



UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI(UAC)

FACULTE DES LETTRES, ARTS ET SCIENCES HUMAINES

(FLASH)



DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

(DGAT)

Mémoire de Maîtrise

Option : Géographie Physique

**ASPECTS BIOPHYSIQUES DE LA VULNERABILITE DE LA
ZONE CÔTIÈRE BENINOISE FACE AUX CHANGEMENTS
CLIMATIQUES : SECTEUR GRAND-POPO-OUIDAH**

Présenté par :
AGONVI A. M. Audrey

Sous la Direction de :
Dr. Ibouraïma Yabi
Maître-Assistant
DGTA/FLASH/UAC

Soutenu le 27/06 /2015



Le présent mémoire a été réalisé avec le soutien financier du Centre d'Actions pour l'Environnement et le Développement (ACED)-Bénin dans le cadre du projet d'adaptation des zones côtières aux changements climatiques et à la variabilité climatique (PACC).

Sommaire	
DEDICACES	3
REMERCIEMENTS	4
SIGLES ET ACRONYMES	5
RESUME	6
SUMMARY	6
INTRODUCTION	7
CHAPITRE I : ETAT DES CONNAISSANCES, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	9
1.1. ...Etat des connaissances	9
1.2. ...Problématique	11
1.3. ...Clarification de quelques concepts	16
1.4. Démarche méthodologique	18
CHAPITRE II : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DES COMMUNES DE GRAND-POPO ET DE OUIDAH	28
2.1. Situation géographique et organisation administrative	28
2.2. Composantes biophysiques	29
2.3. Facteurs humains	32
CHAPITRE III : INDICATEURS DES MUTATIONS CLIMATIQUES ET PERCEPTIONS POPULAIRES	35
3.1. Indicateurs des mutations climatiques	35
3.2. Perceptions populaires des mutations climatiques	42
3.3- Causes des mutations climatiques selon la population	45
CHAPITRE IV : QUELQUES CATASTROPHES NATURELLES	47
4.1. Inondations et ses corollaires dans les communes de grand-Popo et Ouidah	47
4.2. Caractérisation du niveau d'avancement de la mer et de l'érosion de la côte dans le secteur Grand-Popo Ouidah	59
4.3. Mesures de gestion	67
4.4. Les mesures d'adaptation face aux facteurs biophysiques vulnérables aux changements climatiques	67
4.5. Discussion et limites méthodologiques de la recherche	68
CONCLUSION	74
BIBLIOGRAPHIE	75
Liste des illustrations	85
Liste des figures	85
Liste des tableaux	86
Liste des planches et photos	86
ANNEXE	87
Table des matières	99

DEDICACES

À

- ✚ mon feu Papa AGONVI ANANI V. Jean ;
- ✚ ma très chère maman DINGNANNOU A. Véronique épouse AGONVI

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude aux personnes dont l'aide, le soutien et l'encadrement ont favorisé la réalisation de ce mémoire. Sans être exhaustifs, mes remerciements vont à l'endroit de :

- ☞ Dr. Ibouaïma Yabi, Maître Assistant des Universités et Enseignant au DGAT/FLASH/UAC qui, malgré ses multiples occupations, a fait montre d'une disponibilité inespérée pour assurer la direction de ce travail par ses observations, conseils et recommandations de portée scientifique ;
- ☞ tout le corps professoral du DGAT/FLASH/UAC pour la formation de qualité et le goût de la science géographique reçus ;
- ☞ tous les excellents membres du jury qui ont accepté, au sacrifice de leur précieux temps, d'apprécier ce travail ;
- ☞ l'ONG ACED-Bénin à travers tout le personnel, notamment le Directeur Exécutif, Monsieur Fréjus THOTO, sans oublier Madame Pénélope AMOUSSOU et Monsieur Donald HOUSSOU ;
- ☞ Dr Cyriaque AGBON, pour son apport malgré ses occupations ;
- ☞ tout le personnel du SCDA, Abomey-Calavi, Grand-Popo et Ouidah ; les chefs de villages et les élus locaux de tous les villages enquêtés;
- ☞ mes grandes sœurs Victoire et Prudence, petites sœurs Bénédicte et Marina, aux petits frères Romaric et Roland, pour leur aide et soutien de tout genre;
- ☞ mon bien-aimé TEVOEDJRE S. Eric pour ses conseils et corrections pour une meilleure présentation du document;
- ☞ M. HOUNTON Charles et sa femme Irette qui ont accepté de m'accompagner dans ce travail ;
- ☞ Madame FAGLA, ses enfants et nièces; et tous les ménages enquêtés pour les efforts fournis dans la facilitation des travaux sur le terrain ;
- ☞ M. AHOUANSSOU André, Stéphane et tous les frères et sœurs du Renouveau Charismatique Catholique Universitaire, pour toutes les prières et soutiens de tout genre;
- ☞ M.KIKI Landry et sa femme Tatiana pour tout leur soutien depuis la première année universitaire;
- ☞ M. ELET Pacôme et sa femme Firmine pour tout leur soutien et apport ;
- ☞ Mme AMONTCHA Maximenne épouse YABI pour son soutien et le coup de main porté malgré ses occupations ;
- ☞ mes amis avec qui j'ai cheminé et toutes les personnes, qui d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenue.

SIGLES ET ACRONYMES

ASECNA :	Agence de Sécurité pour la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CC :	Changement Climatique
CCNUCC :	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CEDA :	Center for Environment and Development in Africa
COI :	Commission Océanographique Intergouvernementale
ENDA :	Environnement-Développement du Tiers Monde
FPA :	Forum pour le Partenariat avec l’Afrique
GIEC :	Groupe Intergouvernemental d’Experts sur l’évolution du Climat
IBCG :	Industrie Béninoise des Corps Gras
IGN :	Institut Géographique National
IPCC :	Intergovernmental Panel on Climate Change
INRAB :	Institut National de Recherches Agronomiques du Bénin
INSAE :	Institut National de la Statistique et de l’Analyse Economique
LABE :	Laboratoire de Biogéographie et d’expertise Environnemental
LECREDE :	Laboratoire d’Etude des Climats, des Ressources en eaux et de la Dynamique des Ecosystèmes
LSSEE :	Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement
MEHU :	Ministère de l’Environnement, de l’Habitat et de l’Urbanisme
MEPN :	Ministère de l’Environnement et de la Protection de la Nature
NEPAD :	Nouveau Partenariat pour le Développement en Afrique
OMD :	Objectifs du Millénaire pour le Développement
PANA :	Programme d’Action National d’Adaptation aux changements climatiques
PDC :	Plan de Développement Communal
PDES :	Plan de Développement Economique et Social
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l’Environnement
RNIE :	Route Nationale Inter Etat
SAFIC :	Système d’Analyse Financière et Institutionnelle des Collectivités locales
SDAC :	Schéma Directeur d’Aménagement Communal
SCDA :	Secteur Communal de Développement Agricole

RESUME

Les zones côtières sont les plus vulnérables aux effets des changements climatiques qui affectent le globe terrestre depuis quelques décennies. Le présent mémoire vise à mieux appréhender les aspects physiques de la vulnérabilité des Communes de Grand-Popo et de Ouidah, zones côtières exposées aux changements climatiques et leurs effets.

Les données utilisées concernent les statistiques climatologiques, les données planimétriques et informations du terrain. Les mutations climatiques ont été mises en évidence par l'utilisation de l'indice pluviométrique, de la régression linéaire et la détection des ruptures de stationnarité par le test de Pettitt (1979) et de Heghinian (1977). L'approche cartographique qui combine le traitement des images et la méthode de tracking avec les informations pluviométriques ont été utilisé aussi.

Des travaux effectués, il ressort que les pluies sont irrégulières suivi d'années déficitaires et des mutations saisonnières avec rupture de stationnarité des séries pluviométriques en 1970 à Ouidah et en 1975 à Grand-Popo. Quant à la température, il y a une tendance à la hausse plus prononcée des températures minimales avec des vents "modérés" et "modérés-forts" selon l'échelle de Beaufort (1802). Les Communes de Grand-Popo et de Ouidah sont vulnérables et exposées à l'inondation. L'analyse des données du terrain par le traitement cartographique a permis de caractériser l'avancement de la mer qui s'évalue de 28-33 m à Djègbadji et de 32- 48 m à Djondji.

Mots clés : Grand-Popo et Ouidah, Changement climatique, Vulnérabilité, Zone côtière.

SUMMARY

The coastal zones are vulnerable to the climatic changes effects which affect the globe since decades. This topic aims to better apprehend the physical aspects of the vulnerability of districts of, Grand-Popo and Ouidah, coastal zones exposed to climatic changes and their effects. The data used concern the climatologic statistics, the planimetric data and informations of the field surveys. The climatic mutation have been put in evidence by the using of rainfall indication, of the linea regression and the breaking detection of stationnarity by Pettitt's test (1979) and by Heghinian (1977). The cartogrphic approach which combines the treatment of images and the tracking method with rainfall informations have been also used. It springs from the performed works that rains are irregular follow by deficiency years and seasonal mutations with stationnarity rupture of rainfall series in 1970 at Ouidah and in 1975 at Grand-Popo. There is a rise tendency said of minimal temperatures with "moderated" and "strong moderated" winds as far as the temperature is concerned on the scale of Beaufort (1802). The district of, Grand-Popo and Ouidah are vulnerable and exposed to flood. The data analysis of the field by the cartographic treatment allow to characterise the sea progress evaluates from 28-33m at Djègbadji and from 32-48m at Djondji.

Key words: Grand-Popo and Ouidah, climatic change, Vulnerability, coastal zone.

INTRODUCTION

A partir du 20^{ème} siècle, les progrès industriels et technologiques ont provoqué une pression croissante de l'homme sur l'environnement et ses ressources. La communauté internationale reconnaît que les concentrations accrues de gaz à effet de serre dans l'atmosphère imposent au climat des changements importants incluant un réchauffement d'origine naturelle et anthropique (Houghton *et al.*, 1992 ; El-Raey *et al.*, 1995 ; Singh, 1997 ; IPCC, 2001). Les observations effectuées sur tous les continents et sur la plupart des océans prouvent que de nombreux systèmes naturels sont affectés par les changements climatiques régionaux, en particulier les augmentations de température (GIEC, 2007). L'adoption, en 1992, de la Convention des Nations Unies sur le changement climatique a marqué la prise de conscience, par la communauté internationale, de l'ampleur du réchauffement de la Terre et de ses répercussions sur la vie humaine, sur les activités économiques et sur l'environnement (UICN, 2011).

A l'horizon 2020, 75 à 250 millions de personnes en Afrique seront exposées à une pénurie d'eau du fait du changement climatique (PANA-Bénin, 2007). L'Afrique de l'Ouest en particulier est plus vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques notamment à cause de certaines de ses caractéristiques physiques et socio-économiques qui la prédisposent à être affectée, de façon disproportionnée, par les effets négatifs des variations du climat (UICN-BRAO *et al.*) cité par (CRDI et IDID, 2007 ; GIEC, 2007). L'impact souvent désastreux de la variabilité et des extrêmes climatiques au cours des trente dernières années en est une bonne illustration, mais aussi un des signes avant-coureurs de cette vulnérabilité (JVE, 2010).

En effet, « L'économie bleue », celle des océans joue un rôle central dans notre quotidien. Les produits de la mer représentent la principale source de protéines pour au moins une personne sur quatre (COI-UNESCO, 2012).

Les climats Ouest africains et béninois sont sujets à de fortes variabilités ou à des changements selon les échelles de temps et d'analyse dont les conséquences

restent néfastes pour le développement durable (PANA-BENIN, 2008). Le littoral béninois dans le Golfe de Guinée est identifié comme présentant une vulnérabilité particulière, une hausse relative du niveau moyen de la mer sous l'effet du réchauffement global (IPCC, 1994 ; MEHU, 1997 ; MEHU et ONUDI, 1998 ; PNUE 1985). Au Bénin, la question des changements climatiques est plus que d'actualité au regard de toute la mobilisation dont elle fait l'objet (élaboration du PANA, organisation d'un dialogue sous régional sur les changements climatiques, création d'un comité national sur les changements climatiques...). En effet, selon Issa (1995) et Ogouwalé (2004), un stress thermique supplémentaire et des sols plus secs risquent de réduire les rendements dans les différentes régions agro écologiques.

La zone côtière Grand-Popo Ouidah représente un pôle économique pour l'avenir du Bénin. Cette économie se manifeste par des atouts, contraintes, opportunités et aussi des menaces identifiées dans le secteur productif et socio-économique. En effet la ville de Grand-Popo jouait autrefois le rôle de pôle d'attraction des activités commerciales du centre du Bénin parce qu'elle abritait les grands centres commerciaux du Dahomey d'alors. Quant à Ouidah, elle représente jusqu'aujourd'hui une ville historique pleine de patrimoines culturels. La présence des cours et plans d'eau, fleuve et mer dans ce secteur constitue un atout pour l'économie du pays. La présente étude dont le sujet est intitulé *«Aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière béninoise face aux changements climatiques : Secteur Grand-Popo-Ouidah»* s'articule autour de cinq chapitres.

Le premier chapitre est consacré au cadre théorique de l'étude. Le deuxième chapitre aborde le contexte géographique des Communes de Grand-Popo et de Ouidah. Le troisième chapitre, quant à lui, fait cas des indicateurs des mutations climatiques ; le quatrième, l'inondation et ses corollaires et le cinquième chapitre enfin traite du niveau d'avancement de la mer et de l'érosion côtière face à cette variabilité climatique.

CHAPITRE I : ETAT DES CONNAISSANCES, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Ce chapitre aborde le cadre théorique de l'étude à travers l'état des connaissances, la problématique liée au thème, la définition de quelques concepts utilisés et la méthodologie de recherche utilisée.

1.1. ETAT DES CONNAISSANCES

Le Rapport Mondial sur le Développement Humain (PNUD, 2008) stipule qu'au début du XXI^e siècle, le monde s'est trouvé confronté à l'urgence d'une crise aiguë : le changement climatique. C'est, de tous les problèmes environnementaux, le plus important et le plus urgent. Les changements climatiques constituent aujourd'hui une menace potentiellement majeure pour l'environnement et le développement durable. Pour mieux comprendre la vulnérabilité de ces aspects biophysiques de la zone côtière face aux changements climatiques, il est nécessaire de faire une revue de littérature.

D'après les analyses du GIEC (2001), des preuves évidentes de perturbation sont enregistrées dans le fonctionnement de nombreux systèmes climatiques. Le réchauffement climatique est lié aux gaz à effet de serre qui se concentrent dans l'atmosphère suite aux activités humaines (Ogouwalé, 2006). Ces émissions de gaz à effet de serre continuent et continueront de modifier l'atmosphère et auront des répercussions sur le climat (IPCC, 2001).

Les aléas climatiques dans la zone tropicale se caractérisent par une diminution et une mauvaise répartition des pluies. L'Afrique subsaharienne est particulièrement vulnérable aux changements climatiques car elle souffre déjà de températures élevées, de précipitations moins prévisibles et de pression écologique considérablement plus forte que d'autres continents (IPCC, 2007).

En effet, plusieurs études établissent actuellement qu'une élévation du niveau de la mer aurait d'importantes répercussions régionales sur la plupart des zones

côtières (Gornitz et Solow, 1991 ; Gornitz, 1993 et 1994 ; Nicholls et Leatherman, 1995 ; Neill, 1990 ; Pernetta, 1992 ; Pirazzoli, 1993 ; Paskoff, 1994).

Le Bénin, à l'instar de la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest est sujet depuis quelques décennies à une variabilité pluviométrique de plus en plus marquée (Boko, 1988). Celle-ci se manifeste par une tendance générale à la baisse de totaux pluviométriques et la survenance des années pluviométriques extrêmement sèches ou pluvieuses (Ogouwalé, 2004). Le même auteur dans une étude en 2009, a montré que le Bénin a enregistré une irrégularité pluviométrique doublée d'une baisse tendancielle des hauteurs de pluies et de la réduction du nombre de jours de pluie.

En effet, une étude de Boko et Ogouwalé (2008) montre que les sécheresses et les inondations provoquent souvent un accroissement de la pression foncière dans certaines régions vulnérables. Une migration de la population humaine et animale, une intensification de l'érosion des sols et un envasement des cours d'eau, barrages et eaux côtières ont des effets immédiats sur l'environnement avec des possibilités de répercussions économiques sévères. De même, des travaux de Boko (1988), Afouda (1990), Houndénou (1999) et de Ogouwalé (2004), on retient que la péjoration pluviométrique, la réduction de la durée de la saison agricole, la persistance des anomalies négatives et la hausse de la température minimale caractérisent le climat du Bénin et modifient les régimes pluviométriques et les systèmes de production agricole.

Par ailleurs, le projet (PANA-Bénin, 2007) a montré que l'avancée de la mer (océan) sur les côtes béninoises peut aller jusqu'à 10 ou 15 mètres certaines années, par le jeu de l'effondrement des infrastructures ; c'est le cas de Cotonou et de la Commune de Grand-Popo. Il va plus loin en soulignant que la nappe phréatique deviendra indubitablement saumâtre et sera source de nombreuses maladies pour les populations vivant dans le milieu.

