGE insiste d'une part sur la nécessité de les inventorier pour les protéger et d'autre part sur le besoin de restaurer celles qui ont été dégradées. Il prévoit des dispositions de compensation de zones humides détruites. Dans les territoires où les zones humides ont été massivement asséchées, les SAGE devront définir des plans de reconquête.

➤ le SDAGE encourage le développement des SAGE, les schémas d'aménagement et de gestion des eaux. Ces outils de gestion locale de la ressource en eau amènent les acteurs à échanger leur point de vue et permettent de décliner localement les objectifs du SDAGE.

Sur la base de ces documents, des mesures de protection structurantes consistant à construire des ouvrages destinés à modifier le régime des cours d'eau de façon à réduire la submersion de la plaine d'inondation correspondante doivent-elles être envisagées. Les options de réalisation de digues, de réservoirs d'accumulation en amont, des bassins de retenue et des travaux de correction des cours d'eau sont des mesures de protection contre l'inondation.

Les *digues* sont de remblais de terre construits de part et d'autre d'un cours d'eau pour contenir les eaux de crue (Miller, 1997) ; et à Kougbè (2011) d'observer que la loi 2010-44 du 24 novembre 2010 portant gestion de l'eau en République du Bénin se veut plus globalisant lorsqu'elle définit les digues comme des ouvrages destinés à contenir les eaux, à protéger de leurs effets ou à guider leur cours (article 5). Les digues construites trop près des berges auront tendance à s'éroder à leur base et finiront par s'effondrer. L'option de digues réalisées à distance raisonnable des cours d'eau semble meilleure avec l'unanime acceptation d'existence de zone inondable non protégée à défaut de digues d'enceinte spéciales. Une autre possibilité consiste à endiguer les principaux secteurs (villes, agglomérations, champs de cultures).

Les *réservoirs de maîtrise des crues* permettent de retenir les eaux de crue et de les relâcher progressivement afin de réduire la pointe de crue. L'option de grands réservoirs aménagés sur l'axe principale du cours d'eau (barrage), cède la place à celle de petits réservoirs sur les affluents. Ainsi, la construction de « barrages agricoles » dans la partie supérieure des affluents du fleuve Mono, avant même qu'un véritable cours d'eau se forme, et où ils permettent d'accumuler de l'eau à des fins agricoles tout en empêchant le ruissellement direct, est une solution d'atténuation des crues à la source. La réalisation de ces types de barrages dans les zones non agricoles (les zones forestières par exemple) permettrait de maîtriser le ruissellement excédentaire à la source.

Les *bassins de retenue* encore appelés « bassins d'équilibre », sont de petits bassins qui servent d'ordinaire, dans les villes, à atténuer l'effet de l'écoulement rapide en provenance des rues pavées et des toîts. Mais en zone rurale, la réalisation de bassins de retenue extrêmement grands, comme le fait la Chine, pourrait permettre d'amortir les crues des fleuves et de lutter efficacement contre les inondations.

La *correction des cours d'eau* consiste à apporter des améliorations à leur lit, de sorte qu'ils évacuent les eaux de crue plus rapidement, sans élévation excessive du niveau de la crue. On pourrait ainsi approfondir ou élargir le lit ou encore le rendre plus rectiligne. On peut aussi creuser un canal de dérivation spécial permettant d'évacuer les eaux de crue, soit autour d'un lieu à protéger, soit totalement en dehors du bassin versant. Cette correction doit s'accompagner de la construction de digues destinées à délimiter le lit.

Quelque soit l'option à retenir, Kougbè (2011), souligne que les enjeux économiques du milieu doivent servir de base au choix du type d'aménagement. Ainsi, l'ouvrage de protection varie selon que l'on est en présence d'une zone rurale ou urbaine.

3.2.2. L'occupation du sol et gestion efficace des lâchées d'eau du barrage

Les zones inondables sont des lieux impropres à l'installation d'établissement humain. Ainsi, aucune construction ne doit être érigée dans ces espaces. Définissant les zones interdites à la construction, les règles de gestion de l'espace annexé au SDAC de la commune d'Athiémé, précisent en son article 49 que : « Tous les terrains situés dans les dépressions et les zones marécageuses sont impropres à l'habitation et sont déclarés par conséquent interdits à la construction. Ils sont réservés aux espaces boisés, aux cultures maraichères et servent d'exutoire aux eaux pluviales ».

Par l'arrêté n°0002/MEHU/DC/DUA du 7 février 1992 définissant les zones impropres à l'habitation, certaines zones, « considérées comme impropres à l'habitation sont exclues de tout aménagement spatial, urbain ou rural, impliquant l'installation permanente des populations notamment les lotissements ». Pour Sohounou (2001), cet arrêté apparaît aussi et surtout comme une mesure de protection du domaine public et de l'environnement car les zones exclues de l'urbanisation ici sont pour la plupart, des dépendances du domaine public (...lits et berges des cours d'eau...). En effet, selon l'article 2 de l'arrêté, "les terrains inondables, marécageux ou mouvants ; les lits des cours d'eau ; les berges des cours d'eau, des lacs permanents ou saisonniers, sauf dispositions administratives contraires, sur une distance de 100 m à partir de la limite des plus hautes eaux ; les zones inondables" sont considérées comme impropres à l'habitation sans limitation. De plus, l'arrêté précise que : « *Les personnes installées indûment dans les zones impropres à l'habitation sont déclarées occupant illégaux. Leur déplacement, le cas échéant, par les autorités administratives compétentes, ne saurait être assujéti à un quelconque dédommagement* » (article 4).

Pour une meilleure gestion de l'occupation du sol, les communes du bassin du Mono en générale et celles d'Athiémé et de Grand-Popo en particulier doivent en vertu de leur compétence en matière d'aménagement du territoire, préserver les zones inondables d'implantation humaine en élaborant leur Plan de Développement Communal qui au sens de l'article 84 de la loi n°97-029 du 15

janvier 1997 portant organisation des communes en République du Bénin, regroupe le Schéma Directeur d'Aménagement Communal (SDAC), le Plan de Développement Economique et Social (PDES), les plans d'urbanismes dans les zones agglomérées, les règles relatives à l'usage et à l'affectation des sols (plans d'occupation des sols), les plans de détails d'aménagement urbain et de lotissement. Une réglementation effective, une autorisation raisonnée et un contrôle rigoureux de l'occupation temporaire du domaine public surtout fluvial permettraient de résoudre de façon efficace le problème des zones inondables.

Quant à la gestion efficiente des lâchées d'eau du barrage de Nangbéto, il s'agit d'une intégration des risques encourus par les populations situées en aval dans le processus de gestion du barrage. Il est donc question pour la CEB d'optimiser la gestion de façon à atténuer la « brusquerie » des crues à l'aval et la pointe annuelle. En effet, la CEB constatant le dépassement de la capacité de rétention d'eau du barrage, lâche le surplus pour sauvegarder l'édifice de toute rupture. La conciliation des intérêts des populations en aval et ceux du gestionnaire nécessite la mise en place d'un système de gestion concertée du lâchage des eaux du barrage ; lequel permettrait d'étudier les sacrifices à consentir par les autorités locales et la CEB pour suppléer aux lâchées brusques et d'adopter des méthodes de relâchement progressives afin de réduire la pointe de la crue. Ainsi, comme le suggère Kougbè (2011), lorsqu'une crue s'amorce ou est prévue sur la base des apports totaux moyens annuels d'eau attendus, la CEB pourrait ouvrir ses vannes afin de vider partiellement et d'augmenter sa capacité de stockage. En aval, la crue commencera donc plus tôt et durera plus ou moins longtemps, mais avec une pointe de crue moins accentuée.