Pour le MEPN cité par Houssou-goe (2008), s'observent des phénomènes de raccourcissement des cycles végétatifs et de floraison précoce au niveau des

cultures, dus à l'élévation de la température. Aussi, sous l'effet répété des récessions et perturbations pluviométriques, les rendements agricoles seront gravement affectés. Les prévisions faites sur la productivité agricole seront complètement faussées et des risques d'insécurité alimentaire sont élevés. La réduction de la pauvreté et de la faim pourrait être entravée par les baisses de productivité et l'insécurité alimentaire qui découleront des manifestations des changements climatiques. L'augmentation de la prévalence de certaines maladies (dont le paludisme et la dengue), la recrudescence des maladies liées à la chaleur, la raréfaction de l'eau potable pour les ménages sont autant d'obstacles à l'atteinte des objectifs n°4, 5 et 6 de l'OMD relatifs à la santé humaine. Sur un autre plan, la perte de la biodiversité et la dégradation de l'environnement qui se profilent du fait des conditions climatiques de plus en plus difficiles sont autant de freins à la réalisation de l'objectif 7 (assurer un environnement durable). Malgré ces travaux réalisés par différents auteurs, plusieurs aspects restent à aborder sur la question du changement climatique dont ceux liés à la zone côtière. C'est ce qui justifie l'étude sur le secteur Ouidah Grand-Popo.

1.2. PROBLEMATIQUE

1.2.1. Justification du sujet

Selon Hiscock et Tanaka cité par Totin (2010), le changement climatique global aurait des effets négatifs sur des ressources en eau en raison de la variabilité accrue des événements extrêmes tels que les sécheresses et les inondations. Les changements climatiques auront en effet des impacts sur les systèmes naturels, économiques et humains qui, parce que multiformes et variables d'une région du monde à une autre, concerneront tant les ressources en eau que la gestion des terres ou des populations (UNESCO-COI, 2012).

Le domaine tropical connaît depuis quelques décennies une variabilité pluviométrique qui se caractérise par des phases successives ou alternatives d'excédents et de déficits hydriques (Doukpolon, cité par Tassou, 2013). Les modèles

climatiques indiquent qu'à l'horizon 2050, le niveau de surélévation indiqué par les projections serait de 5 à 32 cm (comparé à 1990), soit bien plus que les rythmes de surélévation du niveau marin qui sont connus aujourd'hui. Ainsi ; les risques d'assister à une plus grande surélévation du niveau marin sont donc bien réels (PNUE, 2008).

En Afrique Sub-Saharienne et particulièrement au Bénin, les populations locales sont de plus en plus vulnérables et s'adaptent aux effets néfastes de ce phénomène du fait de leurs situations géo-climatiques, de leur forte dépendance à l'égard des ressources naturelles et de leurs capacités d'adaptation limitées à l'évolution du climat (Goulden *et al.*, Zakzouk, cité par Agnoun, 2014).

Le Bénin, comme la plupart des pays tropicaux, connaît depuis les trois dernières décennies une tendance climatique marquée par des irrégularités saisonnières, une diminution des hauteurs de pluie et une réduction du nombre de jours pluvieux (Bokonon-Ganta, 1987 ; Boko, 1988 ; Afouda, 1990).

La situation actuelle de la zone côtière du Bénin au plan de son environnement physique et les divers facteurs et formes de dégradation qui la caractérisent sont essentiels pour comprendre sa vulnérabilité aux répercussions locales et au rehaussement global du niveau de la mer (IPCC, 2001).

Selon CEDA (2007), le rythme d'évolution actuelle de la côte béninoise suscite d'ores et déjà des inquiétudes. En effet, les écosystèmes côtiers sont soumis à de nombreuses perturbations (naturelles et anthropiques) qui entraînent la modification de leur structure et de leur fonctionnement. Entre autres menaces, il convient de citer l'érosion côtière, la régression des écosystèmes forestiers notamment la mangrove en raison de la pression humaine et les diverses pollutions dues aux activités socio-économiques. A ces facteurs s'ajouteront les effets des changements climatiques globaux qui auront probablement des effets incommensurables sur les traits de rivages et sur tous les êtres qui y vivent.

En effet, d'après Judex *et al.*, (2009), la grande variabilité naturelle et les perspectives d'une accélération des changements climatiques anthropiques

mettent en danger la possibilité d'un développement durable dans les pays Ouest africains dans lesquels le secteur agricole représente jusqu'à 80 % de l'économie. L'érosion côtière est une conséquence de la dynamique des différents paramètres de l'hydrologie marine, accentuée par les activités humaines (construction et protection du port, des barrages, extraction du sable ou autres matériaux, etc). Une telle situation constitue une menace pour les infrastructures de première importance et pour les populations riveraines dont les habitations et autres biens sont constamment emportés (CEDA, 2007). Par ailleurs, les effets combinés de la hausse des températures et d'une élévation du niveau de la mer vont générer une modification du réseau trophique, une perte de la biodiversité et un ralentissement de la croissance des espèces qui s'adaptent. Du reste, la productivité de ces écosystèmes sera affectée.

La régression des espaces forestiers du fait essentiellement des actions anthropiques et naturelles est aussi une source d'inquiétude étant donné que ces espaces forestiers sont constitués entre autres de la mangrove, formation qui joue un rôle important dans l'équilibre environnemental (CEDA, 2007). La côte béninoise est dans l'ensemble assez fragile (sables grossiers et moyens) et est soumise à un fort transit si bien que les houles du rivage marin provoquent un courant qui peut atteindre 1,5m/s. Ce qui représente un transport de sédiments de près de 1,5 millions de m³ par an (Capo, 2008).

Du reste, l'élévation du niveau marin face à la variabilité et aux changements climatiques a pour conséquences la forte salinisation des cours d'eau, la réduction de la faune avec l'apparition de nouvelles espèces, la disparition de la mangrove suivie de la destruction des frayères naturelles, la modification écologique de la flore, etc. D'après les analyses du MEHU (2001), la disparition des espèces comme les huîtres que les pêcheurs ne retrouvent plus affecte l'économie locale et nationale.

D'après Soclo en 1998, l'ensablement des cours et des plans d'eau ont entraîné une productivité réduite des écosystèmes et donc une réduction de la production

halieutique. Une hausse du niveau de la mer aggraverait la plupart des formes de dégradation physique déjà existantes (Djiman, 1998 ; MEHU, 1993 et 1997 ; PNUE, 1985 et Verstraete, 1989) et causerait également une intrusion de sel dans les nappes aquifères côtières. L'élévation globale du niveau marin et les actions anthropiques conduisent à l'installation d'un déséquilibre de l'écosystème côtier dont les principales conséquences au Bénin sont : l'érosion côtière, les inondations temporaires, la désalinisation des eaux lagunaires et les orages qui affectent les populations riveraines (Oyédé *et al.*, 2004) de ce secteur. Une étude du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN, 2008) montre que les origines anthropiques de l'érosion côtière au Bénin sont le fait des activités économiques et de l'installation de certaines infrastructures dont notamment l'installation des murs de protection du littoral à Kpémé et à Aného, la construction du barrage de Nangbéto, la construction du port de Cotonou et l'ouverture des carrières de sable le long de la côte. Les Communes de Grand-Popo et de Ouidah possèdent, toutes, un patrimoine culturel et historique assez riche. La beauté de leur paysage lagunaire et de leur plage leur a donné de nombreuses potentialités touristiques de type historique, culturel et écotouristique (ONG α et Ω Environnement, 2005). Cette zone reste cependant très sensible aux changements climatiques et à l'expansion démographique. Ce secteur d'étude se trouve aujourd'hui exposé au phénomène dévastateur de la variabilité et du changement climatique, et reste donc très vulnérable surtout au niveau des côtes. Ces impacts sont non seulement visibles sur l'équilibre naturel mais aussi sur la vie économique et sociale des populations. C'est pour apporter une contribution aux réflexions menées sur la question, que le sujet intitulé « *aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière béninoise face aux changements climatiques : Secteur Grand-Popo-Ouidah* » a été abordé.

Les nombreuses études réalisées jusqu'à ce jour ne permettent pas toutefois de répondre parfaitement à un certain nombre d'interrogations qui se posent:

Quelles sont les mutations climatiques intervenues dans le secteur Grand-Popo et Ouidah ?

Quelle est l'occurrence spatiotemporelle des inondations dans le milieu d'étude ?

Quelles sont les caractéristiques de l'érosion côtière dans le secteur Grand-Popo et Ouidah ?

Pour mieux orienter cette étude les hypothèses ont été émises et des objectifs ont été fixés.

1.2.2. Hypothèses et objectifs de recherche

Les hypothèses suivantes sont formulées dans le cadre de cette recherche :

- les Communes de Grand-Popo et de Ouidah sont affectées par une forte variabilité pluviométrique doublée d'un réchauffement thermique ;
- la vulnérabilité du secteur d'étude aux inondations dépend des facteurs physiques ;
- le secteur d'étude est affecté par l'érosion côtière en raison de l'augmentation continue du niveau de la mer.

Afin de tester ces hypothèses, des objectifs sont fixés.

L'objectif global de ce travail est de mieux appréhender les aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière du secteur Grand-Popo, Ouidah face aux changements climatiques.

De façon spécifique, il s'agit de :

- étudier les mutations climatiques (pluie, température, vents) dans le secteur Grand-Popo-Ouidah ;
- cartographier les risques d'inondations et ses corollaires dans le secteur d'étude;
- caractériser le niveau d'avancement de la mer et de l'érosion de la côte à Grand-Popo et Ouidah.

1.3. Clarification de quelques concepts

En vue de mieux maîtriser le sujet, certains termes ou mots doivent être clarifiés.

❖ Changements climatiques

Selon le GIEC (2007), le changement climatique s'entend d'une variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine. 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. Pour ce qui concerne ce travail, c'est la définition de Ogouwalé (2001) à laquelle s'ajoute les modifications du vent, l'élévation du niveau de la mer qui deviennent récurrentes et affectent les populations de la zone côtière qui est adoptée. Dans le cadre de ce travail, les changements climatiques désignent une modification des statuts de précipitations mais aussi des vents et une augmentation prononcée des températures au cours des dernières années.

❖ Variabilité climatique

Pour le projet ENDA (2011), la variabilité climatique se définit comme une caractéristique inhérente au climat qui se manifeste par des changements et déviations dans le temps. Selon le glossaire du GIEC (2001), ce sont les variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écart type, apparition d'extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales autres que celles de phénomènes météorologiques particuliers. Dans le cadre de cette recherche en plus de la définition du GIEC(2001), la variabilité climatique est l'ensemble des conséquences liées aux déficits ou aux excès pluviométriques, aux réchauffements thermiques, au vent, à l'érosion côtière et à l'élévation du niveau de la mer sur la zone côtière.

❖ **Vulnérabilité**

Pour le GIEC (2007), la vulnérabilité est le degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets néfastes du changement climatique (y compris la variabilité climatique et les extrêmes). Elle désigne ainsi la mesure dans laquelle un système est sensible ou incapable de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, qu'il s'agisse de la variabilité climatique ou des extrêmes météorologiques (Nielson *et al.*, 2002). De façon étendue, la vulnérabilité d'une zone côtière signifie le risque potentiel pour les écosystèmes qui la composent de subir divers dommages s'ils sont exposés à certaines pressions. Dans cette étude, la vulnérabilité fait référence à toute la gamme de facteurs qui exposent les populations rurales aux effets néfastes de la variabilité climatique et leurs capacités d'adaptation du fait des contraintes bioclimatiques subies par les ressources dont elles dépendent dans cette zone.

❖ **Erosion côtière**

L'érosion côtière est un phénomène dû à la remontée générale du niveau de la mer, à la construction de ports, de barrages hydroélectriques sur les fleuves et d'ouvrages de protection de la côte mise à l'affleurement du "beach rock" à la suite de l'érosion des fonds. (Dégbé *et al.*, 2010)

L'érosion côtière résulte d'une combinaison de plusieurs facteurs à la fois d'origine naturelle et humaine, qui interviennent à plusieurs échelles temporelles et spatiales ; elle se manifeste lorsque la mer gagne du terrain sur la terre par l'action des vents, des mouvements de houles et de marées et ceci quand les sédiments (sables) deviennent insuffisants pour constituer la protection naturelle des plages.

❖ **L'inondation**

Selon Dupont, l'inondation est l'invasion d'un territoire par les eaux, généralement due à une pluie abondante. Par débordement, les eaux des cours et plans d'eau envahissent le lit majeur où elles déposent, en se décantant, des alluvions généralement fines : les limons de débordement. Les inondations sont

généralement à la base des problèmes environnementaux et sanitaires. Les inondations sont des phénomènes exceptionnels mais susceptibles de se produire à tout moment. De façon générale, on parle d'inondation quand, suite à une crue, les vastes parties du lit majeur d'un cours d'eau sont noyées (phénomène de submersion d'un espace terrestre) (Capo, 2008). C'est la submersion, lors d'une crue, des terrains avoisinant le lit d'un cours d'eau (Agbo, 2012). Pour ce travail, la définition de Dupont est mieux appropriée ; et il lui est ajouté la crue des plans et cours d'eau.

1.4. Démarche méthodologique

Elle tourne autour de trois centres d'intérêts à savoir : des données collectées, le traitement des données, l'analyse des résultats.

1.4.1. Données collectées

Plusieurs types de données ont été collectés. Il s'agit de :

- données climatologiques (la pluviométrie, la température et le vent) collectées à l'ASECNA sur la période 1965-2013 ;
- données démographiques obtenues à l'INSAE grâce aux résultats des recensements de 1992, 2002, 2013;
- données planimétriques (cartes pédologique, géomorphologique, hydrographique) ;
- images Google 2002, 2014 relatives au trait de côtes et les images satellitaires (occupation du sol) Land sat de 1978 et 2014 pour la réalisation des cartes ;
- données et informations ethno-climatologiques et socio-anthropologiques ;
- coordonnées géographiques des points à l'aide du GPS

1.4.2. Méthodes de collecte des données et informations recueillies

Cette partie aborde les différentes techniques utilisées et les informations

➤ La recherche documentaire

La recherche documentaire a été faite à travers les centres de documentation de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), du Ministère de

l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme (MEHU), de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH) et de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) et des sites web spécialisés.

➤ **Enquêtes de terrain**

Les groupes cibles de l'enquête sont: les chefs ménages, les techniciens du SCDA. L'enquête a pris en compte les arrondissements proches de la côte en raison des informations sur l'avancée de la mer, l'érosion côtière et la crue et certaines localités qui sont loin de la côte mais qui vivent la situation de l'inondation dans les deux communes. Dans chaque arrondissement, il a été sélectionné 3 villages, 5 élus locaux et quelques agents du SCDA.

➤ **Echantillonnage**

Afin de déterminer la taille de l'échantillonnage (effectif des ménages) la théorie probabiliste de Schwartz (1995) dont la formule est: $X = (Z_{\alpha})^2 \times (p \cdot q / i^2)$ est utilisée avec

X = taille de l'échantillon ;

Z_{α} = 1,96 écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ;

$p = n/N$; n = nombre de personnes qui ont répondu aux questions posées et

N = nombre de ménages estimé dans le secteur Ouidah-Grand-Popo;

$q = 1 - p$; et $i = 5\%$. $N = 3855$ $n = 1010$ $p = 0,26$ et $q = 0,74$

$X = (1,96)^2 \times (0,1924 / 0,0025) = 295,64$ $X = 296$

Le nombre de personnes soumis à l'enquête est égal à 296. Cet effectif a été proportionnellement réparti dans les vingt-et- un (21) villages retenus en fonction de l'ampleur des catastrophes dans le secteur d'étude. En plus des chefs de ménages, les personnes ressources constituées d'agents de SCDA(03), de mairies(03) et les élus locaux(40) sont enquêtés.

Tableau I : Répartition des villages et nombres d'enquêtés par arrondissement

Arrondissements	Villages/quartiers retenus	Echantillonnage	
		Prévu	Réalisé
Djègbadji	Djègbadji plage, Aïdo plage, Gohonou	34	26
Avlékété	Avlékété plage, Aziaglocodji, Ahloboé	34	23
Pahou	Houdjava	34	28
Gakpé	Dodji, Tchiakpécodji, Lokohouè	4	21
Avlo	Agonnékanmey, Allongo, Avlo plage	40	32
Grand-Popo centre	Housoukouè, Gbècon, Hèvè	40	38
Sazué	Vodomé, Batōto	40	30
Djanglanmey	Agonkanmey, Toklovènou, Atchèkπέcondji	40	35

Source : Travaux de terrain, Octobre 2014

➤ **Matériels et outils de collecte de données:**

Les outils ci-après ont été utilisés :

- une carte de situation de la commune de Ouidah et de Grand-Popo à l'échelle de 1/ 200 000^e pour délimiter la zone d'étude ;
- un GPS (Global Positioning System) pour prendre les coordonnées géographiques et faire le tracking ;
- un appareil photographique numérique pour la prise de vue sur le terrain ;
- des questionnaires dont l'une adressée aux ménages, le second aux élus locaux et enfin le troisième aux agents de CeCPA et aux forestiers;
- des guides d'observation
- Techniques de collecte des données

Plusieurs techniques ont été utilisées pour des investigations en milieu réel.

- la méthode des itinéraires a permis d'identifier les personnes ressources pouvant fournir des données permettant d'atteindre les objectifs fixés ;
- l'observation directe sur le terrain a permis d'apprécier l'état environnemental du secteur d'étude ;

- l'entretien direct individuel (photo a) structuré à travers les questionnaires avec les ménages ont permis d'appréhender la perception de la population sur les phénomènes du Changement Climatique ;
- l'entretien semi structuré avec les élus locaux et les agents de SCDA ont permis de structurer les informations fournies par les ménages. En outre, les données collectées lors des focus-group (photo b) ont permis de confronter et de compléter les informations recueillies sur le terrain



Planche 1 : Séance d'entretien à Vodomey (a) et focus-group à Avlékété (b)
Prise de vue : AGONVI Romaric, octobre 2014.

1.4.3. Méthode de traitement des données et analyse des résultats

1.4.3.1. Traitement des informations de terrain et des données climatologiques

Il a été fait par les méthodes essentiellement statistiques et cartographiques (Arc view et MapInfo) d'une part, et le logiciel Spss 21 d'autre part. Il a consisté à codifier, dénombrer et saisir les informations qualitatives recueillies sur le terrain dans le logiciel Spss 21. Quant aux données quantitatives, elles ont été saisies et codifiées aussi dans le logiciel Spss 21. Les résultats obtenus après la saisie et le décodage ont été analysés et envoyés dans le logiciel Excel 2007 pour les graphiques et les courbes afin d'agrèger certaines données (températures, hauteurs pluviométriques, vitesse du vent) journalières, mensuelles en données mensuelles puis annuelles et de les transformer en tableaux, courbes ou histogrammes. La quantification des résultats d'enquête a été réalisée sur la base du score réel (réponses affirmatives)

de chaque rubrique du questionnaire et non à partir du nombre total des personnes interrogées. Les personnes n'ayant pas fourni de réponses ne sont pas prises en compte du fait que leur nombre n'est pas significatif.

Le traitement des données climatologiques a été fait à base du logiciel Microsoft Excel 2007 pour l'obtention des graphes et courbes.

1.4.3.2. Analyse des résultats

✓ Méthodes d'analyse de la variabilité climatique

Il convient de rappeler au prime abord que, de par la nature des stations (type pluviométrique) sises dans les deux communes, les données météorologiques disponibles se limitent uniquement à la pluviométrie ; néanmoins les données de température et de vent de la station de Cotonou sont équivalentes. L'analyse portera donc essentiellement sur ces trois paramètres.

L'analyse de la variabilité climatique est faite à l'aide des outils statistiques. Les formules statistiques suivantes ont été utilisées :

✓ Totaux pluviométriques et moyenne arithmétique

Les totaux pluviométriques ont permis d'étudier les quantités de pluies et leurs rythmes. Ils sont calculés par la méthode du simple cumul : $ni_1+n_2..... n_{12}$. avec ni = valeurs journalières et mensuelles.

Paramètre de tendance centrale, la moyenne arithmétique \bar{X} a été utilisée pour étudier les régimes pluviométriques sur une période de 45 ans. Elle est obtenue par l'équation : $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i$ avec n le nombre d'observations et ni leur somme.

✓ Mise en évidence des tendances

La détermination des tendances thermométriques, pluviométriques et la vitesse de vent sur la période de 1965-2010 a été faite à l'aide de la méthode de régression. Elle consiste en une représentation graphique de droite de régression de type affine qui présente l'évolution linéaire et permet de déceler la tendance.

L'équation de la droite de tendance est sous la forme : $y = ax + b$; a est le coefficient directeur et représente la pente et b une constante.

- Si $a > 0$, on a une tendance à la hausse ;
- Si $a < 0$, on a une tendance à la baisse.

✓ **Indice pluviométrique**

L'indice est utilisé pour identifier les séquences sèches ou déficitaires, les séquences humides ou excédentaires et les séquences moyennes ou normales sur la période (1965-2010). Cet indice est déterminé à partir de la formule :

$$I_p = \frac{(X_i - X_{moy})}{\sigma}$$

où X_i est la pluviométrie de l'année i

X_{moy} la pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence et σ l'écart type de la série.

Si $I_p < 0$, l'année est sèche ou déficitaire.

Si $I_p = 0$, l'année est dite moyenne ou normale.

Si $I_p > 0$, l'année est humide ou excédentaire.

✓ **La recherche de ruptures de stationnarité**

Les tests uni variés d'homogénéité des séries temporelles ou de détection de rupture en moyenne ont été mis en œuvre dans le programme ICCARE et ont déjà été décrits dans d'autres travaux (Aka *et al.*, 1996).

Le choix des périodes sera issu des résultats de l'application des tests de Pettitt et de Mann-Kendall sur les différentes séries. La détection de tendances et de ruptures dans les séries pluviométrique et hydrométrique a été appréhendée par plusieurs méthodes.

✓ **Le test de Pettitt**

L'approche de Pettitt (1979) est non paramétrique qui permet de détecter les « ruptures » dans les séries pluviométriques des stations de Ouidah et de Grand-Popo. Ce test dérive du test de Mann-Whitney. En effet, l'approche de Pettitt est un test non paramétrique dérivé de celui de Mann-Whitney. Ce test a été

souvent utilisé pour l'étude des variables hydrométéorologiques en Afrique (Hubert *et al.*, 1989 ; Aka *et al.*, 1996; Ouédraogo, 2001 ; Ardoïn Bardin, 2004) et dans le contexte béninois par Houndénou (1999), Vissin (2007); et Ogouwalé (2006). L'absence de rupture dans la série (Xi) de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i=1 à t et t+1 à N appartiennent à la même population. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable

$$U_{t,N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij}$$

Où $D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$ avec $\text{sgn}(Z) = 1$ si $Z > 0$; 0 si $Z = 0$ et -1 si $Z < 0$.

Soit K_N la variable définie par le maximum en valeur absolue de $U_{t,N}$ pour t variant de 1 à N-1. Si K désigne la valeur de K_N prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

$$\text{Prob}(K_N > K) \approx 2 \exp\left(-6 K^2 / (N^3 + N^2)\right)$$

Pour un risque α de première espèce donné, si $\text{Prob}(K_N > K)$ est inférieure à α , l'hypothèse nulle est rejetée. Ce test est réputé pour sa robustesse.

✓ La méthode bayésienne de Lee & Heghinian

La méthode bayésienne de Lee & Heghinian (Lee & Heghinian, 1977) est une approche paramétrique qui requiert une distribution normale des variables étudiées. Elle fait l'hypothèse d'une rupture en moyenne à un instant inconnu. La distribution à priori de l'instant de la rupture est uniforme, et compte tenu de cette information et des données, la méthode produit la distribution de probabilité a posteriori de l'instant de la rupture.

Elle est fondée sur le modèle suivant :

$$\begin{cases} x_i = \mu + \epsilon_i \text{ avec } i = 1, 2, 3, \dots, \tau \\ \mu + \delta + \epsilon_i \text{ avec } i = 1, 2, 3, \dots, N \end{cases}$$

Les ϵ_i sont indépendants et normalement distribués, de moyenne nulle et de variance σ^2 . La position de la rupture dans le temps et l'amplitude d'un changement éventuel de la moyenne sont représentées respectivement par τ et δ .

Le changement éventuel, position et amplitude, correspond au mode des distributions "a posteriori" de τ et δ . Ainsi, cette méthode fournit la probabilité que le changement se produit au moment τ dans une série où est supposée à priori qu'il y a effectivement un changement à un moment déterminé. Elle donne également une estimation de la probabilité que l'amplitude du changement ait la valeur δ . La date de la rupture est estimée par le mode avec d'autant plus de précision que la dispersion de la distribution est faible et lorsque la distribution est unimodale.

En effet, d'après (Hubert *et al.*, 1989), cette procédure de segmentation peut être interprétée comme un test de stationnarité, "la série étudiée est stationnaire" constituant l'hypothèse nulle de ce test. Si la procédure ne produit pas de segmentation acceptable d'ordre supérieur ou égal à 2, l'hypothèse nulle est acceptée. Aucun niveau de signification n'est attribué à ce test. Son principe est donc de "découper" la série en plusieurs segments de telle sorte que la moyenne calculée sur tout segment soit significativement différente de la moyenne du (ou des) segment (s) voisin(s) par application du test de Scheffé (Kendall & Stuart, 1943) qui repose sur le concept de contraste (Dagnélie, 1970). Ainsi, la procédure de segmentation de séries chronologiques consiste à découper la série en m segments ($m > 1$) de telle sorte que la moyenne calculée sur tout segment soit significativement différente de la moyenne du (ou des) segment (s) voisin (s). La procédure de segmentation est décrite comme suit :

toute série x_i où $i=i_1, i_2$ avec $1 \leq i_1 < i_2 \leq N$, constitue un segment de la série initiale des (x_i) avec $i = 1, 2, \dots, N$. Toute partition de la série initiale en m segments constitue une segmentation de rang m définie par :

- $I_k, k = 1, 2, \dots, m$ le rang dans la série initiale de l'extrémité du k ème ;
- $N_k = i_k - i_{k-1}$ la longueur du k ème segment ;
- $\bar{X}_k = \frac{\sum_{i=i_{k-1}+1}^{i=i_k} x_i}{n_k}$ la moyenne du k ème segment.

La quantité $D_m = \sum_{k=1}^{k=m} D_k = \sum_{k=1}^{k=m} \sum_{i=i_{k-1}+1}^{i=i_k} (x_i - \bar{x})^2$ est l'écart quadratique entre la série et la segmentation considérée. La segmentation retenue est celle minimise D_m .

Ces méthodes de détection des ruptures ont été utilisées dans plusieurs études hydro climatologiques en Afrique surtout dans sa partie occidentale (Hubert et Carbonnel, 1993 ; Aka *et al.*, 1997 ; Paturel *et al.*, 1997).

Les années de rupture et les séries segmentées sont utilisées pour caractériser les changements intervenus, les chroniques pluviométriques.

Aussi, appliqués à chaque site de mesure et variable par variable, ces tests donnent des résultats généralement concordants du moins au niveau de la reconnaissance d'une hétérogénéité dans la série, même si les estimations des ruptures en moyenne données par plusieurs tests diffèrent parfois de quelques années.

Dans le cas où le test de Pettitt ne présente pas rigoureusement une année de rupture, celle fixée à la position du point de rupture par la méthode bayésienne de Lee et Heghinian est retenue. Les années de rupture sont utilisées pour caractériser la variation climatique marquée soit par une séquence humide, soit par une séquence sèche.

✓ Cartographie des secteurs à risque d'inondation

La méthode de croisement des cartes thématiques a été utilisée (techniques SIG). Elle a permis d'obtenir la carte de vulnérabilité et de celle de l'aléa à l'inondation (Saley et al., 2005 ; Bouchetata, 2006). Les cartes thématiques utilisées sont les cartes du couvert végétal, géologique, pédologique, de pente, du réseau hydrographique, pluviométrique. L'identification des secteurs à risque d'inondation est faite par le croisement de la carte de l'exposition et de celle de l'aléa à l'inondation (Garry, 1994 ; Ercole et Thouret, 1996 ; Saley *et al.*, 2005).

RISQUE=Alea + Exposition

Les résultats ont permis de pondérer le risque à l'inondation en risque faible (poids = 1), en risque moyen (poids = 3) et en risque fort (poids = 5).

Tableau II: Synthèse de la méthode de cartographie des secteurs à risques à l'inondation

Croisement	Carte du couvert végétal	Croisement	Carte hydrographique
Carte pluviométrique	Carte de l'aléa à l'inondation	Carte géologique	Carte géologie-hydrographie
		Croisement	Carte géologie-hydrographie
		Carte pédologique	Carte hydro-pédo-géologie
		Croisement	Carte hydro-pédo-géologie
		Carte des pentes	Carte de l'exposition à l'inondation
Croisement		Carte de l'exposition d'inondation	
Carte de l'aléa d'inondation		Carte des secteurs à risque d'inondation	



Carte thématique



Résultat de croisement



Résultat final

✓ **Cartographie de la vulnérabilité à l'inondation**

Elle est obtenue par la même méthode que celle des risques à l'inondation

$VULNERABILITE = Risque + Adaptation$

Les résultats ont permis de pondérer la vulnérabilité à l'inondation en vulnérabilité faible (poids = 1-10), en vulnérabilité moyenne (poids = 10-20) et en vulnérabilité forte (poids = 20-30). (Garry, 1994 ; Ercole et Thouret, 1996 ; Saley *et al.*, 2005).

✓ **La caractérisation du niveau d'avancement de la mer**

Elle a été faite à base du tracking effectué sur la côte Grand-Popo Ouidah lors des enquêtes de terrain, de l'analyse des images Google (2002, 2014), l'utilisation des coordonnées géographiques, les informations/ témoignages de terrain et le traitement cartographique.

CHAPITRE II : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DES COMMUNES DE GRAND-POPO ET DE OUIDAH

Il est abordé dans ce chapitre les aspects géographiques, physiques et humains.

2.1. Situation géographique et organisation administrative

L'aire d'étude est constituée par les Communes de Grand-Popo et de Ouidah; elle est située entre 1°36' et 2°16' de longitude Est et 6°12' et 6°30' de latitude Nord et couvre une superficie de 653Km² avec une densité de 336 habitants / km². (figure1).

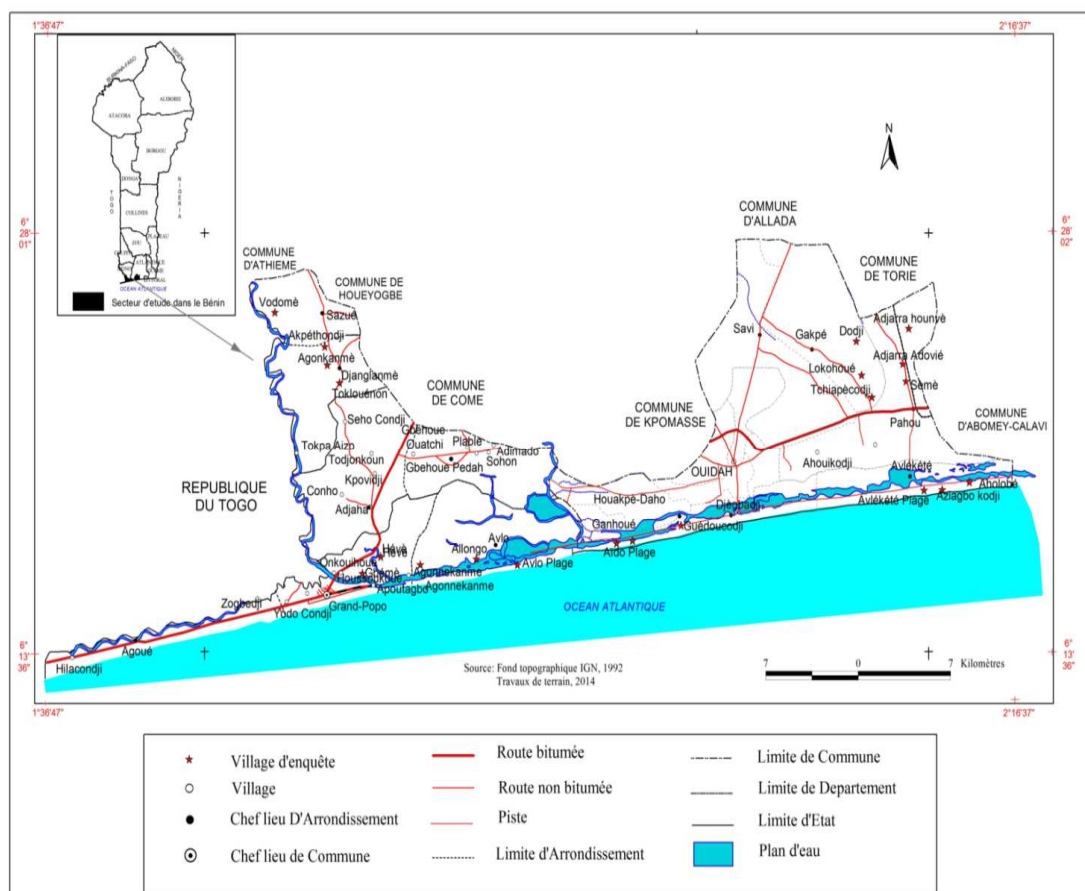


Figure 1: Situation géographique de Grand-Popo et de Ouidah

Le secteur d'étude est limité au Nord par les Communes d'Athiémé, et de Houéyogbé d'une part d'Allada et Tori-Bossito d'autre part ; au Sud par l'océan Atlantique, à l'Ouest par la république du Togo et à l'Est par la Commune d'Abomey-Calavi. La Commune de Grand-Popo compte sept (07) arrondissements et 44 villages et celle de Ouidah compte dix (10)

arrondissements subdivisés en soixante (60) quartiers de villes et villages (Capo-chichi, 2006).

2.2. Composantes biophysiques

2.2.1. Contexte géomorphologique

Dans le secteur Grand-Popo plusieurs reliefs justifient la morphologie du milieu.

- La côte correspond à toute la partie Sud, le long de la mer, et va de Hillacondji au-delà de Hohoué. C'est un cordon littoral sablonneux (fluvio-marin), plat et rectiligne dans son ensemble et dont l'altitude ne dépasse pas 5m au-dessus du niveau de la mer (Agbo, 2012).
- Les zones marécageuses et les zones inondables, qui couvrent la plus grande partie des terres, vont de l'Est d'Adjaha au Nord-Est jusqu'au chenal Aho, estuaire du lac Ahémé (Capo-chichi, 2006).
- 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 régimes d'Adjaha et remonte vers Gbéhoué et Comé (Agbo, 2012).
- Le relief de la commune de Ouidah par contre est peu accidenté et est constitué d'un ensemble morphologique fait de plaines côtières, basses et sablonneuses ; de bas-fonds et marécages au Sud et de plateau de terre de barre au Nord (Capo-chichi, 2006).