Aussi, avec un système de prévision de crue, les prévisions estimées du débit du fleuve permettraient de planifier les lâchées et une analyse de l'incidence de ces dernières sur le débit en aval. Ainsi, la CEB évitera le remplissage imprévu de son réservoir, donc d'écarter les relâchements d'urgence aggravants les inondations.

3.2.3. Les mesures de protection civile

Tout plan de réduction des inondations ne peut être conçu que pour des inondations d'une envergure limitée, qui sera dépassée tôt ou tard (Miller, 1997). Dans ce cas, il convient que la prévention ne se soit pas érigée en une panacée mais qu'elle soit accompagnée des mesures d'intervention d'urgence préétablies pour gérer d'éventuel sinistre (Kougbè, 2011) surtout dans un contexte de changement climatique.

Ces mesures doivent provenir des autorités à divers niveaux du territoire national qui mettent en œuvre les plans appropriés. Ainsi, au niveau national, nous avons l'agence nationale de protection civile (ANPC) créé par Décret N°2012-426 du 6 novembre 2012 portant création, attributions, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale de Protection Civile. Etablissement public à caractère administratif et social, l'ANPC a pour mission de contribuer à la mise en œuvre de la politique gouvernementale en matière de réduction des risques de catastrophe. A cet effet, elle est, entre autres, chargée de prévenir tout risque de catastrophe sur l'ensemble du territoire national, de mettre en œuvre le Plan National d'Organisation des Secours en cas de Catastrophe (Plan ORSEC), de centraliser et de coordonner les secours à apporter aux populations sinistrés, de veiller à la protection de l'environnement. Elle dispose des antennes départementales.

Au niveau communal, le Maire est le premier gestionnaire des situations de catastrophes sur son territoire conformément à l'article 76 alinéa 6 de la loi 97-029 du 15 janvier 1999 portant organisation des communes en République du Bénin. Ainsi, les autorités communales d'Athiémé et de Grand-Popo doivent en vertu du principe de subsidiarité prendre les dispositions nécessaires pour anticiper sur les événements calamiteux, pour empêcher leur survenue ou en limiter les effets ; et ceci à travers un plan de contingence.

Que doivent faire les autorités politico-administratives pour préserver l'existence humaine au niveau du bassin du fleuve du Mono ?

3.3. Suggestions à l'endroit des pouvoirs publics

S'il n'est pas possible d'influer sur la pluviométrie et peut être de modifier la nature du sol, on peut par contre prendre des mesures pour remédier aux problèmes aggravants des inondations (Kougè, 2011) dont l'analyse des facteurs déterminants, des impacts dans le bassin du fleuve Mono assorties de solutions, exige que des dispositions pratiques soient prises par les pouvoirs publics.

3.3.1. Suggestions à l'endroit de l'Etat

Le bassin du fleuve Mono est un bassin hydrographique transfrontalier partagé par le Bénin et le Togo. L'Etat a aussi un rôle à jouer en matière de lutte contre les inondations dans les communes en général et en particulier dans celles d'Athiémé et de Grand-Popo compte tenu du statut du fleuve Mono. Ainsi, il doit :

➤ réaliser avec l'Etat togolais, le barrage d'Adjarala pour soutenir le barrage de Nangbéto dans la rétention des eaux du fleuve en vue de limiter la crue en aval surtout que les incertitudes climatiques tendent de plus en plus à compromettre le processus d'amélioration des conditions de vies des populations;

➤ soutenir avec l'Etat togolais, la CEB à procéder au dragage du barrage de Nangbéto en vue d'augmenter sa capacité de stockage d'eau. Le sable issu du dragage peut servir à la construction du barrage d'Adjarala ;

➤ élaborer et mettre en œuvre avec l'Etat togolais une politique de gestion intégrée des ressources en eau du bassin du fleuve Mono. Ainsi, l'élaboration des documents tels que le SDAGE et le SAGE permettra de connaître les orientations fondamentales de développement des ressources en eau du bassin dont la protection contre les inondations.

➤ entamer une étude de faisabilité sur la stabilisation et l'ouverture quasi-permanente de l'embouchure de Grand-popo. Cela pourrait faire passer les eaux du fleuve dans la mer et diminuer donc l'ampleur des crues ;

➤ entamer des discussions avec l'Etat togolais, sur les études de faisabilité et de mise en place des mesures de protections structurales contre la crue du fleuve Mono impliquant les deux Etats ;

➤ envisager à moyen terme, les études de faisabilité et de mise en place de petits barrages dans les parties supérieures des affluents du fleuve Mono pour la maîtrise de l'eau à des fins agricoles. Ainsi, avec une partie des eaux provenant des affluents maîtrisée, la crue du fleuve est atténuée dans une proportion considérable;

➤ réaliser, sur la base d'une étude du réseau hydrographique, des bassins de retenue d'eau dans les localités où le fleuve prend sa source ; de même que celles traversées par le fleuve. Ceci permet de diminuer la quantité d'eau attendue dans le lit principal du fleuve ; donc d'écarter la crue. Ces retenues d'eau seront exploitées pour la production agricole pendant la sécheresse ;

➤ créer, dans les zones rurales où les inondations sont consécutives aux crues des fleuves, un canal de transmission des informations météorologique et hydraulique entre les services spécialisés et l'Agence Nationale de la Protection Civile (ANPC) d'une part et entre l'ANPC et les pouvoirs locaux d'autres part ;

3.3.2. Suggestions aux autorités communales

En vertu du principe de subsidiarité, les autorités locales des communes d'Athiémé et de Grand-Popo sont les premières concernées par les inondations sur leur territoire. Ainsi, pour la mise en œuvre des solutions préconisées pour faire face aux problèmes d'inondations, elles doivent consentir un minimum d'efforts tels que :

➤ prendre des mesures urgentes pour lever tous les obstacles aux passages naturels (lits mineurs bouchés, exutoires empiétés, ponts inadaptés) des eaux et en assurer la préservation par le service technique afin de garantir l'écoulement normal de l'eau vers les lacs ;

➤ prendre des mesures en vue du dragage des plans d'eau afin d'augmenter leur capacité de rétention d'eau ;

➤ assurer une application rigoureuse des textes officiels déjà pris pour empêcher toute nouvelle installation d'établissements humains, tout lotissement dans les zones impropres à l'habitation au sens de l'arrêté du 7 février 1992 définissant les zones impropres à l'habitation ;

➤ établir une cartographie des zones inondables, des zones à risques d'inondation et élaborer un plan d'occupation et d'affectation des sols afin de prévenir toute occupation anarchique de l'espace communale ;

➤ prendre les dispositions réglementaires pour identifier nommément les zones impropres à l'habitation par arrondissement et/ou par village et les déclarer « interdites d'occupation » et assurer une observation rigoureuse des délimitations du domaine public fluvial par le service des affaires domaniales et environnementales ;

➤ organiser des séances de sensibilisation pour informer les populations des risques liés à l'occupation des zones impropres à l'habitation ;

➤ élaborer un programme de construction de logements sociaux dans les zones saines et une politique sociale de relogement des populations démunies installées dans les zones à risques. L'objectif est de faire libérer progressivement les zones sensibles où la protection contre les inondations est impossible ;

➤ mettre en place un cadre de communication permanent entre la commune et la CEB surtout à l'approche des périodes d'inondations. Les autorités locales seront informées directement sur l'évolution des données au niveau du barrage et d'en tenir compte dans leur politique d'alerte des populations ;

➤ entamer des discussions avec les autorités des communes du département sur le projet d'intercommunalité relatif aux inondations et à la maîtrise de l'eau au profit de l'agriculture et les modalités à retenir unanimement dans la convention de création sur la base de la loi n° 2009-017 du 19 mai 2009 portant modalités de l'intercommunalité en République du Bénin ;

➤ élaborer et mettre en œuvre une politique de reboisement de la bande inondable des berges du fleuve pour limiter le ruissellement. Encourager les initiatives individuelles et collectives de reboisement dans la commune et sensibiliser les populations sur les vertus de la reconstruction et de la préservation du couvert végétal dans la vallée du fleuve ;

➤ installer dans les zones proches du fleuve des instruments de suivi du niveau des eaux de crue ;

Conclusion

Les inondations constituent une contrainte au développement des communes d'Athiémé et de Grand-Popo. Cela devient de plus en plus préoccupant dans le contexte des changements climatiques. Des causes naturelles et anthropiques expliquent cette situation.