2.2.2. Unités pédologiques du secteur d'étude

Il est constitué du Sud au Nord, deux grands ensembles de sol: les sols de type sablonneux et les sols de type ferralitique. Les sols sablonneux sont limités au cordon littoral qui regroupe les arrondissements d'Avlékété, de Djègbadji et de Ouakpè-Daho. Cependant ce type de sol se retrouve également dans la partie méridionale de Ouidah 1, Ouidah 3 et de Pahou. Au delà de cette limite, s'étendent les sols de type ferralitique. Ils sont généralement localisés dans les arrondissements de Savi, de Gakpé, et la partie septentrionale des

arrondissements urbains. Entre ces deux types de sols, existe la frange lagunaire, constituée de zones marécageuses et de plaine d'inondation. (Capo-chichi, 2006)

Les sols du littoral et des cordons dunaires (Arrondissements d'Avlo, de Grand- Popo et d'Agoué) sont sablonneux, constitués de sables fins, pauvres en matière organique et très perméables. Sur ces sols se trouvent une végétation de *cocos nucifera* (cocotiers). Dans les arrondissements d'Adjaha, Djanglanmey et de Sazué les terres sont hydromorphes et fertiles. Elles 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. (Capo-chichi, 2006)

2.2.3. Conditions climatiques

La situation géographique de la Commune de Grand-Popo lui permet de bénéficier d'un ensemble qui jouit d'un climat subéquatorial de type guinéen et celle de Ouidah appartient à l'ensemble géographique qu'il est convenu d'appeler « Zone humide » et jouit d'un climat soudano guinéen. Les deux communes sont caractérisées par deux saisons de pluie alternées de deux saisons sèches à durées inégales. Des travaux de Boko (1988), Afouda (1990) et de Houndénou (1999), le Bénin méridional dont les communes d'étude connaît quatre séquences saisonnières du point de vue de la répartition des pluies au cours de l'année :

- la grande saison des pluies d'avril à juillet ;
- la petite saison sèche qui a lieu entre août et septembre ;
- la petite saison pluvieuse qui dure d'octobre à novembre ;
- la grande saison sèche de décembre à mars.

2.2.4. Ressources hydrologiques

La Commune de Grand-Popo bénéficie d'un réseau hydrographique important avec comme principale composante le fleuve Mono. Il a un régime tropical très irrégulier avec de grandes variations interannuelles et connaît une crue généralement située entre juin-octobre parce qu'il ramène à la fois les eaux de la grande saison de pluies reçues dans son cours supérieur et celles de la petite

saison reçues dans son cours inférieur (Capo-chichi, 2006). Cette concentration des eaux en rapport avec les pentes entraîne les inondations à Grand-Popo. Le fleuve se jette dans l'océan Atlantique par un large delta appelé "Bouche du Roy" au niveau du village Avlo plage (SDAC, 2004). A partir du village d'Agbanankin, le fleuve Mono communique avec la lagune de Grand-Popo qui lui sert de relais vers l'océan Atlantique une série d'affluents et d'effluents tels que Sazué, Agogo, Adanwadonmè etc. La lagune de Grand-Popo s'étend sur une longueur d'environ 15 km, sur son parcours vers l'est, à la hauteur du village de Djondji, elle débouche dans le chenal Aho, exutoire du lac Ahémé sur 10 km environ. Elle communique aussi avec la lagune de Ouidah à l'Est et de Mono à l'Ouest.

Le réseau hydrographique de la Commune de Ouidah est essentiellement caractérisé d'un système lacustre et lagunaire dont les principales composantes sont : les lagunes de Djessin, Donmè et le lac Toho. Ils sont limités par les fleuves du bassin du Sud-Ouest, notamment le Couffo et le Mono. Ils sont généralement très encombrés et leur production halieutique est en baisse à cause de la surexploitation par les populations riveraines.

2.2.5. Couverture végétale

La Commune de Ouidah se situe dans un écosystème particulier constitué d'une diversité floristique et faunique. Du point de vue formation végétale, la flore est d'une manière générale dégradée, entièrement défrichée et qui laisse apparaître par endroits, l'existence de quelques îlots de forêts sacrées comme celles de Kpassè-Zoumè et d'Avlékété. La végétation est constituée de savane arborée à *Elæis guinéen sis* (palmier à huile), le *borasus aethiopium* (le rônier) en voie de disparition parce que utilisées pour la vannerie, *Mitragyna inermis*, *Adonsonia digitata* (baobab), *ceiba pentandra* (fromager), *Milicia excelsa* (Iroko) (ONG α et Ω Environnement, 2005). Un peu plus à l'intérieur dans la mangrove (zones lagunaires et marécageuses), ce sont les sols alluvionnaires et hydromorphes, 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.

La faune bénéficie de la diversité des composantes naturelles du milieu constituées d'un microclimat de type humide continental, d'une pluralité floristique composée de forêts naturelles, de plantations forestières et agricoles, etc., de ressources en eau (plans et cours d'eau et océan), etc.

2.3. Facteurs humains

2.3.1. Evolution démographique et composante socio culturelle

- Evolution de la population

La population de Grand-Popo en 2002 est estimée à 40335 habitants répartis en 9 633 ménages. La taille moyenne d'un ménage est de 4,05 (INSAE, 2002). En 2013 cette population est passée à 161544 habitants. Cette concentration démographique s'explique par l'attrait des activités économiques et le relief. Le tableau III et la figure2 présentent la répartition de la population par Commune lors des trois derniers recensements, et le taux de croissance de la population entre 1992 à 2002 et celui de 2002 à 2013.

Tableau III : Répartition de la population par arrondissement.

Arrondissements	TC 1979-1992	TC 1992-2002	Population 1992	Population 2002	TC 2002- 2013	Population 2013
OUIDAH	1,46 %	1,74 %	64433	76555	6,86 %	161544
GRAND-POPO	1,51 %	2,00 %	33079	40335	3,20 %	57490

Source : INSAE ; RGPH 2, RGPH3 et RGPH4 ; **TC :** Taux de croisement

Il ressort de l'analyse du tableau I une répartition peu homogène mais non disproportionnelle de la population des communes de Grand-Popo et de Ouidah. Les taux traduisent le développement démographique local résultant de l'état actuel de ces communes et de leur activité économique. Sur le plan démographique, la Commune de Ouidah est la plus peuplée soit 70 % de la population et connaît un taux de croissance plus rapide (8,6 %) que la Commune de Grand-Popo (5,2 %).

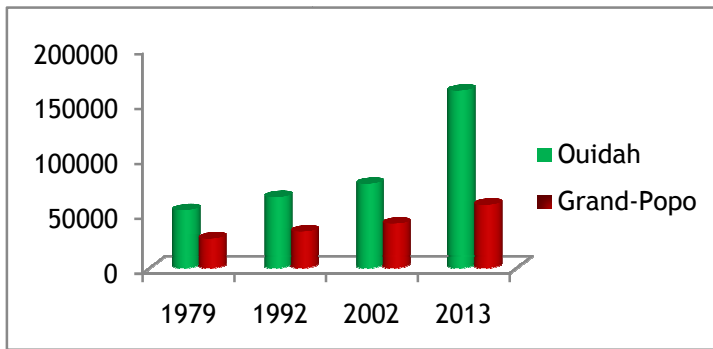


Figure 2: Evolution de la population de 1979 à 2013

Source : INSAE, 1992, 2002, 2013

La population de ces deux communes croît à un rythme soutenu avec pour corollaire l'augmentation de l'espace bâti et surtout l'occupation des secteurs marécageux, des exutoires naturels. La population des deux communes en 1979 est de 52 584 habitants à Ouidah et de 26 827 habitants à Grand-Popo.

Avec cet accroissement démographique, le besoin en espace bâti amènera les populations à détruire les formations et à occuper les zones marécageuses (planche2).



Planche 2 : Occupation des zones marécageuses à Allongo et Agonnékanmey

Prise de vue : AGONVI, septembre 2014

La Planche 2 montre la construction des maisons au bord du fleuve Mono (photo c) à Agonnékanmey et la fabrication d'un pont artificiel (photo d) par la population afin de faire le déplacement de leurs maisons vers la plage ou la ville à Olongo.

- Composantes socio culturelles

Les grandes composantes socio - culturelles de la commune de Ouidah se présentent comme suit: Fon (69,8 %) ; Adja (16,5 %) ; Yorùbá (9,0 %) ; Bariba

(0,5 %) ; Dendi (0,3 %). Il s'agit essentiellement des Fon, des Aïzo, des Xueda, des Afro-brésiliens et des Métis. Selon le RGPH2 (2002), la Commune de Grand-Popo est constituée des ethnies Adja et apparentées représentant 70 % du peuplement de Grand Popo, suivis des fons (21,6 %), des Yorùbá (1,7 %), des Peuhls (0,2 %), des Bariba (0,1 %), des Dendi (0,1 %), des Yom Lokpa (0,1 %) et d'autres ethnies béninoises et non béninoises dans une proportion de 6,2 %.

2.3.2. Principales activités économiques

Les principales activités économiques des deux communes sont : l'agriculture, la pêche, le tourisme et l'artisanat. Ces activités diffèrent d'un arrondissement à un autre.

L'agriculture: malgré sa prédominance (62 % à Grand-Popo et 49 % à Ouidah) et son importance pour les deux communes, l'agriculture est plus exercée dans la Commune de Grand-Popo.

La pêche: jadis, première activité économique de la Commune de Grand-Popo, la pêche est aujourd'hui la seconde activité économique des populations de cette commune (SAFIC, 2010). A Ouidah, elle constitue la principale activité des populations des arrondissements de Djègbadji, Avlékété, une grande partie de Pahou et de Houakpé.

Le tourisme : C'est une activité importante pour les Communes de Grand-Popo et de Ouidah. La quasi-totalité de ses infrastructures d'hôtellerie sont concentrées dans les arrondissements centraux.

L'artisanat : Il demeure une activité très importante dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah. A Grand-Popo ses activités regroupent tous les corps de métiers tels que l'artisanat de métier (menuiserie, couture, mécanique etc.) et l'artisanat de transformation (gari, tapioca, huile de coco, huile d'arachide etc.). A Ouidah, il a notamment de : la transformation du manioc en tapioca et gari ; la transformation du vin de palme en alcool (sodabi) ; des noix de palme et de coco en huile et du fumage de poisson, fabrication artisanale de biscuits et du pain. Il y a aussi la transformation/fabrication du sel à Djègbadji, Pahou, Avlékété.

CHAPITRE III : INDICATEURS DES MUTATIONS CLIMATIQUES ET PERCEPTIONS POPULAIRES

Les Communes de Grand-Popo et de Ouidah sont affectées par plusieurs mutations climatiques; c'est ce que ce chapitre fait ressortir.

3.1. Indicateurs des mutations climatiques

Plusieurs facteurs justifient les mutations climatiques. La pluviométrie, la température et le vent sont les trois abordés dans cette recherche.

3.1.1. Instabilité pluviométrique

3.1.1.1. Indices pluviométriques sur la période 1956-2013 dans les communes d'étude

Le calcul des indices pluviométriques permet de distinguer les années sèches, normales et humides. La figure 3 traduit l'évolution de l'indice pluviométrique dans les stations de Grand-Popo et de Ouidah.

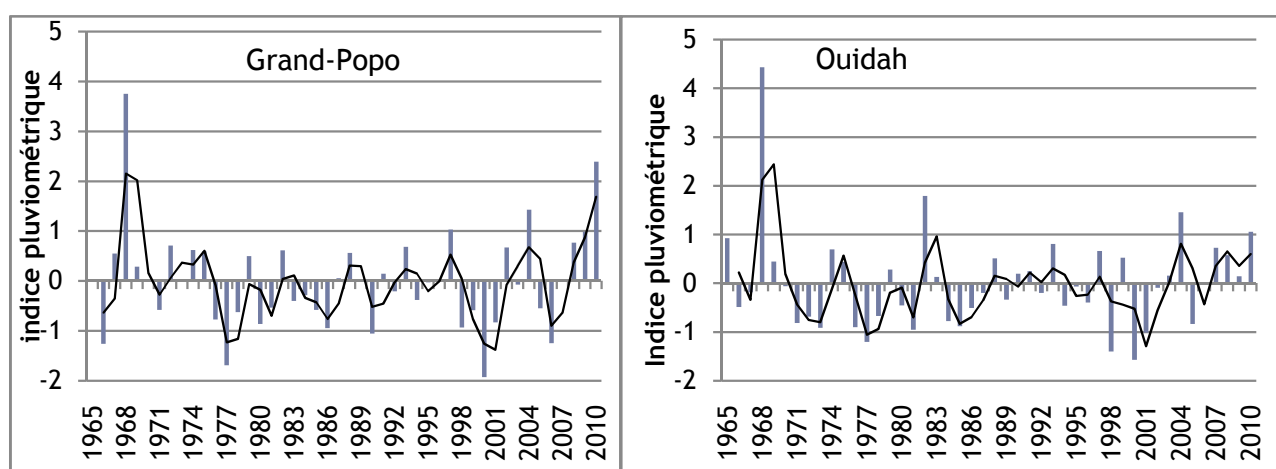


Figure 3: Indices pluviométriques sur la période 1965-2010 dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah

Source: ASECNA, 2013

L'analyse de la variabilité interannuelle des anomalies pluviométriques des deux stations montre une tendance générale à la baisse depuis les années 1970 marquée par une alternance d'années excédentaires et déficitaires. L'examen des indices pluviométriques au cours de la période 1965-2013, révèle une alternance entre des séquences humides d'une part et des séquences sèches d'autre part. Les années

1967, 1977, 2001 et 2007 accusent les plus forts déficits pluviométriques sur toute la période d'étude, marquant une sécheresse généralisée tandis que les années 1968, 2004 et 2010 ont enregistré les plus forts excédents pluviométriques.

En somme, la courbe de fluctuation par indice de Lamb (1982) reflète une grande variabilité pluviométrique dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah sur toute la période 1965-2013. L'analyse de la figure 4 a permis de réaliser le tableau II.

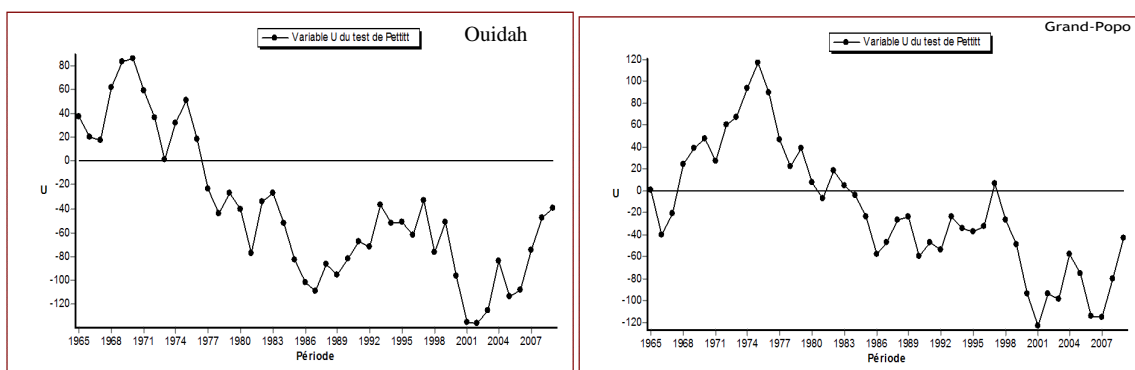
Tableau IV : Répertoire des années humide, normale et sèche

Période	Communes	Humides	Normales	Sèches
1965-2013	Grand-Popo	1967, 1968, 1972, 1974, 1975, 1988, 1994, 1997, 2004, 2008, 2009, 2010	1965, 1969, 1970, 1973, 1978, 1979, 1982, 1983, 1984, 1987, 1989, 1990, 1992, 1993, 1995, 1996, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007	1966, 1971, 1976, 1977, 1980, 1981, 1985, 1986, 1991, 2000, 2006
	Ouidah	1968, 1975, 1982, 1988, 1991, 1993, 1997, 2003, 2004, 2007, 2008, 2010	1965, 1966, 1969, 1970, 1974, 1976, 1978, 1979, 1983, 1984, 1986, 1987, 1989, 1990, 1992, 1994, 1999, 2001, 2002, 2005, 2006, 2009	1967, 1971, 1972, 1973, 1977, 1980, 1981, 1985, 1995, 1996, 1998, 2000

Le décryptage du tableau II montre que sur la période 1965-2013, les années 1968, 1975, 1988, 1997, 2004, 2008 et 2010 sont pluvieuses et les années 1971, 1977, 1980, 1981, 1985 et 2000 sont exceptionnellement sèches dans les deux communes. Cette évolution montre qu'il y a réellement un changement du point de vue de la pluviosité dans ces deux communes.

3.1.1.2. Rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques

Les ruptures s'observent sur les deux stations ; c'est ce que fait ressortir la figure



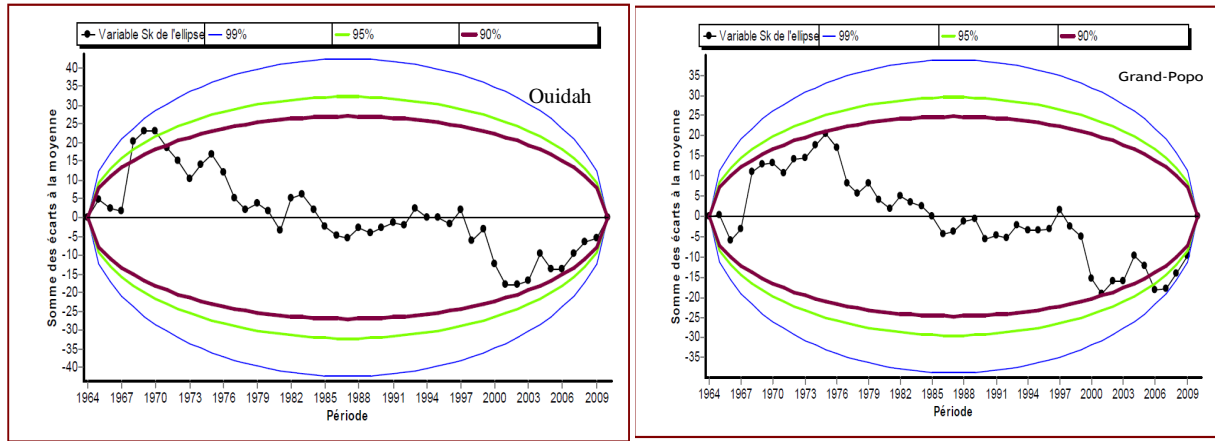


Figure 4 : Rupture de la stationnarité par le test de Pettitt et la méthode bayésienne de Lee et Heghinian dans les stations de Ouidah et de Grand-Popo.

L'application du test de Pettitt (Figure 4) sur les séries 1965-2010 au niveau des deux stations montre que la rupture a eu lieu à partir de 1970 au niveau de la station de Ouidah et de 1975 à Grand-Popo. La méthode bayésienne de Lee et Heghinian vient confirmer cette rupture dans ces deux années avec un seuil d'environ 96 % à Ouidah et 90 % à Grand-Popo avec cette méthode. Cela montre que l'instabilité est plus prononcée à Ouidah qu'à Grand-Popo.

3.1.1.3. Régime pluviométrique sur les périodes 1965-1970 et 1971-2010

Le secteur d'étude fait partie d'un ensemble qui jouit d'un climat subéquatorial caractérisé par deux saisons de pluie alternées de deux saisons sèches à durées inégales. La figure 5 fait ressortir cette alternance avant la rupture et après la rupture de stationnarité sur la période d'étude.

Il ressort de l'analyse de la figure 5 qu'à Ouidah avant la rupture en mars, la hauteur de pluie est plus élevée qu'après la rupture. Le même scénario se passe de juin en août ; ce n'est que de septembre en octobre qu'il y a une légère augmentation de la hauteur de pluie après la rupture. A Grand-Popo, de mi-mai à août la hauteur de pluie avant la rupture est supérieure à celle après la rupture mais la tendance a changé de septembre à octobre. L'augmentation de la hauteur de pluie de mars- juin à Ouidah et de mi-mars-juin à Grand-Popo signale la grande saison pluvieuse au niveau des deux communes.

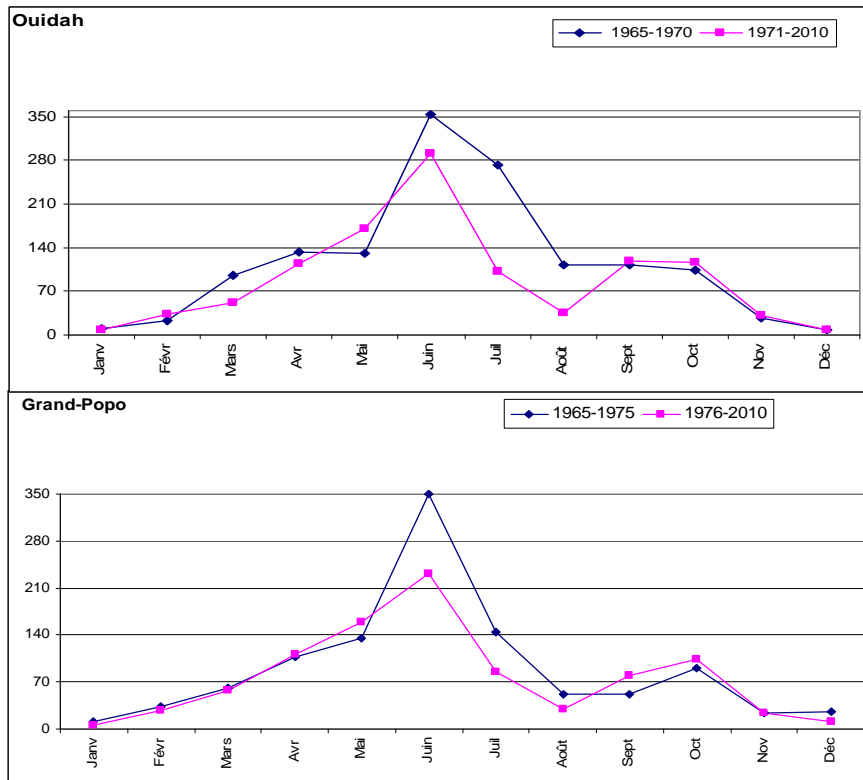


Figure5 : Régime pluviométrique moyen sur la période 1965-2010 dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah

Source: ASECNA, 2013

Il y a une régression des totaux pluviométriques de juin-septembre après la rupture et une légère augmentation de septembre à octobre ; ceci stipule que la petite saison est plus pluvieuse, après la rupture, que la grande saison. C'est la conséquence du changement climatique actuel. Tout ceci justifie le caractère bimodal caractéristique du climat de la zone côtière dans les deux communes et les mutations climatiques d'aujourd'hui. Les mois d'avril, mai et juin sont les plus humides de l'année ; ce qui serait à la base des débordements qui surviennent après la grande saison pluvieuse surtout à Grand-Popo. C'est dans ce contexte d'instabilité pluviométrique que les valeurs des températures ont tendance à augmenter.

3.1.2. Evolution thermométrique sur la période 1954-2013

La température de nos jours devient de plus en plus élevée et joue sur plusieurs paramètres. Les figures 6 et 7 font ressortir cette évolution.

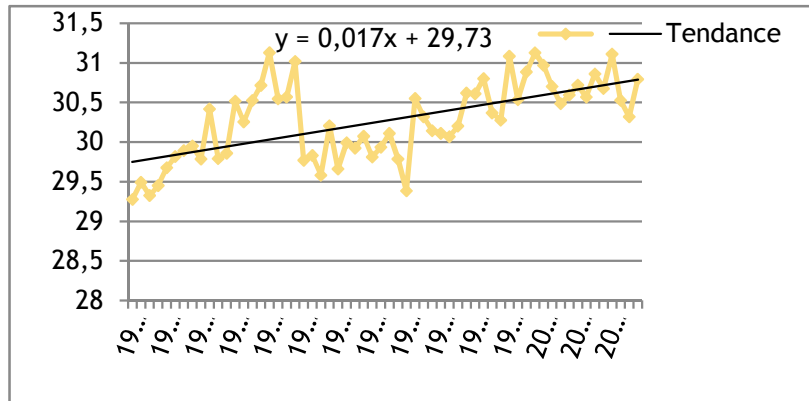


Figure 6a : Evolution interannuelle des températures maximales

Source: ASECNA, 2013

L'analyse des données des températures maximales durant la période de 1954 à 2013 révèle une évolution irrégulière de 1953 à 1978 et une tendance générale à la hausse entre les années 1986-2013 qui passe de 29,5 à 30,8 °C, soit une augmentation de 1°C.

L'analyse inter décennale confirme la tendance générale à la hausse des températures maximales notamment à partir de la décennie 1974-1983 qui varie de 29,5°C à 30,8°C.

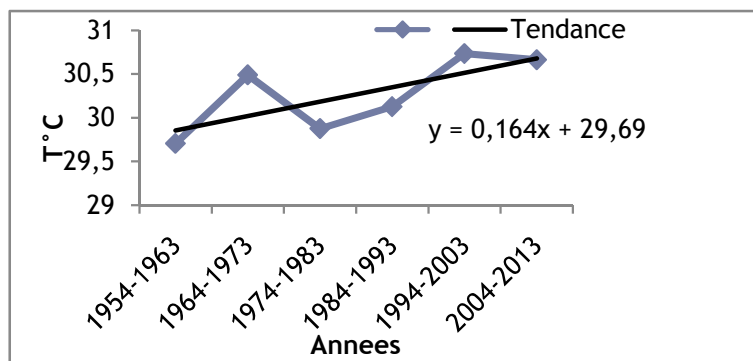


Figure 6b : Evolution des températures maximales par décennie

Source: ASECNA, 2013

A l'instar des valeurs maximales, les températures minimales ont connu également une augmentation au cours de la période étudiée (figure 7a).

La figure 7a montre en général une tendance à la hausse des températures minimales.

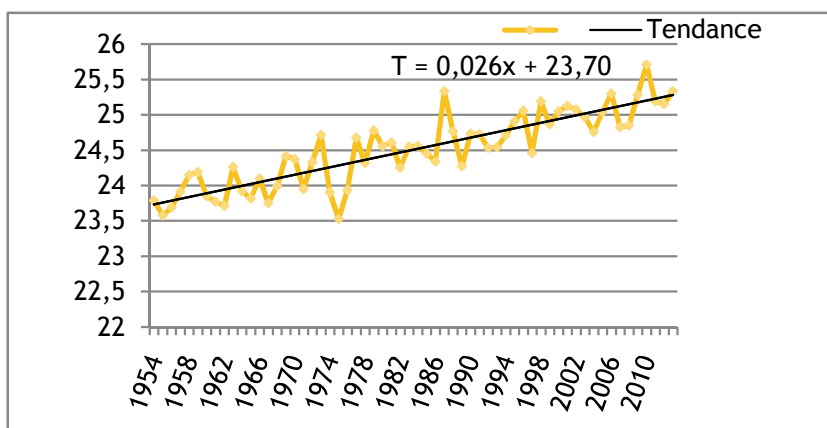


Figure 7 a : Evolution des températures minimales

Source: ASECNA, 2013

Ainsi les valeurs des températures minimales sont passées de 23,8 à 25,25°C, soit une augmentation de l'ordre de 1,50°C. Cette hausse des températures se manifeste selon la perception populaire par une augmentation de la chaleur ambiante avec pour conséquence le flétrissement des cultures, le ralentissement des activités selon 39 % des enquêtés à Ouidah et 36 % à Grand-Popo.

L'analyse inter décennale des températures minimales (figure 7b) confirme la tendance à la hausse.

D'environ 24°C au cours de la décennie 1954-1963, les températures minimales ont constamment progressé pour atteindre plus de 25°C entre 2004 et 2013.

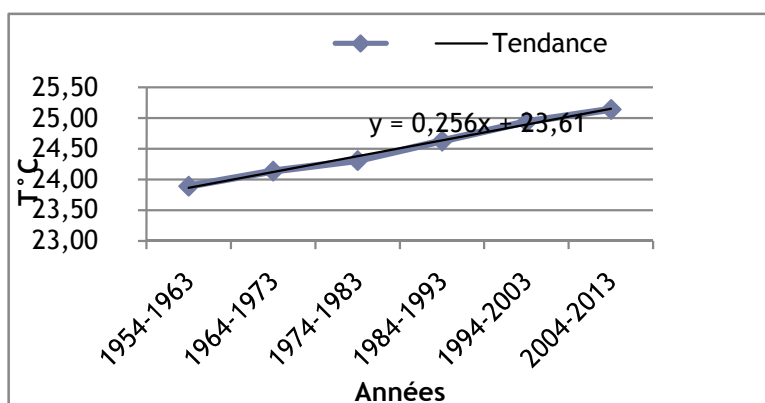


Figure 7 b : Evolution des températures minimales par décennie

Source: ASECNA, 2013

Ainsi le milieu est caractérisé par une augmentation des températures maximales et minimales ; ce qui témoigne du réchauffement global de l'atmosphère. Il convient d'analyser l'évolution des vents qui constituent un paramètre climatique important.

3.1.3. Evolution de la vitesse du vent dans les communes de Grand-Popo et Ouidah

Les vents ont été analysés à travers leur réforme moyenne et la variabilité inter annuelle de leur vitesse.

La figure8 illustre les valeurs mensuelles des vitesses de vents au cours de la période 1953-2010.

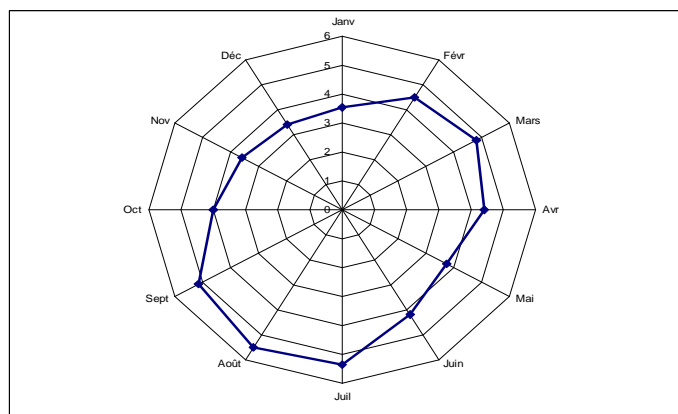


Figure 8: Evolution mensuelle des vitesses de vents

Source: ASECNA, 2013

La figure 8 montre que les vitesses de vents sont faibles pendant la saison sèche (octobre à février) où les valeurs sont inférieures à 4 m/s. Les plus fortes valeurs (supérieures à 5m/s) sont enregistrées pendant la saison pluvieuse (juillet à septembre). Il convient de préciser que même pendant la saison pluvieuse les vitesses des vents sont peu menaçantes aux hommes en se référant à l'échelle de Beaufort (1802).

S'agissant de la variabilité inter annuelle des vitesses (moyennes, minimales et maximales) des vents, elle est illustrée par la figure 9.

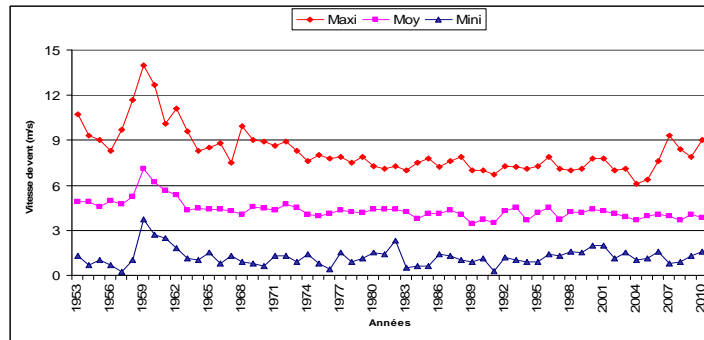


Figure 9: Evolution inter annuelle des vitesses de vents

Source : ASECNA, 2013

Aucune tendance (baisse ou hausse) détectée sur l'évolution inter annuelle des vitesses de vents. Au total les vents du milieu d'étude sont de types "modéré" et "modéré fort" et sont à priori non dangereux pour les hommes et les infrastructures. Les vitesses minimales sont comprises entre 0,5 et 3,5 m/s. Quant aux vitesses maximales, elles sont comprises entre 6 et 14 m/s. L'année 1959 a enregistré la plus forte valeur de vitesse maximale de vent alors que la plus faible vitesse maximale est enregistrée en 2004 (6 m/s).

En définitive, le climat du milieu d'étude est caractérisé par une forte irrégularité pluviométrique avec une tendance générale à la baisse des totaux annuels. Les températures maximales et minimales ont tendance à augmenter. Ces mutations sont diversement perçues par les populations en fonction de leurs réalités socio écologiques.

3.2. Perceptions populaires des mutations climatiques

Selon les enquêtés du terrain, les populations des deux communes sont conscientes des mutations climatiques en cours. Ils témoignent que le changement climatique se manifeste par diverses manières. Il s'agit entre autres des pluies insuffisantes, des pluies tardives, l'arrêt précoce des pluies, les pluies parfois abondantes (inondation), les pluies irrégulières, la hausse des températures, vents violents, harmattan plus intense et harmattan moins intense, etc.

Ces risques ne sont pas tous fréquents dans le secteur d'étude, cela dépend de la localité et surtout de l'année. Par exemple, la manière dont le vent détruisait les

maisons il y a 30 ans n'est plus la même aujourd'hui dans certaines communautés. Selon les enquêtés à Grand-Popo, les manifestations les plus fréquentes sont : la PA (30 %), le VV (16 %), T°B (12 %) et HMI (11 %) puis à Ouidah nous avons HMI (26 %), Pirr (21 %), T°B (18 %) et PA (13 %). Ces manifestations constituent les éléments de vulnérabilité de la zone côtière des deux communes d'étude.

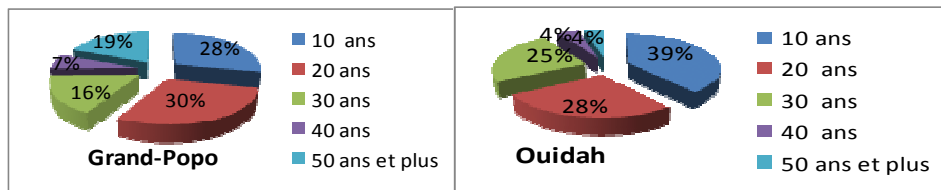


Figure 10 : Origine des perturbations climatiques

Source : Travaux d'enquête, octobre 2014

D'après les enquêtés du secteur d'étude, ces changements remontent à 20 ans (30 %), 10 ans (28 %), 50 ans (19 %) et 30 ans (16 %) à Grand-Popo et à Ouidah il y a 10 ans (39 %), 20 ans (28 %), 30 ans (25 %). Ces phénomènes surviennent chaque année selon 83% des enquêtés à Grand-Popo et 55 % à Ouidah ; chaque saison d'après 45 % à Ouidah et 8 % à Grand-Popo, néanmoins il y a 9 % à Grand-Popo qui ont dit, ces changements surviennent chaque décennie.

3.2.1. Perceptions des populations sur l'instabilité pluviométrique

La figure 11 fait ressortir l'avis des populations sur l'instabilité pluviométrique dans le milieu d'étude.

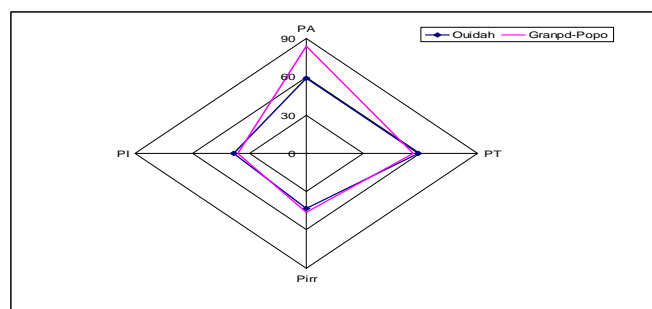


Figure 11 : Perceptions des enquêtés sur l'instabilité pluviométrique

Source : Travaux de terrain, 2014

L'analyse de la figure 11 permet de tirer la conclusion selon laquelle les populations de Grand-Popo sont plus sensibles aux mutations pluviométriques

que celles de Ouidah et les pluies tardives et abondantes dominent les perceptions.