L'importance du réseau hydrographique, les conditions géomorphologiques et pédologiques, la position géographique de la zone d'étude située en aval du bassin du fleuve Mono et au débouché du Chenal d'Aho, l'abondance de la pluviométrie en saison de pluies qui provoquent les crues du fleuve constituent essentiellement les causes naturelles du phénomène.

Quant aux causes anthropiques, elles sont essentiellement liées aux activités humaines. Il s'agit notamment dans le milieu d'étude de l'exploitation agricole de l'intérieur des terres avec les prélèvements de sols (carrières et déblais), les défrichages et l'enlèvement des arbres. De telles pratiques ont pour effets primaires le changement du niveau de la nappe phréatique, la destruction du couvert végétal et de la faune, et le décapage des sols ; les effets secondaires étant l'hydromorphisation des sols. Il faut ajouter l'interruption des exutoires naturels par les ordures, les habitations, l'aménagement des routes et pistes rurales entraînant une concentration du ruissellement pluvial. Enfin, il faut noter que les opérations de lâchées des eaux du barrage de Nangbéto contribuent à accentuer le phénomène des inondations en aval du bassin du fleuve Mono. Les villages les plus dramatiquement touchés par cet équipement qui n'est pourtant pas localisé sur le territoire communal, sont ceux des communes d'Athiémé et de Grand-Popo.

L'hypothèse selon laquelle plusieurs facteurs naturels et anthropiques favorisent les inondations le bassin du fleuve Mono est vérifiée.

Les dégâts causés par les inondations n'épargnent aucun secteur de la vie socio-économique des communes d'Athiémé et de Grand-Popo. Dans le secteur agro-sylvo-pastoral, la destruction des champs de culture et même des réserves est enregistrée. La production halieutique connaît une baisse et celle animale est frappée par un taux de mortalité non négligeable. Sur le plan des infrastructures

socio-communautaires, le constat révèle entre autres, la défektivité du réseau routier (constitué majoritairement des pistes de desserte rurales), la submersion totale de certaines voies rendant impossible l'accès à certaines localités par voie terrestre pendant les inondations. Le secteur de la santé a enregistré des cas de choléra, de paludisme, de rougeole sans oublier les troubles psychosociaux. L'accès à l'eau potable devient un véritable problème dans les localités inondées car les bonnes fontaines sont submergées. Les tas d'ordures ou les dépôts d'immondices trainés par les eaux en crue, envahissent les habitations ; posant du coup des problèmes d'hygiène et d'assainissement.

Sur le plan environnemental, les principaux problèmes majeurs du bassin sont la diminution de la recharge des aquifères, les pertes d'eau de surface, la pollution organique, la modification du régime des eaux de surface, l'érosion des berges, le déboisement, la perturbation des écosystèmes et d'inondations de la basse vallée du Mono. **Ainsi, est confirmée, l'hypothèse selon laquelle les inondations causent d'importants dégâts sur les plans socio-économiques et environnementaux dans les communes d'Athiémé et de Grand-Popo.**

Pour réduire la vulnérabilité sans cesse croissante des populations du bassin en générale et celles situées en aval en particulier, l'adoption de mesures de protection structurale telles la construction de digues, de réservoirs d'accumulation en amont, des bassins de retenue et des travaux de correction des cours d'eau, suivant les orientations du SDAGE et du SAGE, permettent d'assurer une protection durable contre les inondations. Aussi, la gestion efficiente des lâchés d'eau du barrage de Nangbéto permet-elle d'éviter la brusquerie des crues en aval. Ces mesures de préventions doivent être accompagnées de celles d'intervention d'urgence préétablies pour gérer d'éventuel sinistre. **Ainsi, la troisième hypothèse de recherche est également corroborée.**

Dans un monde où les incertitudes ont tendance à dominer la maîtrise des prévisions climatiques, quel type de gestion doit être recommandé pour les eaux transfrontalières du bassin hydrographique du fleuve Mono ?

PERSPECTIVE POUR LA THESE

Gestion durable des ressources en eau du bassin hydrographique transfrontalier du fleuve Mono

Les eaux transfrontalières s'entendent comme des eaux superficielles et souterraines partagées entre deux ou plusieurs pays. Sur 263 bassins transfrontaliers dans le monde dont 59 en Afrique, l'Afrique de l'Ouest, région la mieux dotée du continent compte 25 bassins partagés. Le bassin du fleuve Mono, partagé entre le Bénin et le Togo fait partie intégrante de ces derniers.

Le besoin en l'eau étant indispensable pour le développement de tout pays, le risque de conflits liés à l'exploitation et à la gestion des eaux partagées est élevé dans un contexte où les recherches scientifiques prévoient une réduction drastique de la disponibilité des ressources en eau du fait des changements climatiques (Kougbe, 2011). Il est donc important de développer une politique de gestion partagée des ressources en eau du bassin du fleuve Mono.

Justification du sujet

L'importance de préserver les ressources naturelles partagées ne saurait être surestimée. Les ressources en eau sont une nécessité pour la vie, l'industrie, l'énergie, l'agriculture ainsi que la vie aquatique qui fournit des sources de protéines et des moyens de subsistance pour les communautés riveraines. La plupart des terres arables en Afrique sont également situées autour des bassins fluviaux, et à ce titre, la productivité agricole et la sécurité alimentaire sont directement liées à la sécurisation des ressources en eau pour une utilisation future. Les forêts peuvent servir de puits de carbone et de canaux pour une adaptation basée sur les écosystèmes. Tout en ayant un impact direct sur les moyens de subsistance des communautés dépendantes des forêts, ces dernières protègent et stabilisent les bassins versants et les sols en plus de maintenir la productivité des terres et de prévenir leur dégradation (Kelsea Ballantyne, 2012).

La gestion du bassin du fleuve Mono comporte d'énormes problématiques environnementales et socio-économiques selon une étude de l'UNESCO. Le changement climatique a déjà un impact sur les ressources en eau en Afrique au vu

des sécheresses et des inondations récurrentes. Le dessèchement croissant de certaines régions contribue à la zone aride qui couvre actuellement 60 % de la superficie totale de l'Afrique. Les sécheresses sont les principales catastrophes naturelles en Afrique avec plus de 30 % de la population exposée. Les inondations intermittentes qui affectent les régions basses ont de graves répercussions sur les moyens de subsistances des communautés (Kelsea Ballantyne, 2012).

Ces alertes doivent inspirer l'adoption d'une politique interétatique de gestion globale du bassin du fleuve Mono car la gestion du barrage hydroélectrique de Nangbéto confiée à la communauté électrique du Bénin (CEB) ne prend pas en compte cette gestion globale du bassin.

Hypothèses de recherche

1. les eaux transfrontalières du bassin du fleuve Mono sont sources de nombreux enjeux socio-économiques et environnementaux ;
2. les facteurs naturels et anthropiques constituent les déterminants de base de la gestion des ressources en eau du bassin ;
3. la gestion intégrée des ressources en eau est une stratégie durable d'utilisation des ressources du bassin

Objectifs de travail

Il s'agit d'étudier les stratégies d'une gestion intégrée des eaux transfrontalières du bassin du fleuve Mono. En termes spécifiques, il sera question de :

1. déterminer les enjeux socio-économiques et environnementaux des ressources en eau du bassin ;
2. analyser les facteurs déterminants de la gestion des ressources en eau du bassin ;
3. identifier la stratégie durable d'exploitation des ressources en eau du bassin du fleuve Mono.

Résultats attendus

Les résultats attendus de cette recherche sont respectivement :

1. les enjeux socio-économiques et environnementaux des ressources en eau du bassin sont connus ;
2. les facteurs déterminants de la gestion des ressources en eau du bassin du fleuve Mono sont connus et analysés ;
3. la stratégie durable de gestion des ressources en eau du bassin est identifiée et explicitée dans son application.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ADAM K. S., 1988.** Les inondations en République Populaire du Bénin ; août-septembre 1988 (Rapport Intégré sur l'Environnement au Bénin, version initiale)
2. **ADAM K. S., 1989.** Les impacts environnementaux du barrage de Nangbéto (Togo) *Géo-Eco-Trop*, 13 : 103-112
3. **ADAM K. S., Boko M., 1993.** Le Bénin. EDICEF, Paris, 96 pages.
4. **ADJOVI C. L., 1991.** Analyse statistique des précipitations dans le bas-Bénin : étude de tendance et de persistance. Mémoire de maîtrise de Géographie UNB/FLASH. 94p.
5. **AGO E.E., 1999.** Sacralisation et niveau de maturation des forêts denses semi-décidues du plateau Adja au Sud-Ouest du Bénin. Mémoire inédit. Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Bénin, Bénin. 182 p.
6. **AGO E.E., 2001.** Contribution à la conservation de la biodiversité dans les zones humides : dénombrement des hippopotames et leurs interactions avec les populations du Mono et du Couffo au Sud-ouest du Bénin. Rapport d'étude CBDD/CN-UICN, Bénin. 29 p + annexes.
7. **AGO E. E., 2005.** Analyse des risques d'inondation en aval du barrage de Nangbéto au Togo et au Bénin. Mémoire inédit. Université de Liège/Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 40p. + annexe.
8. **AGOSSA C. N., 1994.** Les crues de l'Ouémé et du Zou en pays Agonlin : impacts socio-économiques. Mémoire de maîtrise de Géographie. 92p.
9. **AHOANSOU B., 2011.** Impacts des inondations sur les activités socio-économiques dans la commune d'Athiémè, Mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/UAC. 78p
10. **AÏTONDJI A. L., 2007.** Contribution à l'aménagement des zones inondables dans l'arrondissement de Godomey, Commune d'Abomey-Calavi. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH. 54p.
11. **ALLAGBE H., 2005.** Impacts des inondations sur la santé des populations dans l'arrondissement de Godomey (Commune d'Abomey-Calavi). Mémoire de DEA. UAC. 74p.
12. **AMOUSSOU E., 2010.** Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat de Géographie-Spécialité : Géographie physique appliquée. UAC /FLASH. 315P.
13. **AMOUSSOU S., 2005.** Morpho dynamique du delta de la Sô. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH. 110p
14. **ANTHEAUME B., 1978.** Agbétiko terroir de la vallée du Mono (Sud Togo). ORSTOM. Paris, 125 p.

15. ARIORI S.L., 2004. Déforestation en Afrique de l'ouest: Mise au point et implications pour la désertification. Mémoire inédit. Université de Liège / Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 42 p.

16. ASSANI A.A., PETIT F. & MABILLE G., 1999. Analyse des débits de la Warche aux barrages de Butgenbach et de Robertville (Belgique). *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 36: 17-30.

17. ASSOGBA M. (2011) : Facteurs naturels des inondations dans la ville de Cotonou : Approche cartographique, mémoire de maîtrise, DGAT/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, 87p.

18. AYA B., 2007. La sécheresse russe serait liée au réchauffement mondial, Atlas Magazine n°38 février 2007.

19. AZONHE H. T., 2005. Impacts socio-économiques et sanitaires de l'exploitation agricole des espaces inondables de la dépression des Tchi à Lalo au sud du Bénin. Mémoire de DEA. UAC. 89p.

20. BAGLO M.A., 1989. La mangrove du Bénin: grands équilibres écologiques et perspectives d'aménagement. Thèse de doctorat de 3ème cycle. Université Paul Sabatier, Toulouse, France.169 p. + annexes.

21. BERTON S., 1988. La maîtrise des crues dans les bas-fonds, 471p.

22. BOKO M., 1988. Etude sur la variabilité pluviométrique au Bénin. In climat et climatologie. Volume d'hommage offert au professeur Pierre PAGNEY, centre de recherche de climatologie, URA 909 du CNRS, Dijon. Pp 41-50

23. BOKO M., 1988. Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. CRC, URA 909 du CNRS, Université de Bourgogne, Dijon, 2 volumes, 601p.

24. BOKO M., 1988b. Recherches sur la variabilité pluviométrique au Bénin. In climat et climatologie. Volume d'Hommage offert au Professeur Pierre PAGNEY. Centre de Recherches de Climatologie, URA 909 du CNRS, Dijon, pp 41-50.

25. BONOU G., 2004. Impacts socio-sanitaires de l'exploitation agricole des terres humides au Sud-Bénin : cas des arrondissements de Kpanroun et de Zinvié Commune d'Abomey-Calavi, Mémoire de maîtrise de géographie, DGAT, FLASH, UAC, 95 p. + annexes

26. BOUGUERRA, Larbi Mohamed, 2003 : Les batailles de l'eau : Pour un bien commun de l'humanité , Paris, 2003, 240 p.

27. BRAVARD J.P. & PETIT F., 1997. Les cours d'eau : dynamique du système fluvial. Collection U, Armand Collin, Paris. 222 p.

28. CARITAS BENIN, 2009. Projet d'assistance aux victimes des inondations dans le département du Mono, document en ligne sur le site www.caritas.org

29. CAZENAVE A., 2008. L'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact possible sur la géographie de la France à l'horizon 2005, 2050 et 2100 (Tome 1 : Rapport). 120p.

30. CBDD, 1999. Projet d'Ecologie Urbaine de Cotonou : cas de l'inondation du quartier Agla (commune de Houénoussou)

31. CEB, 1985. Aménagement hydroélectrique de Nangbéto : Plan d'action pour le recasement et l'environnement. Lomé, 32 p + annexes

32. CLEDJO P. F. G. A., 2011. Impacts environnementaux et socioéconomiques des crues dans le bassin du fleuve Ouémé, BenGéo, Revue de Géographie du Bénin, N°9, Université d'Abomey-Calavi, (Bénin), pp 52-68.

33. COLIN L. S., 2004. Changement climatique, phénomènes météorologiques extrêmes et effets sur la santé en Alberta. Université d'Alberta. 3p

34. COYNE & BELLIER, 1998. Aménagement hydroélectrique d'Adjarala: étude d'impact sur l'environnement. 3 tomes.

35. DAÏNOU K.S., 2000. Contribution à la gestion durable des formations boisées du complexe Ouest: basse vallée du Couffo - lac Ahémé - Chenal Aho et lagune côtière. Mémoire inédit. Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Bénin, Bénin. 172 p.