D'après l'analyse des figures 3 et 4 les réalités géographiques et les effets semblent donc influencer les perceptions plus que les mutations elles-mêmes.

Cette variabilité pluviométrique est doublée d'un réchauffement thermique qui impose des contraintes d'ordre sanitaire, agronomique et la disponibilité de l'eau.

3.2.2. Perceptions des populations sur la tendance thermique

Les spécificités géographiques peuvent expliquer ces différences de perceptions. En effet les populations de Grand-Popo majoritairement proches de la plage sont plus influencées par la fraîcheur des vents de la mer et ne perçoivent pas la hausse des températures. Mais selon 28 % des personnes interrogées à Grand-Popo, les températures ont tendance à baisser tandis qu'à Ouidah seuls 8 % sont de cet avis. (Figure 12)

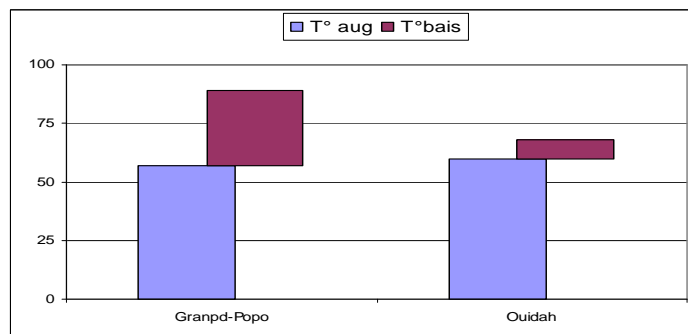


Figure 12: Avis des enquêtés sur l'évolution thermique

Source : Travaux de terrain, 2014

D'après les travaux de terrain, 56 % des enquêtés de Grand-Popo et 60 % de ceux de Ouidah ont affirmé que la température a considérablement augmenté aujourd'hui.

3.2.3. Perceptions des populations sur les vitesses du vent

Selon les populations, les vents sont de plus en plus violents (85 % à Grand-Popo et 55 % à Ouidah) et emportent les toitures des habitations. C'est ce qui amène la population à adopter certaines mesures (le dépôt des briques sur les toitures) pour empêcher au vent d'emporter les toitures des habitations (planche3).



Planche 3 : Action du vent sur les habitats

Prise de vue : AGONVI, Octobre 2014

Mais l'analyse des vitesses de vents mesurées à Cotonou n'indique pas une tendance à la hausse des valeurs maximales. Il aurait été plus pertinent de disposer des données propres à la station synoptique pour mieux apprécier les perceptions communautaires.

3.3- Causes des mutations climatiques selon la population

Les perceptions de la population sur ces mutations sont diverses et résumées dans la figure 13 :

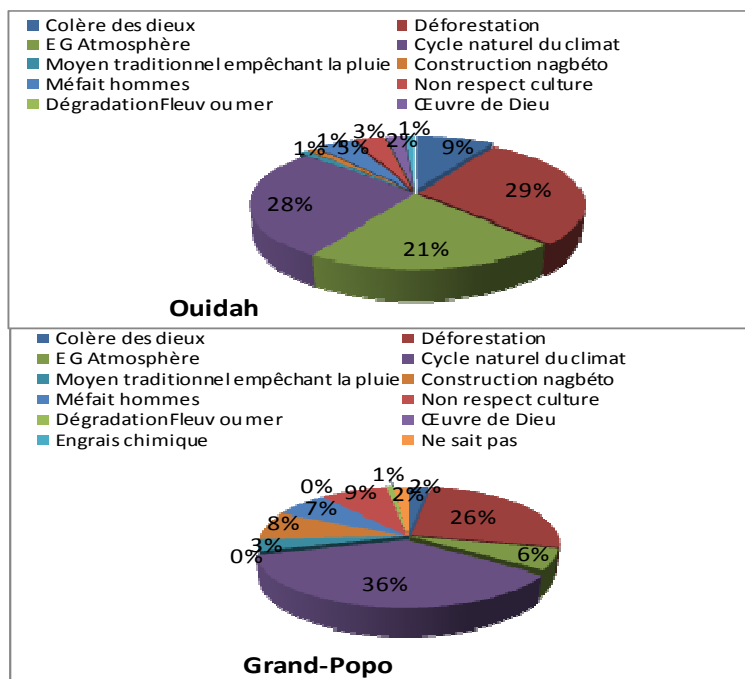


Figure 13 : Perceptions de la population sur les causes des mutations climatiques

Source : Enquête de terrain, octobre 2014

Il ressort de l'analyse de la figure 14 que plusieurs facteurs sont à l'origine des mutations climatiques. Ainsi selon 36 % et 28 % des populations respectivement à Grand-Popo et à Ouidah, les mutations climatiques observées relèvent d'un cycle normal naturel du système climatique. Par contre, la déforestation est indexée par 29 % et 26 % des personnes interrogées respectivement à Ouidah et à Grand-Popo. En effet les hommes par leurs activités contribuent à la destruction du couvert végétal qui devrait assurer l'équilibre climatique. Par ailleurs, une partie des personnes interrogées attribue les mutations climatiques au rejet massif des gaz à effet de serre qui perturbent le système climatique planétaire (21 % à Ouidah et 6 % à Grand-Popo). De même les causes métaphysiques (colère des dieux) et la construction du barrage Nagbéto sont à l'origine des perturbations observées selon une partie des personnes enquêtées. Les moyens traditionnels utilisés par certaines personnes pour bloquer la pluie constituent un aspect très important pour l'instabilité pluviométrique. Malgré ces différents facteurs, il y a 2 % des enquêtés à Grand-Popo qui n'ont aucune idée sur les causes des mutations climatiques.

CHAPITRE IV : QUELQUES CATASTROPHES NATURELLES

4.1. Inondations et ses corollaires dans les communes de grand-Popo et Ouidah

Le milieu d'étude est exposé à un phénomène qui fait objet d'actualité : l'inondation avec d'énormes conséquences sur toutes les activités du milieu.

4.1.1. Rappel sur les déterminants naturels et humains des inondations

4.1.1.1. L'instabilité pluviométrique

L'analyse faite sur l'instabilité pluviométrique révèle qu'il y a plus d'années pluvieuses que d'années sèches et les années 1968, 2004 et 2010 ont enregistré les plus forts excédents pluviométriques à la base du débordement inhabituel des cours et plans d'eau.

4.1.1.2. Unités géomorphologiques et pédologiques favorables.

Le secteur d'étude est constitué de deux types de reliefs qui sont le plateau et la plaine subdivisés en quatre formes à savoir le plateau aux sols ferrallitiques, la plaine d'inondation, la plaine alluviale et la plaine côtière aux sols sableux.(figure 14)

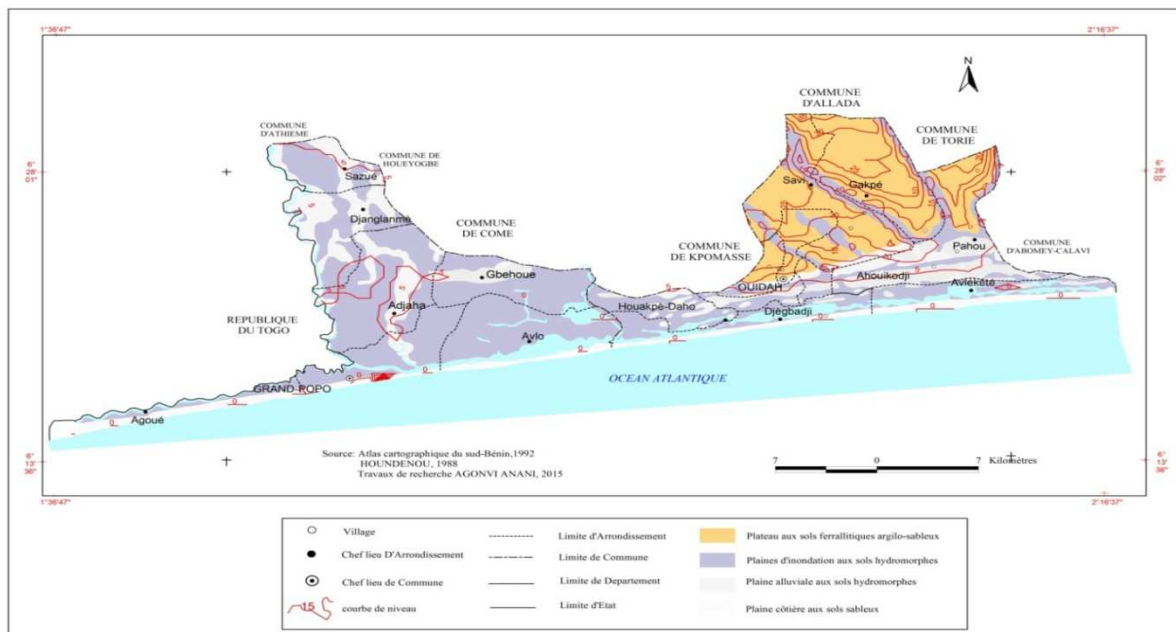


Figure 14: Carte morphologique des Communes de Grand-Popo et Ouidah

Toutes ces formes de reliefs font du secteur d'étude un milieu peu accidenté

exposé surtout à l'inondation à cause de l'incapacité de retenir l'eau. La plaine côtière aux sols sableux fait de la zone côtière un milieu exposé à l'érosion côtière et l'alignement des différentes unités morphologiques et pédologiques imprime à la topographie du secteur d'étude en fonction de la commune, un aspect peu accidenté.

Plusieurs types de sols caractérisent les Communes de Grand-Popo et Ouidah ; c'est ce que fait ressortir la figure 15. Trois formations pédologiques importantes se partagent l'espace d'étude : les sols hydromorphes, les sols ferralitiques et les sols ferrugineux. Les plus importants sols dans ce secteur sont les sols ferrugineux tropicaux et sols ferralitiques à Ouidah tandis qu'à Grand-Popo, ce sont les sols hydromorphes.

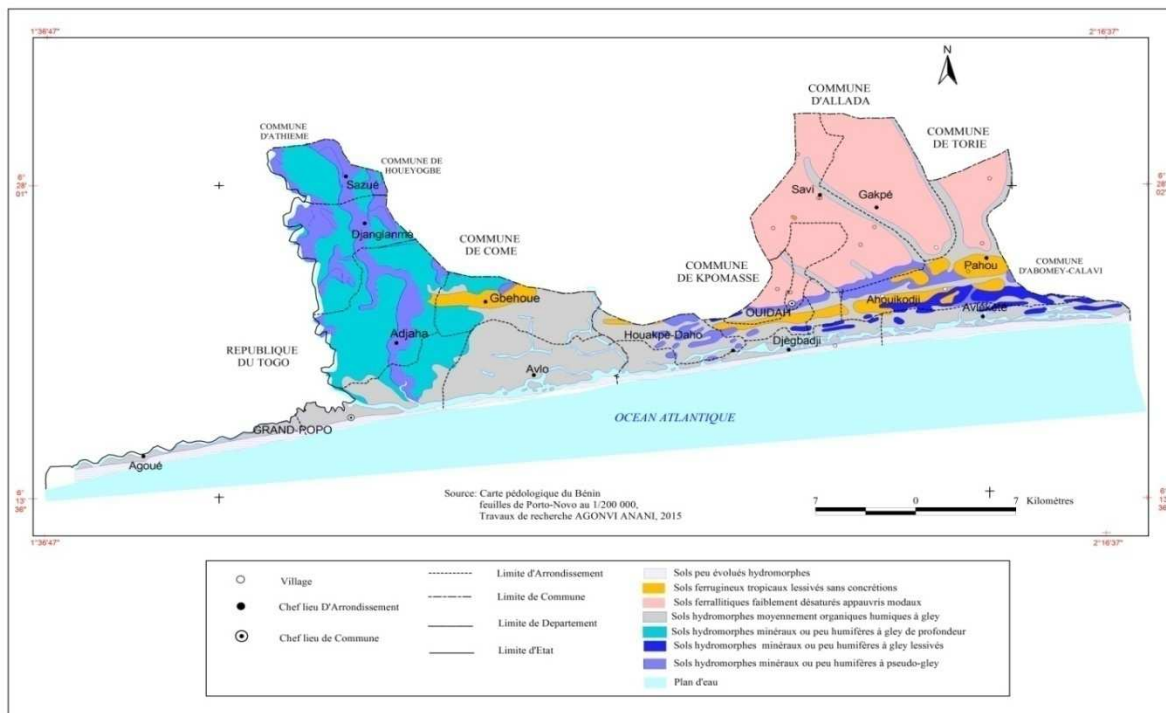


Figure 15: Formations pédologiques dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah

Selon Aïfan (1993) et Yabi (2002) cité par Djogbenou, 2008 ; les sols ferrugineux tropicaux sur socle granito-gneissique sont en faible proportion et sont plus ou moins concrétionnés et lessivés présentant des carapaces de bas-pente. Leurs propriétés hydrodynamiques sont moins bonnes que celles des sols

ferrallitiques. Ce sont des sols peu profonds, souvent concrétionnés, avec des horizons bien différenciés et une couche humifère peu épaisse. Leur faible épaisseur, sur un substratum magmatique et cristallophyllien, induit l'absence de nappe phréatique. (Vissin, 2007) Ils sont issus de l'altération du socle précambrien sous régime pluviométrique unimodal et occupent la plus grande partie du bassin-versant (entre 7° et 9° 20' N). Ils sont caractérisés par un lessivage intense et résultent d'une forte altération (Amoussou, 2003). Ils sont sableux en surface mais, au-delà de 50 cm, ils deviennent sablo-argileux, argilo-sableux, ou sablo-argilo-graveleux, ce qui les rend imperméables (Togbé, 2003). Leur capacité de rétention en eau est faible du fait de leur épaisseur.

Les sols hydromorphes, sols à *pseudogley* (rencontrés dans les vallées et les bas-fonds), le plus souvent de texture sableuse à sable grossier, sont des sols grumeleux ou *grumelopolyédriques* en surface, avec un indice d'instabilité structurale <1. Cependant, au-delà de 20 cm de profondeur, cet indice est supérieur à 1,5. Les sols hydromorphes sont alluviaux et riches, favorables à la culture du riz. Leur évolution dépend de l'eau pluviale et de la remontée de la nappe phréatique (LE BARBE *et al.*, 1993 cité par Vissin, 2007).

La ferrallitisation apparaît principalement au sud du bassin sur plus de 50 km de la fin de la plaine littorale à l'intérieur du bassin de part et d'autre de la frontière bénino-togolaise. Ces sols sont issus des sédiments meubles argilo-sableux du Continental Terminal (« Terre de barre ») et des grès sur sédiments du crétacé (Azontondé, 1991). Relativement fertiles, ils sont cultivés, mais sont très sensibles à l'érosion. Sur les versants des plateaux, les sols ferrallitiques offrent particulièrement une faible résistance aux agents d'érosion surtout lorsqu'ils sont débarrassés du couvert végétal. Ils ont de bonnes propriétés physiques et hydrauliques, néanmoins leur réserve en eau est assez faible et leur structure peut se dégrader rapidement s'ils sont également cultivés (Azontondé, 1991 cité par Amoussou, 2010).

4.1.1.3. Présence des cours et plans d'eau dans le secteur d'étude

La présence des cours d'eau tel que : les lagunes de Djessin, Donnè le lac Toho à Ouidah et la lagune de Grand-Popo qui s'étend sur une longueur d'environ 15 km avec des séries d'affluents et d'effluents parmi les lesquels on peut citer le Sazué (le plus important), Agogo, Adanwadonnmè, Bê, etc. dont la navigabilité dépend en partie du régime du Mono. La planche 4 montre quelques effluents parmi tant d'autres dans le secteur d'étude.



Planche 4: Effluents Bê dans un village de Djanglanmey(e) et Vodountô à Avlékété

Prise de vue : AGONVI, octobre 2014

Outre les pluies locales, les cours et plans d'eau sont alimentés par les eaux venant des régions plus au Nord et cela favorise les inondations de septembre à octobre notamment.

4.1.1.4. Régression du couvert végétal cause de l'inondation

L'ensemble des types de sols en relation avec les unités géologiques et morphologiques, constitue une potentialité importante pour les activités agricoles et certaines activités économiques dans le secteur d'étude.

La dynamique de l'occupation du sol sur les périodes 1978 et 2014 se comprend à travers les figures 17, 18 et 19.