36. De SOUZA J. P., 1995. Les Incidences des Inondations sur la Santé des populations des districts urbains de Cotonou riverains du lac Nokoué. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH.106p.

37. DONOU T. B., 2007. Dynamique pluvio-hydrologique et manifestation des crues dans le bassin du fleuve Ouémé à Bonou. Mémoire de maîtrise de Géographie. UAC/FLASH.104p

38. FANOU J., SOKPON N., CRINOT L., AHOU B. & IGUE M., 1997. Etude des possibilités de gestion efficace et de régénération des sols, du couvert forestier et des pâturages naturels dans le département du Mono. Groupe de travail: Gestion des terroirs, Université Nationale du Bénin, Bénin. 95 p. + annexes.

39. FIDA, 2008. Le changement climatique : un enjeu pour le développement, FIDA et désertification, document en ligne sur le site

40. FRECAUT R., PAGNEY P., 1983. Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial. Edition MASSON, Paris, 240p.

41. GAUTIER F., LUBES-NIEL H., SABATIER R., MASSON J.M., PATUREL J.E. & SERVAT E., 1998. Variabilité du régime pluviométrique de l'Afrique de l'Ouest non sahélienne entre 1950 et 1989. *Hydrological Sciences Journal*, 43: 921-935.

42. GBAGUIDI J. R., 2010. Impacts des inondations dans la commune de Covè. Mémoire de maîtrise de Géographie. UAC/FLASH. 73p.

43. GBATCHO A. M., 1992. Contribution à l'étude des rythmes pluviométriques et hydrologiques du bassin de l'Ouémé au pont de Savè. Mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/UAC. 69p

44. GEORGE P., VERGER F., 1996. Dictionnaire de la géographie. Ed. PUF, 500 p.

45. GIEC, 2007. Groupe d'Experts Intergouvernementale sur l'Evolution du Climat, Le réchauffement climatique pourrait atteindre sept degrés en 2100

46. GNELE B. J., 2004. Contribution à l'étude de la variabilité pluviométrique et hydrologique dans le bassin du fleuve Mono au Bénin. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH. 73p

47. HACHIMOU I., 1995. Evolution de la Boca del Rio depuis la construction du barrage de Nangbéto et son impact sur le fonctionnement du système lagunaire du sud-ouest béninois. Rapport inédit, 26 p.

48. HOUANYE A. K., 2003. Apport de l'analyse des variabilités pluviométriques et des écoulements à l'explication des inondations : cas du bassin de l'Ouémé au Bénin. Mémoire inédit Université de Liège /Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 42p

49. HOUESSOU S., 2001. Impacts psychologiques de déplacement et de réinstallation involontaires sur le développement des populations déplacées en Afrique: étude de cas. *In*: 6ème Colloque International des spécialistes francophones en évaluation d'impacts, 24-27 avril 2001, Cotonou, Bénin. 596 p.

50. HOUNDAKINO R., 2005. Fréquence des événements pluvieux extrêmes et leurs impacts environnementaux dans la ville de Cotonou. Mémoire de DEA, UAC. 60p

51. HOUNDENOU C., 1992. Variabilité pluviométrique et conséquences socio-écologiques dans les plateaux du bas-Bénin (Afrique de l'Ouest). Mémoire de DEA (climats et contraintes climatiques), URA 909, CNRS, Université de Bourgogne, Dijon, 2 tomes, tome 1, tome 2, figures et tableaux. 90p.

52. HOUNTONDI Y.C., OZER P. & TYCHON B., 2003. Etude des modifications environnementales à partir des données pluviométriques et NDVI de NOAA-AVHRR en Afrique de l'Ouest. *In*: Les journées des géographes belges, Tome 1: Evaluer la capacité du milieu, SCHMITZ S. & MEERT H. (eds.), Editions BEVAS/SOBEG: 19-24.

53. HULME M., 1996. Recent climatic change in the world's drylands. *Geophysical Research Letters*, 23: 61-64

54. INSAE, 2002. Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3). Direction des Etudes Démographiques, 490 p

55. INSAE, 2013. Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4), Résultat provisoire

56. IPCC/GIEC, 2001. Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution du Groupe de travail II au Troisième Rapport d'évaluations du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. R.T. Watson et équipe principale de rédaction. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, USA.

57. KOKOU K., 1998. Les mosaïques forestières au sud du Togo: biodiversité, dynamique et activités humaines. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier II, Montpellier, France. 139 p. + annexes

58. KOUGBÈ, A., 2011. Problématique de la lutte contre les inondations : Cas de la commune d'Athiémé. Mémoire Licence AGT/ENAM/UAC/Bénin, 105p.

59. KOUTON A. (2011) : Changements climatiques et inondations dans la ville de Cotonou : Diagnostic et analyse prospective, mémoire de maîtrise, DGAT/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, 70p.

60. LACEEDE (2010) : Changements climatiques et inondations dans le Grand Cotonou : situation de base et analyse prospective. Rapport final Draft, Projet de Protection de la Communauté Urbaine de Grand Cotonou face aux Changements Climatiques (PCUG3C), CREDEL ONG, programme ACCA du CRDI, juin. 104 p.

61. LAMOUREUX A., 1958. Fertilisation par les crues dans le delta de l'Ouémé. 16p

62. LE LAY M., 2002. Caractérisation hydrologique et simulation numérique des écoulements sur le bassin de la haute vallée de l'Ouémé (Bénin). Thèse de doctorat, option mécanique des milieux géophysiques et environnement, Université Joseph Fourier, IRD, LTHE. 265p.

63. LEBEL J., 2003. Un focus : La santé : Une approche écosystémique, CRDI, Canada, 100 p.

64. LEDOUX et HUBERT P., 1999. Le coût du risque et à l'évaluation des impacts socio-économiques des inondations. Paris, Presse de l'ENPC, pp. 155- 122, 1999.

65. LERIDON H., 2007. Evénements climatique extrêmes et société, Leçons du passé lointain. Académie canadienne. 120p.

66. LOKO N., 2006. Barrage de Nangbéto : Rupture des fonctions environnementales et impacts socio-économiques autour du complexe fluvio-lagunaire de Grand-Popo. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC/FLASH. 107p.

67. MAHE G., LEDUC C., AMANI A., PATUREL J.E., GIRARD S., SERVAT E. & DEZETTER A., 2003. Augmentation récente du ruissellement de surface en région soudano-sahélienne et impact sur les ressources en eau. In: Hydrology of the Mediterranean and Semiarid

Regions, SERVAT E., NAJEM W., LEDUC C. & AHMED S. (eds.), IAHS Publ. No. 278: 215-222.

68. MAHE G., PATUREL J.E., SERVAT E., CONWAY D. & DEZETTER A., 2005. The impact of land use change on soil water holding capacity and river flow modelling in the Nakambe River, Burkina-Faso. *Journal of Hydrology*, 300: 33-43.

69. MAINGUET M., 1991. Desertification: Natural background and human mismanagement. Springer-Verlag, Berlin. 306 p.

70. MATHIEU P., 2001. Accroissement démographique et gestion de l'environnement en Afrique Sub-Saharienne: développement durable ou catastrophes inéluctables. *Population et développement*, 9: 375-412.

71. MAZET P., 2000. Aménagement du territoire, édition Armand Colin – Dalloz, Paris, 181 p.

72. MEHU, 1993. Plan d'Action Environnemental du Bénin. Direction de l'Environnement, Cotonou, Bénin. 101 p.

73. MEHU, 2000. Programme National de Lutte contre la Désertification. Direction de l'Aménagement du Territoire, Cotonou, Bénin. 77 p.

74. MEHU / ABE, 2000. Programme d'aménagement des zones humides, composante aménagement hydro agricole. 45p.

75. MEHU, 2001. Communication Nationale Initiale du Bénin sur les changements climatiques. Projet BEN/98/G31, Direction de l'Environnement, Cotonou, Bénin. 94 p.

76. MEHU, 2003. Stratégie Nationale de mise en œuvre au Bénin de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Cotonou, 80p.

77. MILLER B. John, 1997. INONDATIONS : Personnes menacées – Stratégies de prévention Nations Unies, New York et Genève, 1997, 93 p.

78. MOREL R., 1998. Début de la sécheresse en Afrique de l'Ouest. In: Tropical Climatology, Meteorology and Hydrology. DEMARÉE G., ALEXANDRE J., DE DAPPER M. (eds.), Royal Meteorological Institute of Belgium / Royal Academy of Overseas Sciences, 200-211.

79. OGOUWALE E., 1999. Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Département des collines. Mémoire de maîtrise de Géographie. UAC/ FLASH.DGAT, 119p.

80. OREKAN V., 2000. Impacts de l'exploitation des bas-fonds sur la santé des populations : Cas des sous-préfectures de Dassa-Zoumè et de Glazoué dans les départements des collines au Bénin, DEA, FLASH/UAC, Abomey, 82 p.

81. OZER P., 2000. Les lithométéores en région sahélienne: un indicateur climatique de la désertification. *Geo-Eco-Trop*, 24: 1-317.

82. OZER P., ERPICUM M., DEMAREE G. & VANDIEPENBEECK M., 2003. The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48: 489-492.

83. OZER P., 2004a. Bois de feu et déboisement au Sahel: mise au point. *Sécheresse*, 15: 243-251.

84. OZER P., 2004b. Introduction aux risques naturels. Note de cours, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. 56 p.

85. OZER, P. 2005. Désertification: définition, causes, processus et réhabilitation. Note de cours, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. 169 p.

86. OZER P., BODART C. & TYCHON B., 2005. Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux. *Cybergeog: Revue Européenne de Géographie*. No.308, 02/05/2005, 24 p. (<http://www.cybergeog.presse.fr>)

87. PARADIS G., 1988. Etude comparative des végétations littorales du Bénin et de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux III, Bordeaux, France. 295 p.

88. PATUREL J.E., SERVAT E., KOUAME B., BOYER J.F & LUBES H., 1995. Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne. Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Sécheresse*, 6: 95-102.

89. PATUREL J.E., SERVAT E., KOUAME B., TRAVAGLIO M., OUEDRAOGO M. & BOYER J.F., 1998. Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. *In: Water Resources Variability in Africa XXth century*, IAHS Publ. No. 252: 323-336.

90. PETTITT A.N., 1979. A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28: 126-135.

91. PETTS G.E., 1984. Impounded rivers: perspectives for ecological management. John Wiley & Sons, Chichester. 326 p.

92. PGTRN, 2003. Rapport de fin de phase période 1998-2003 au Bénin. Cotonou, Bénin. 132 p.

93. PLYA J., 1980. La pêche dans le sud-ouest du Bénin. Etude de géographie appliquée sur la pêche continentale et maritime. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Cotonou, Bénin. 296 p.

94. SENA N.Y., 2003. Apport de la télédétection dans la dynamique spatiale et les risques naturels : Cas de la région des plateaux du Togo. Mémoire inédit. Université de

Liège / Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 41 p + annexes.

95. SENE S. & OZER P., 2002. Evolution pluviométrique et relation inondations - évènements pluvieux au Sénégal. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 42: 27-33.

96. SNEYERS R., 1990. On the statistical analysis of series of observations. Technical Note N°143. World Meteorological Organization, Genève, Suisse. 192 p.

97. SOHOUEYOU, E., 2001, L'encadrement juridique de l'aménagement des villes face aux défis de l'explosion urbaine en République du Bénin, Thèse de Doctorat, Université François-Rabelais-Tours, Vol 1 & 2, 671 p.

98. SOFRELEC, 1966. Aménagement du bassin du Mono. Rapport final. Paris SOFRELEC, 1996. Mono River Development Project. Final Report.

99. SOKPON N., SINZOGAN A. & HOUNGBO E., 1997. Aménagement Hydroélectrique d'Adjarala: mise à jour de l'étude d'impact sur l'environnement de la zone aval hors milieu aquatique et du plan détaillé de réinstallation des populations. Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Bénin, Bénin. 77 p. + annexes.

100. STONE J.D., 1996. Prise de conscience des problèmes de l'environnement en Afrique de l'Ouest. Affronter le défi environnemental. PACIPE. 197 p.

101. TABOU C., 2011. Changement climatique : Adaptation, où en est l'application des grands discours ?

102. TARDY Y. & PROBST J.L., 1992. Sécheresse, crises climatiques et oscillations téléconnectées du climat depuis 100 ans. *Sécheresse*, 1: 25-36.

103. TARHULE A., 2005. Damaging rainfall and flooding: the other Sahel hazard. *Climatic Change*, 72: 355-377.

104. TOSSA A., 1995. Les facteurs climatiques des inondations au Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie. UAC /FLASH. 110p.

105. TOTIN V. S. H., 2003. Changements climatiques et vulnérabilité des ressources en eau sur le plateau d'Allada : approche prospective. Mémoire de maîtrise de géographie. DGAT/UAC. 105p.

106. 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 53 p. Université de Bourgogne, Dijon, France.

107. WINOGRAD, M., 2006. Concepts, cadres et méthodologies pour évaluer la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation. Enda, CIAT. 32p.

Annexes

Questionnaire

Questionnaire en direction des populations riveraines

Le présent questionnaire s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche relatif à la rédaction d'un mémoire de DEA à l'Université d'Abomey-Calavi sur le thème : « **IMPACTS SOCIOECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLEE DU FLEUVE MONO (COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO)** ». Vos différentes opinions par rapport à ce sujet, permettront de réduire les impacts des inondations sur les activités socioéconomiques donc de la société béninoise.

Merci pour votre collaboration

Date :

N° fiche :

A/ Identification

Commune :

Arrondissement :

Village :

Ethnies dominante :

Autres (préciser) :

Statut de l'enquête :

Nom et Prénom :

Sexe : Masculin :

Féminin :

Age :

AGRICULTURE

1°) Quelles sont les causes des inondations dans votre localité ?

Pluviométrie :

Barrage :

Autres :

2°) Quelles sont les causes des sécheresses dans votre localité ?

Absence de pluie :

Absence de lâchers d'eau du Barrage :

Autres :

3°) Depuis combien de temps ces phénomènes (inondations et sécheresses) deviennent-ils récurrents ?

5 ans :

10 ans :

plus de 10 ans :

4°) Votre village est-il inondé ?

Oui :

Non :

5°) Votre case est-elle inondée ?

Oui :

Non :

Si oui, quelle est sa durée ?

2 semaines :

1 mois :

+ d'un mois :

6°) Votre champ est-il inondé ?

Oui :

Non :

Si Oui, quelles est la période et la durée de l'inondation ?

Mois :

Durée :

Si Non, quelles sont les périodes et la durée de la sécheresse ?

Mois :

Durée :

7°) Quelles sont les principales cultures pratiquées dans votre localité ?

Manioc	Niébé	Patate douce	Tomate	Maïs	Riz	Gombo	Arachide	Canne à sucre	Autres Précisez

8°) De ces cultures, lesquelles sont les plus vulnérables aux inondations ?

Manioc	Niébé	Patate douce	Tomate	Maïs	Riz	Gombo	Arachide	Canne à sucre	Autres Précisez

9°) De ces cultures, lesquelles sont les plus vulnérables aux sécheresses ?