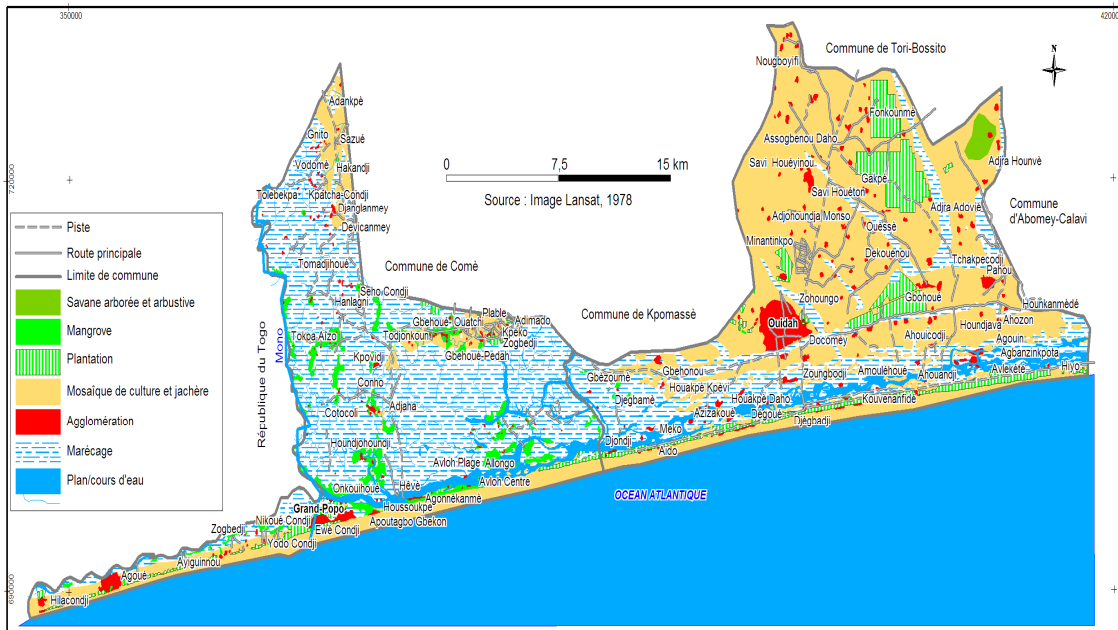


Figure 16: Occupation du sol dans le secteur Grand-Popo-Ouidah en 1978

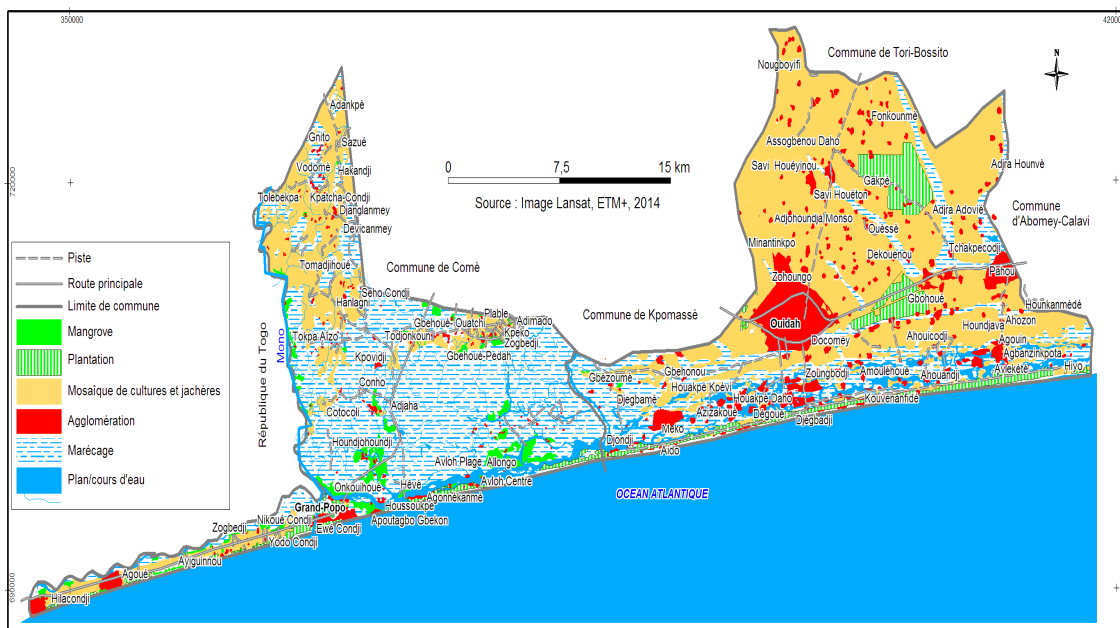


Figure 17: Occupation du sol dans le secteur Grand-Popo-Ouidah en 2014

L'analyse de la figure 16 montre qu'en 1978 le secteur de Grand-Popo Ouidah est rempli dans sa plus grande partie de zone marécageuse soit une superficie de 223,41 km² (38 %) qui est plus remarquable à Grand-Popo contre la mosaïque de cultures et jachères avec un pourcentage de 37 % soit 218,8 km² plus remarquable à Ouidah. La superficie du cours d'eau du secteur d'étude est de 68 km² soit 12 % en 1978 et d'autres unités d'occupation de sol qui sont de très faibles

superficies.

Quant au décryptage de la figure 17, elle fait ressortir la prédominance de la mosaïque de culture et jachère de 238,5 km² qui a augmenté de superficie à Grand-Popo sur le marécage dont la superficie est de 205 km² en 2014. Les autres unités d'occupation de sol sont en très peu proportion. La formation naturelle est dégradée, entièrement défrichée et laisse apparaître par endroits quelques îlots de forêts sacrées comme celles de Kpassè-Zoumè et d'Avlékété. Les formations naturelles sont la savane herbeuse, les prairies et les formations marécageuses à *Raphia gigantea*, quelques mangroves à *Rhizophora racemosa* et *Avicenia africana*. Il existe aussi de grandes plantations de palmier à huile, de cocotiers, d'arbres fruitiers (notamment les manguiers). Au niveau du plateau la végétation est constituée de savane arborée faite de *borasus aethiopium* (le rônier) en voie de disparition, *Mitragynainermis*, *Adonsoniadigitata* (baobab), *ceibapentandra* (fromager), *Miliciaexcelsa* (Iroko). Dans les mangroves ce sont les sols alluvionnaires et hydromorphes. Elles donnent naissance à une végétation dominée par une formation lacustre herbacée, telles que les palétuviers: *Avicennia africana* (palétuvier blanc) et *Rhizophora racemosa* (palétuvier rouge), les joncacées : *Juncus effusus* (jonc) et *Cynodon dactylon*.

La figure 19 fait un bilan sur la dynamique de l'occupation du sol entre 1978 et 2014.

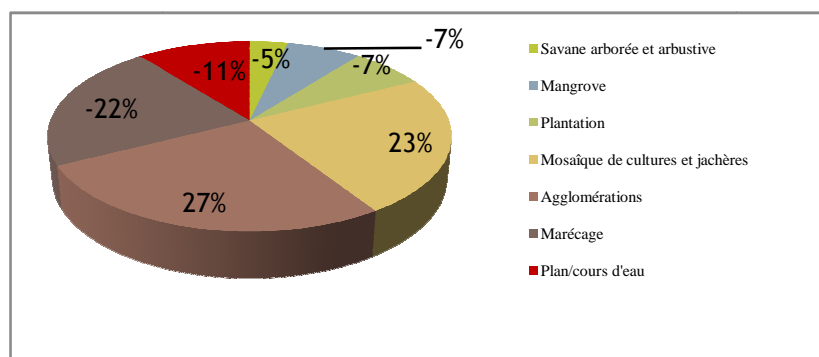


Figure 18 : Dynamique de l'occupation du sol entre 1978 et 2014 dans le secteur Grand-Popo Ouidah

Source : Analyse des cartes d'occupation de sol entre 1978 et 2014

L'étude comparée des deux cartes d'occupation du sol que traduit la figure 18 montre que entre 1978 et 2014, les zones marécageuses ont diminué de 22 %, les plans et cours d'eau de 11 %, la savane arborée et arbustive également de 5 % ou quasiment a disparu puisqu'en 2014 il n'y en avait plus à cause de l'occupation de l'homme ; quant à la mangrove et à la plantation, ils ont tous diminué de 7 % pour les mêmes raisons. Par contre la mosaïque de culture et jachère a connu une augmentation de 23 % et les agglomérations qui ont connu aussi une évolution de 27 %.

En somme, l'évolution progressive de la mosaïque de cultures et de jachère montre l'influence de la variabilité climatique sur la végétation ; celle de l'agglomération montre l'influence de l'homme sur l'environnement par l'occupation des zones marécageuses et autres transformations. La diminution des plantations et mangroves justifie l'utilisation des bois par la population et celle des plans et cours d'eau indique la variabilité de la pluviosité de cette zone. Tous ces changements montrent la vulnérabilité de cette zone côtière face aux changements climatiques.

4.1.2. Risques du milieu aux inondations

Les inondations s'observent généralement dans les zones proches des cours et plans d'eau. L'analyse de la figure 19 montre que le risque qu'il y ait une inondation faible dans la Commune de Ouidah est de 27 % contrairement à Grand-Popo où il n'y a pas de risque faible, ce qui a dû à la qualité du sol dans chaque commune. En effet, pour les deux communes d'étude, la probabilité qu'il y ait risque à l'inondation modérée s'élève à 23 % ; cette modération à l'inondation est basée sur les sols ferrallitiques qui sont d'une texture sableuse à sablo-argileuse en surface devenant argilo-sableuse en profondeur. Par ailleurs il y a plus fort risque à l'inondation dans la commune de Grand-Popo que dans la commune de Ouidah, soit un pourcentage de 40 % pour les deux communes et enfin une superficie de plan d'eau (10 %) caractérisant la zone côtière des deux communes. Ces différentes sortes au risque à l'inondation dans le secteur d'étude

montrent que ce secteur est vulnérable à plus de 50 % à l'inondation, ce qui est dû d'une part ou d'une autre à la capacité du sol de retenir ou pas l'eau. Ces risques et la vulnérabilité du milieu à l'inondation pourraient être dus à l'occupation des terres et à une mauvaise organisation des communes comme l'a souligné le projet PUGEMU à travers ses communications dans ce secteur.

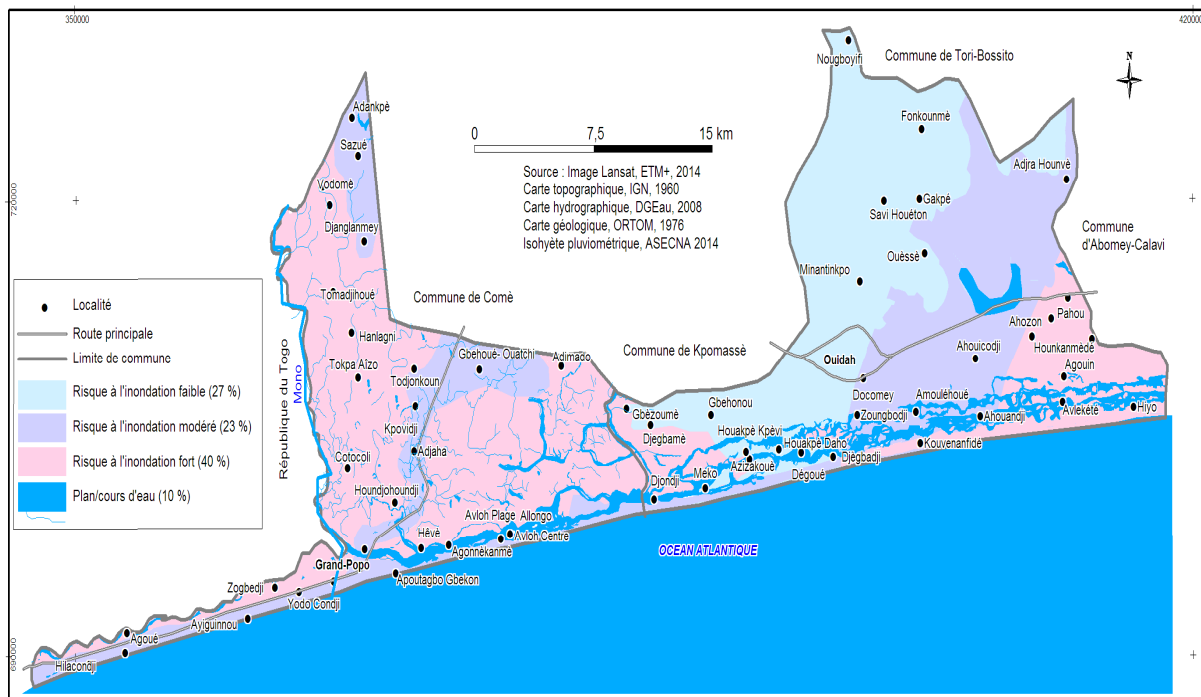


Figure 19: Risque d'inondation dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah

4.1.3. Vulnérabilité du milieu à l'inondation

La zone côtière du secteur Grand-Popo Ouidah est très vulnérable à l'inondation ; ce qui rend la population précaire à pouvoir exercer une activité fixe. Cette vulnérabilité a été obtenue par la combinaison des risques d'inondation avec la capacité d'adaptation de la population face à l'inondation. C'est cette vulnérabilité que la figure 20 fait ressortir.

Cette figure montre que la vulnérabilité de la zone côtière du secteur Grand-Popo Ouidah à l'inondation forte est de 58 %. La vulnérabilité de cette zone est due non seulement au manque d'adaptation de la population face aux risques d'inondation du milieu mais aussi à la nature du sol sur lequel se sont basées les populations vivant dans ce milieu. A cette vulnérabilité forte s'en suit la

vulnérabilité modérée à l'inondation avec 17 % ; enfin la vulnérabilité à l'inondation faible qui est de 15 % et le pourcentage pour le plan/cours d'eau est de 10 %.

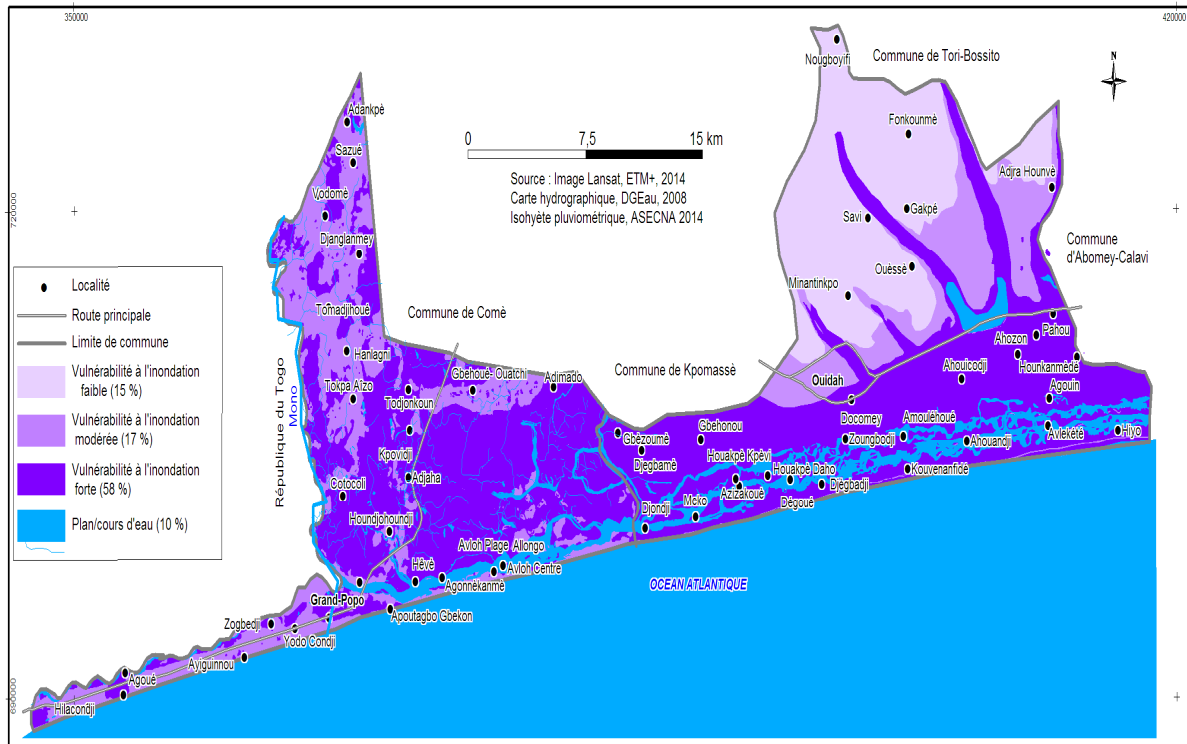


Figure 20: Vulnérabilité dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah à l'inondation

4.1.4. Perceptions populaires sur l'inondation

Selon les ménages enquêtés, il y a inondation dans leurs zones (57 % à Grand-Popo et 26 % à Ouidah) ; tous les élus locaux ont confirmé cette perception de la population qui est plus marquant à Grand-Popo qu'à Ouidah.



Planche 5 : Inondation dans l'arrondissement de Grand-Popo centre
Prise de vue : ANANI, septembre 2014

L'analyse de la planche 4 fait ressortir ceci : le fleuve Mono est sorti de son lit en inondant les maisons à Agonnékanmey (photo i) et les habitants de ces lieux utilisent leurs pirogues pour aller devant leur chambre. Ensuite par rapport à la photo j qui est prise à Olongo, selon l'explication d'un vieux de la localité, c'est l'inondation de chaque année qui a rendu ainsi ce milieu ; il y a plus de 20 ans ce n'était pas ainsi.