Manioc	Niébé	Patate douce	Tomate	Maïs	Riz	Gombo	Arachide	Canne à sucre	Autres Précisez

10°) Quelles sont les impacts des inondations dus aux crues du fleuve Mono sur la production agricole dans la localité ?

Destruction des cultures	Destruction des maisons	Dégradation du sol	Baisse de rendement	Autres

11°) Quelles sont les impacts des sécheresses dus aux étiages du fleuve Mono sur la production agricole dans la localité ?

Destruction des cultures	Destruction des maisons	Dégradation du sol	Baisse de rendement	Autres

12°) Quelles sont en moyenne les superficies de votre champ envahies par les eaux d'inondation chaque année ?

Superficie	0,5 ha	1 ha	1,5 ha	2 ha	+ de 2 ha
Oui/Non					

13°) Quelles mesures prenez-vous lorsque vos maisons sont inondées ?.....

14°) Quelles propositions faites-vous pour limiter les dégâts dans vos maisons ?.....

15°) Quelles mesures prenez-vous lorsque vos champs sont inondés ?.....

16°) Quelles propositions faites-vous pour limiter les dégâts dans vos champs ?.....

17°) De quoi vivez-vous après les inondations ?.....

18°) De quoi vivez-vous lors de la période de sécheresse ?.....

Aides de la famille :

Aides des hommes de bonne volonté :

Aides des autorités politiques (Maire, député, etc) :

Aides des nations unies (PAM, FAO.....) :

Aides des ONG (Caritas) :

PECHEUR

19°) Dans quel plan d'eau pêchez-vous ? Fleuve : Lac/rivière :

20°) Pratiquez-vous cette activité pendant les inondations ? Oui : Non :

21°) Si Oui, quelles sont les prises effectuées avant les inondations ?

Espèces :

Quantité :

22°) Si Non, quelles sont les prises effectuées pendant les sécheresses ?

Espèces :

Quantité :

- 23°) Quelles sont les difficultés liés à votre activité pendant les inondations ?.....

 24°) Quelles sont les difficultés liés à votre activité pendant les sécheresses ?.....

 25°) Vos propositions pour atténuer ces difficultés :

ELEVAGEUR

- 26°) Quelles sont les espèces élevées ? Bovins : Caprins : Ovins :
 Porcins : Poulets : Canards : Pintades Dindons :
 Aulacodes (agoutis) : Achatines (escargots) :
 27°) Vos espèces sont-elles touchées par les inondations ? Oui : Non :
 Si Oui, combien de vos espèces ont été touchées ?.....
 28°) Vos espèces sont-elles touchées par les sécheresses? Oui : Non :
 Si Oui, combien de vos espèces sont-elles touchées ?.....
 29°) Quelle est l'influence des inondations sur votre activité ?.....
 30°) Quelle est l'influence de la sécheresse sur votre activité ?.....
 31°) Quelles solutions recourez-vous pendant les inondations pour vos bêtes ?

ARTISANTS

- 32°) Votre lieu de travail est-il inondé ? Oui : Non :
 33°) Comment se déroule votre travail dans ce cas ?.....
 34°) Quelles sont les difficultés rencontrées dans l'exercice de votre métier en temps d'inondation ?.....
 35°) Quelles sont les difficultés rencontrées dans l'exercice de votre métier en temps de sécheresse ?.....
 36°) Quelles solutions proposez-vous dans ces deux cas (Inondations et sécheresses) ?

TRANSPORTEURS

- 37°) Quel est l'état des voies d'accès aux champs et aux autres villages pendant les inondations ?.....
 38°) Par quels moyens vous déplacez-vous en temps d'inondations ?.....
 39°) Par quels moyens vous déplacez-vous en temps de sécheresse ?.....
 40°) Quels sont les impacts des inondations sur votre vie et vos activités ?.....

 41°) Quels les impacts des sécheresses sur votre vie et vos activités ?.....

AGENTS DE SANTE

- 42°) Quelles sont les maladies enregistrées pendant les inondations ?.....

 43°) Quelles sont les maladies enregistrées pendant les sécheresses ?.....

 44°) Quels traitements faites-vous à vos patients dans ces deux cas donc ?.....

.....

CeCPA Athiémé

45°) Les pertes enregistrées dans les activités socio-économiques en termes de chiffres :

Activités	2007	2008	2009	2010	2011
Agriculture					
Elevage					
Pêche					

ONG

46°) Depuis combien de temps intervenez-vous dans cette localité ?.....

47°) Menez-vous des actions dans les cas d'inondation ? Oui : Non

48°) Lesquelles ?.....

49°) Quelles difficultés rencontrez-vous dans vos actions en faveur des sinistrés ?.....

50°) Quelles sont les mesures pour palier à ces difficultés ?.....

.....

Guide d'entretien à l'endroit des personnes ressources

1. Quelles sont les causes des inondations au Bénin, au niveau des bassins hydrographiques et du bassin du fleuve Mono ?
2. En quoi les changements climatiques participent à l'exacerbation des inondations au niveau des bassins hydrographiques en générale et dans la basse vallée du Mono?
3. En quoi l'occupation du sol contribue à l'aggravation des inondations dans le bassin du fleuve Mono ?
4. Quels sont les impacts socio-économiques et environnementaux des inondations dans la basse vallée du fleuve Mono ?
5. Quelles sont les mesures de gestion durable des inondations dans la basse vallée du Mono ?
6. Quelles suggestions faites-vous à l'endroit des pouvoirs publics pour une maîtrise des inondations dans la basse vallée du Mono ?

Tableau N°X : Evolution démographique de la zone d'étude

Recensement	RGPH1	RGPH2	RGPH3	RGPH4
	1979	1992	2002	2013
Communes				
Athiémé	26 316	32 995	39 481	56 247
Grand-Popo	26 827	33 079	40 335	57 490
Total	53 143	66 074	79 816	113 737

Source : INSAE, 2013

Liste des figures

FIGURE 1 : CARTE DU BASSIN DU FLEUVE MONO	30
FIGURE 2 : SITUATIONS GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DU MILIEU D'ETUDE	32
FIGURE 3 : UNITES PEDOLOGIQUE DU MILIEU D'ETUDE	37
FIGURE 4: EVOLUTION DE LA POPULATION DES COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO	37
FIGURE 5: EVOLUTION DES DEBITS MOYENS ANNUELS DU FLEUVE MONO DE 1944 A 2008	42
FIGURE 6: EVOLUTION DES DEBITS MAXIMAUX ANNUELS DE 1944 A 2006.....	42
FIGURE 7 : EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE ET NOMBRE DE JOURS DE PLUIE DE LA ZONE D'ETUDE DE 2003 A JUILLET 2014	43
FIGURE 8: RAPPORT ENTRE PLUIE ET CRUE DANS LE SECTEUR D'ETUDE	44
FIGURE 9: OCCUPATION DU SOL DES COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO EN 1986...	48
FIGURE 10: OCCUPATION DU SOL DES COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO EN 2000 .	49
FIGURE 11: OCCUPATION DU SOL DES COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO EN 2013.	50
FIGURE 12 : EVOLUTION DES SUPERFICIES DES CULTURES VIVRIERES INONDEES DE 2006 A 2012 DANS LE SECTEUR D'ETUDE	57
FIGURE 13 : EVOLUTION DU NOMBRE DE MALADES EN FONCTION DES MOIS DE L'ANNEE 2010, DANS LE CENTRE DE SANTE D'ATHIEME.....	65

Liste des tableaux

TABLEAU I: CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON UTILISE.....	24
Tableau II : Répartition des enquêtés par catégorie socio-professionnelle.....	25
TABLEAU III : COMPOSANTES DE LA MATRICE DE LEOPOLD, 1971.....	27
TABLEAU IV : EVOLUTION DES UNITES D'OCCUPATION DU SOL EN HA DE 1986 A 2013	50
Tableau V : Taux d'évolution des unités d'occupation du sol de 1986 à 2013.....	50
TABLEAU VI : POINT DES INONDATIONS SUR LA PERIODE 2006 – 2011 A ATHIEME	58
TABLEAU VII : PERTES FINANCIERES LIEES AUX DEGATS CAUSES PAR L'INONDATION SUR LES CULTURES EN 2010	59
TABLEAU VIII : MATRICE DE LEOPOLD SUR L'EVALUATION DES IMPACTS DES INONDATIONS DANS LES COMMUNES D'ATHIEME ET DE GRAND-POPO	67
TABLEAU IX: ELEMENTS MINERAUX CONTENUS DANS LES DEPOTS	70
TABLEAU X : EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	95

Liste des photos

	Pages
Photo 1: Village de Hèvè Dogbadji inondé.....	38
Photo 2: Cité d'Apoutagbo inaccessible et flèche littorale engraisée sous l'effet des courants.....	38
Photo 3: Assèchement du fleuve Mono.....	44
Photo 4: Le fleuve Mono en période de crue.....	44
Photo 5: Vue rapprochée des bâtiments du PAHV-MONO.....	44
Photo 6: Vue éloignée des bâtiments du PAHV-MONO.....	44
Photo 7: Amont barrage de Nangbéto.....	51
Photo 8 : Vannes barrage de Nangbéto.....	51
Photo 9 : Aval barrage de Nangbéto.....	51
Photo 10 : Route inondée à Athiémé centre.....	60
Photo 11 : Ruelle inondée à Dédékpòè.....	60
Photo12 : Marché de Onkuihoué entièrement inondé.....	61
Photo 13 : Ecole primaire de Houndjohoundji inondée.....	61
Photo 14: Hangars de marché occupés par les sinistrés.....	61
Photo 15: Salle de classe occupée par les sinistrés.....	61
Photo 16 : Habitat envahi par l'eau d'inondation à Assédji.....	62
Photo 17 : Maison inondée à Atchannou.....	62
Photo18 : habitation inondée à Hèvè.....	62
Photo19 : habitation inondée à ounsoukoué.....	62
Photo20 : ménage inondé à Nikoué Condji.....	62
Photo 21: Erosion des berges menaçant de chute le kapokier.....	70
Photo 22: Etat érosif des berges du fleuve Mono.....	70

Liste des planches

	Pages
Planche 1: Manifestation des inondations dans la commune de Grand-Popo.....	38
Planche 2: Le fleuve Mono en période d'étiage critique et en période de crue.....	44
Planche 3: Inondation des bâtiments du Projet d'Aménagement Hydroagricole de la basse Vallée du fleuve Mono.....	44
Planche 4: Amont, vannes et aval du barrage hydroélectrique de Nangbéto.....	51
Planche 5 : Voies inondées dans la commune d'Athiémé.....	60
Planche 6: infrastructures sociocommunautaires inondées dans la commune de Grand Popo.....	61
Planche 7: infrastructures sociocommunautaires occupées par les sinistrés dans la commune de Grand Popo.....	61
Planche 8 : Habitations inondées dans la commune d'Athiémé.....	62
Planche 9 : concessions et chambres inondées dans la commune de Grand-Popo.....	62
Planche 10: Manifestation et conséquences de l'érosion des berges du fleuve Mono à Athiémé.....	70

Table des matières

Sommaire	1
Dédicace	2
Remerciements	3
Sigles et acronymes	4
Résumé/abstract	5
INTRODUCTION.....	6
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE	8
1.1. CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE.....	8
1.1.1. PROBLEMATIQUE	8
1.1.1.1. HYPOTHESES DE RECHERCHE	10
1.1.1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	10
1.1.2. CLARIFICATIONS DES CONCEPTS	11
1.1.3. REVUE DE LITTERATURE.....	16
1.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE.....	19
1.2.1. NATURE, SOURCE ET QUALITE DES DONNEES	19
1.2.2. QUALITE DES DONNEES UTILISEES	20
1.2.3. OUTILS ET TECHNIQUES DE COLLECTE	21
1.2.3.1. Outils de collecte	21
1.2.3.2. Techniques de collecte	21
1.2.4. METHODES DE TRAITEMENTS DES DONNEES ET INFORMATIONS	25
1.2.4.1. Etude de la variabilité pluviométrique	25
CHAPITRE II : CADRE GÉOGRAPHIQUE ET FACTEURS DÉTERMINANTS DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLÉE DU FLEUVE MONO.....	28
2.1. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE.....	28
2.1.1. PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE.....	28
2.1.1.1. Le bassin du fleuve du Mono	28
2.1.1.2. Présentation des communes d'Athiéme et de Grand-Popo	31
2.1.1.2.1. Situations géographique et administrative de la zone d'étude	31
2.1.1.2.2. Présentation des données du milieu physique	33
2.1.2. DYNAMIQUES HUMAINE ET SOCIO-ECONOMIQUE	37
2.2. FACTEURS DETERMINANTS DES INONDATIONS DANS LA BASSE VALLEE DU FLEUVE MONO.....	38
2.2.1. LES FACTEURS NATURELS DES INONDATIONS.....	39
2.2.1.1. Facteurs géomorphologiques et pédologiques	39
2.2.1.2. Facteurs hydro-climatiques	41
2.2.2. LES FACTEURS ANTHROPIQUES.....	46
2.2.2.1. Dynamique des activités anthropiques et leurs impacts	46
2.2.3. LA CONSTRUCTION DU BARRAGE HYDROELECTRIQUE DE NANGBETO	52
CHAPITRE III : ANALYSE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS ET MESSURES DE PROTECTION DURABLE.....	56

3.1. ANALYSE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS	56
3.1.1. IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DES INONDATIONS	56
3.1.1.1. Sur le plan agricole.....	56
3.1.1.2. Sur les activités halieutiques	59
3.1.1.3. Sur l'élevage.....	60
3.1.1.4. Sur le commerce et l'artisanat	60
3.1.1.5. Sur les infrastructures socio-communautaires.....	60
3.1.1.6. Impacts sur l'habitat	63
3.1.1.7. Impacts sanitaires des inondations	64
3.1.2. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES INONDATIONS.....	68
3.1.2.1. Impacts sur le couvert végétal	68
3.1.2.2. Impacts des inondations sur la faune.....	69
3.1.2.3. Impacts sur les sols et les berges	69
3.2. LES STRATEGIES DE MAITRISE DES INONDATIONS DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU FLEUVE MONO.....	71
3.2.1. LES MESURES DE MAITRISE DES EAUX DE CRUE DANS LE BASSIN	72
3.2.2. L'OCCUPATION DU SOL ET GESTION EFFICIENTE DES LACHEES D'EAU DU BARRAGE	75
3.2.3. LES MESURES DE PROTECTION CIVILE	77
3.3. SUGGESTIONS A L'ENDROIT DES POUVOIRS PUBLICS.....	78
3.3.1. SUGGESTIONS A L'ENDROIT DE L'ETAT.....	78
3.3.2. SUGGESTIONS AUX AUTORITES COMMUNALES	79
CONCLUSION	81
PERSPECTIVE POUR LA THESE.....	83
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	85
ANNEXES	93
LISTE DES FIGURES	97
LISTE DES TABLEAUX	97
TABLE DES MATIERES	99