L'ancienneté du phénomène d'inondation dépend de la localité ; à Grand-Popo selon les ménages enquêtés, 31 % affirme qu'il y a 20 ans qu'a commencé ce phénomène, 23 % ont dit qu'il y a 50 ans. Selon 22 % il y a 10 années, pour 18% c'est environ 30ans et d'après 5 % il y a 40 ans tandis que selon les élus locaux enquêtés il y a 50 ans d'après 36 %, 30 ans à l'entendement de 32 %, 40 ans pour 9 % enquêtée, 20 ans et moins de 20 ans pour 5 %. Pour d'autres dans la Commune de Grand-Popo, cela est lié à l'ouverture du barrage de Nangbéto qui date de 29ans. Tout ceci s'explique à travers la figure 22 que voici :

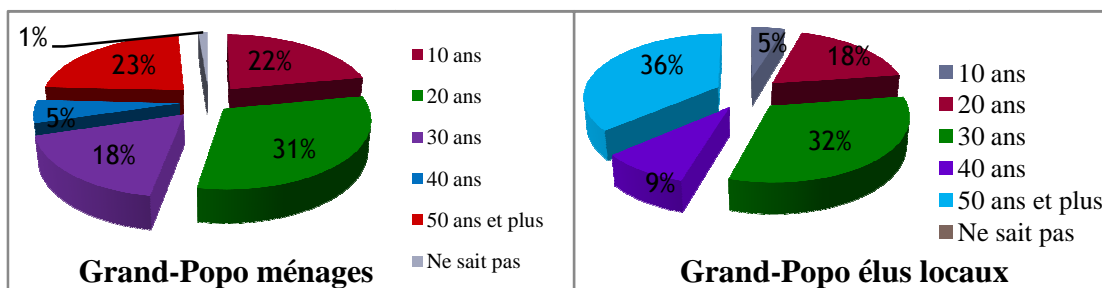


Figure 21 : Connaissance de la population sur le phénomène d'inondation

Source : Travaux de terrain, 2014

A Ouidah, 34 % des ménages enquêtés ne sauraient dire l'exactitude du nombre d'années de ce phénomène ; pour 22 % il y a 10 ans ; pour 17 % c'est 50 ans, pour 12 % 20 ans, 10 % 30 ans et pour 5 % il y a 40 ans.

4.1.5. Conséquences de l'inondation et les secours accordés à la population lors des catastrophes.

Les conséquences de ce fléau sur la population sont diverses ; entre autres il y a les habitations qui sont détruites dans le cas des deux communes. Selon les

ménages, 42 % à Grand-Popo et 27 % à Ouidah ont reconnu la destruction des habitats ; quant aux

élus locaux, 27 % à Grand-Popo et 29 % à Ouidah ont été du même avis que les ménages.



Planche 6 : Conséquences de la crue sur les habitats à Grand-Popo

Prise de vue : AGONVI, septembre 2014

La photo k montre la clôture d'une maison détruite par le débordement du fleuve Mono à Olongo ; la population était obligée d'utiliser les feuilles de cocotier qu'ils ont tressées, en plus ils ont mis du sable aux alentours pour bloquer la pluie et à travers la photo l la destruction d'un habitat par le débordement du fleuve Mono à Avlo. Cette crue est à la source de la destruction des champs, récoltes et activités comme la préparation du sel à Djègbadji (photo n) et aussi sur la pêche soulignée par les populations de Grand-Popo. "Avant l'ouverture du barrage de Nangbéto, la crue ne survient que 7ans /7ans mais depuis l'ouverture la crue survient chaque année ; l'eau du fleuve est devenue douce en permanence et des fois ils sont obligés de faire l'ouverture de l'embouchure lorsque la pluie persiste, conséquence certaines qualités de poisson n'existent plus aujourd'hui" : cet avis recueilli chez les élus locaux de Grand-Popo et confirmé par les chefs villages et les sages de Avlékété lors du focus group, a pour conséquence, la cessation des activités salicoles dans certaines zones à l'Ouest de l'embouchure. La migration de l'embouchure d'Ouest vers l'Est entraîne en cas de forte pluviosité, des inondations le long de la lagune côtière à

l'Ouest de l'embouchure. Cette situation oblige les populations riveraines à réaliser des ouvertures artificielles sur le cordon sableux pour laisser communiquer les eaux lagunaires avec les eaux marines comme ce fut le cas en 1999 à Avloh . Cette crue est à la base de la destruction des cultures et l'arrêt des activités; c'est ce que affirme 31 % et 34 % des enquêtés respectivement à Grand-Popo et Ouidah; pour d'autres, cela ralentit les activités selon 62 % des enquêtés à Grand-Popo et 52 % à Ouidah.



Planche 7 : Conséquences de l'inondation sur les activités de la population à Grand-Popo et Ouidah.

Prise de vue : ANANI, septembre 2014

La photo m montre des maniocs non mûrs recueillis très tôt à cause de l'inondation qui a envahi un champ ; les autochtones ont vite déraciné ces maniocs afin d'en tirer un peu pour le gari au lieu de tout perdre en les laissant dans le bafond. La photo n fait ressortir le champ de kètti (cyperus) détruit par l'eau à Olongo et abandonné par le propriétaire puisqu'il ne peut plus chercher à vendre ou réaliser de natte. Cette destruction n'est pas seulement à l'endroit des champs mais aussi des voies ; c'est ce qu'explique la photo o à Houssoukoè où la voie est inondée et la population avant de rentrer passe dans l'eau puisqu'il

n'y a pas d'autres issues. Il y a aussi la destruction ou cessation des activités comme la préparation du sel (photo p). Lorsque le niveau de l'eau est de trop, les dames qui préparent du sel ne peuvent pas mener leurs activités ; elles sont obligées de laisser en attendant une diminution totale de l'eau. En effet, il arrive des moments où l'inondation crée la mort des animaux et même des pertes en vies humaines à Grand-Popo ; c'est ce qu'ont confirmé les élus locaux respectivement avec 14 % à Grand-Popo et 7 % à Ouidah puis 8 % à Grand-Popo pour la perte en vies humaines.

4.2. Caractérisation du niveau d'avancement de la mer et de l'érosion de la côte dans le secteur Grand-Popo Ouidah

Le principal facteur de dégradation des écosystèmes est l'érosion. Les causes essentielles de celle-ci au Bénin sont : La remontée générale du niveau de l'océan; la construction de ports, des barrages hydroélectriques sur les fleuves et d'ouvrages de protection de la côte.

4.2.1. Tendances des mouvements marins

La zone côtière reste très sensible aux changements climatiques et à l'expansion démographique. L'élévation globale du niveau marin et les actions anthropiques qui conduisent à l'installation d'un déséquilibre de l'écosystème côtier ont pour principales conséquences au Bénin l'érosion côtière, les inondations temporaires, la désalinisation des eaux lagunaires et les orages.

4.2.1.1. Evolution du niveau marin

Sur l'ensemble du littoral du Golfe du Bénin, les vagues arrivent obliquement sur la côte engendrant alors un courant littoral qui transporte une grande quantité de matériaux sableux. La pression démographique et l'urbanisation du littoral ont contribué à fragiliser l'environnement côtier le rendant plus vulnérable à une hausse du niveau marin (Pohanho, 1995). Dans le littoral béninois comme dans tout le golfe de Guinée, la morpho dynamique des plages est régie par des mécanismes de cellule de dérive du littoral. Ces mécanismes sont mis en place

par des vents réguliers qui assurent l'animation des vagues d'énergie variable dont les hauteurs moyennes arrivent à 1,25 m avec une période de 4 à 6 secondes. Les vents du littoral béninois sont issus des centres de pression de l'anticyclone de Sainte Hélène au Sud, et des Açores et égypto-libyen au Nord (Afouda, 2004). Ils sont réguliers de mai à septembre avec des vitesses de 6 à 8 m/s, atteignant 15 m/s lors des tempêtes. Les figures 22 et 23 montrent le niveau d'avancement dans le secteur d'étude.



Figure 22 : Avancée de la mer dans le secteur Djèbadji

Source : Travaux de terrain, Octobre 2014

Il ressort de l'analyse de la figure 22 que dans l'intervalle de 12 ans l'océan a subi d'évolution; au Sud-est, la mer a évolué de 33 m et au Sud-ouest de 28 m.

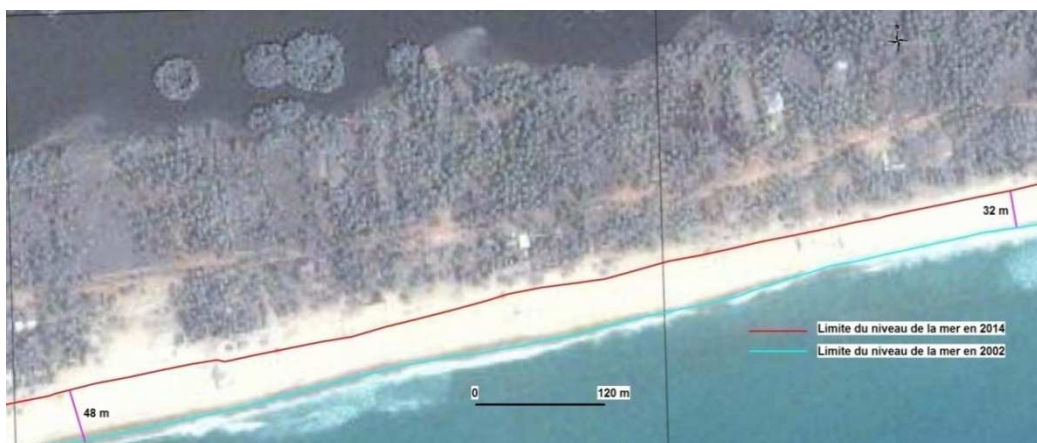


Figure 23: Avancée de la mer dans le secteur de Djondji

Source : Travaux de terrain, Octobre 2014

Djondji est un village situé à l'embouchure qui relie Grand-Popo et la côte de

Ouidah

La mer a beaucoup évolué et a presque englouti tout ce village, il n'y a que l'école qui est la grande partie qui reste et bouleversée par le vent ; donc en voie de disparition. De l'analyse de la figure 23 il ressort une évolution où dans l'intervalle de 12 ans au Sud-Est la mer a augmenté de 32 m et à l'Ouest du Sud, elle a pris 48 m de plus.

Les tableaux ci-après et la figure 25 montrent le niveau d'élévation de l'océan dans les communes d'étude.

Tableau V : Elévation du niveau de l'océan dans les deux communes.

COMMUNE DE GRAND-POPO			
Point	X	Y	Z=Elévation (m)
GP 1-1	1°37'45,57''	6°14'2,86''	00
GP 1-2	1°37'47,21''	6°14'27,75''	2,0
GP 2-1	1°42'17,21''	6°14'59,84''	00
GP 2-2	1°42'16,17''	6°15'22,2''	2,0
GP 3-1	1°48'35,78''	6°16'23,54''	00
GP 3-2	1°48'30,24''	6°16'46,64''	2,0
GP 4-1	1°54'32,97''	6°17'21,47''	00
GP 4-2	1°54'34,75''	6°17'37,75''	1,2
GP 5-1	1°58'26,75''	6°18'6,40''	00
GP 5-2	1°58'25,99''	6°18'13,44''	2,0
COMMUNE DE OUIDAH			
Point	x	Y	Z=Elévation (m)
O 1-1	2°0'7,31''	6°18'23,68''	00
O 1-2	2°0'7,48''	6°18'25,83''	0,9
O 2-1	2°2'12,97''	6°18'45,03''	00
O 2-2	2°2'13,13''	6°18'47,34''	1,9
O 3-1	2°5'9,22''	6°19'18,23''	00
O 3-2	2°5'8,99''	6°19'21,81''	2,0
O 4-1	2°12'22,19''	6°20'17,07''	00
O 4-2	2°12'22,13''	6°20'20,14''	2,0
O 5-1	2°14'57,71''	6°20'35,24''	00
O 5-2	2°14'57,59''	6°20'37,44''	2,0

Source : Image Google et traking fait sur le terrain, 2014

L'élévation du niveau de la mer a été réalisé en fixant le premier point qui est noté 1-1 avant de déterminer le niveau d'élévation z. L'analyse montre que z

varie entre 1,2 et 2 à Grand-Popo entre 0,9 et 2 à Ouidah. Le niveau d'élévation est presque le même sur les deux communes à quelques deux points de différence.



Figure 24 : Elévation du niveau de l'océan
Source : Image Google et travaux de recherche

4.2.1.2. Dynamique du trait de côte et l'érosion côtière à Grand-Popo et à Ouidah

Le trait de côte est rectiligne dans son ensemble dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah. Il est marqué par des avancées et reculs sporadiques de la mer en certains points situés de part et d'autre des ouvrages érigés (ports et épis) et des carrières d'exploitation de sable sur la côte. Ce phénomène continue et expose la zone côtière à d'énormes difficultés. Les photos de la planche 8 montrent comment se présente ce phénomène dans le secteur d'étude.



Planche 8: Erosion dans le secteur Grand-Popo Ouidah

Prise de vue : AGONVI, Octobre 2014

La photo q montre l'érosion de la berge située à Sazué. Les habitants de ce village traversent facilement ce fleuve pour atteindre la république du Togo afin de mener leurs activités. Quant aux photos r, s et t ; elles véhiculent l'érosion côtière à Djondji causée par le débordement de l'océan dans un lieu où se rencontre le fleuve et l'océan ; l'érosion a englouti tout ce village.

Le tableau IV présente quelques facteurs expliquant le phénomène de l'érosion dans la zone d'étude.

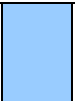



Tableau VI: Quelques facteurs locaux et régionaux de l'érosion côtière dans la zone d'étude

Zones	Facteurs d'érosion
Zone frontalière avec le Togo	- Résurgence du beach-rock sur le littoral togolais ; -Construction d'ouvrages de protection de la côte à Kpémè et Anécho (Togo).
Zone de Grand-Popo	- Haut fond marin faisant concentrer les houles lors des fortes tempêtes ; - Présence d'embouchure à l'Est.
Zone de l'embouchure	- Déficit sédimentaire lié au barrage de Nangbéto sur le fleuve Mono ; - Forts courants de chasse lors des lâchages des trop pleins des retenues du barrage.

Source : Noumon, 2001 cité par Dégbé *et al.*, 2010

Tableau VII : Evolution de la côte béninoise entre 1954 et 2000

Années \ Secteurs	54- 64	64- 69	69- 75	75- 81	81-84	84- 90	90- 95	95-2000
Hilla-condji-Grand-Popo	stabilité	engraissement	engraissement suivi d'érosion	engraissement	engraissement	stabilité	stabilité	érosion
Grand-Popo- Djonji	stabilité	stabilité	stabilité	stabilité	stabilité	stabilité	stabilité	érosion
Djondji-Ouidah	stabilité	stabilité	stabilité	engraissement	engraissement	engraissement	engraissement suivi d'érosion	stabilité

Légende :  : stabilité  : engraissement  : Engraissement suivi d'érosion  : Erosion

Source : Adam, 1996 complétée en 2007

La figure 25 fait ressortir l'état de la côte par rapport à l'érosion côtière

L'analyse de cette figure montre que la zone Hilla-condji-Grand-Popo est exposée à une forte emprise de l'érosion tandis que toute la ville de Grand-Popo

.est moyennement confrontée à cette emprise de l'érosion.

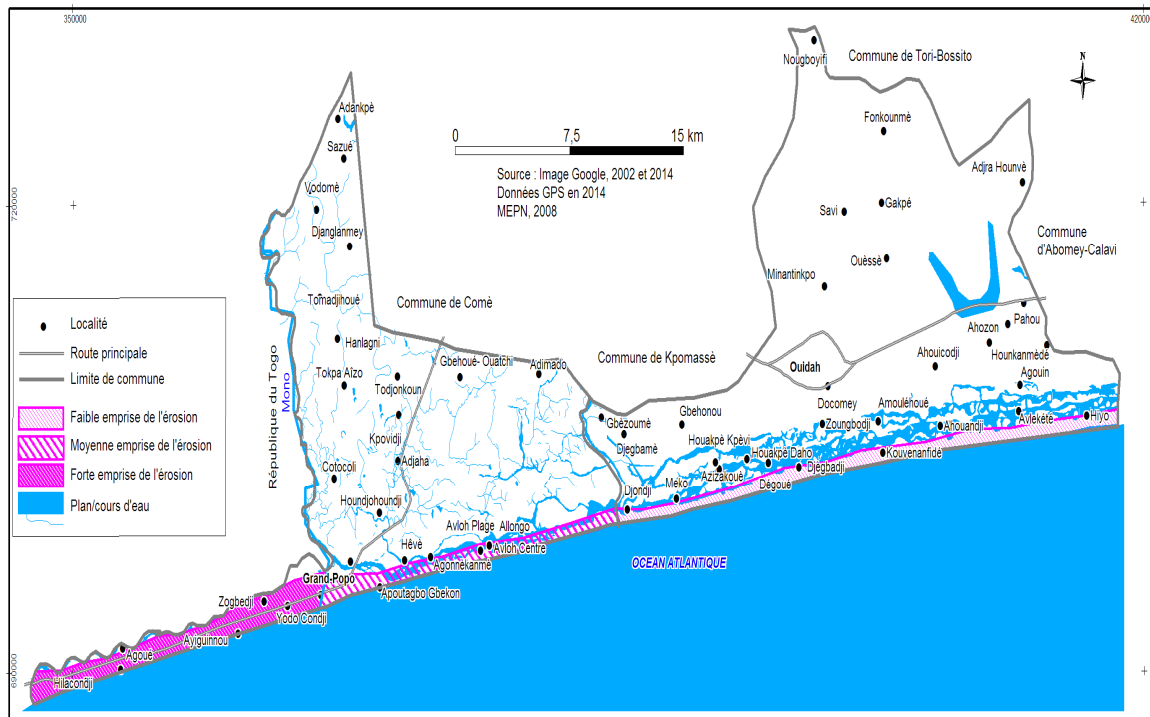


Figure 25: Erosion côtière dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah

Source : Image Google, 2002 et 2014 ; MEPN, 2008 et travaux de terrain

Quant à la ville de Ouidah, elle est faiblement exposée à cette emprise de l'érosion. L'érosion côtière a beaucoup détruit dans la zone de Hilla-condji – Grand-Popo que celle de Ouidah

4.2.1.3. Perception des populations sur l'évolution de la mer et l'érosion côtière

La tendance des mouvements marins donnés par la population est résumée à travers la figure 26.

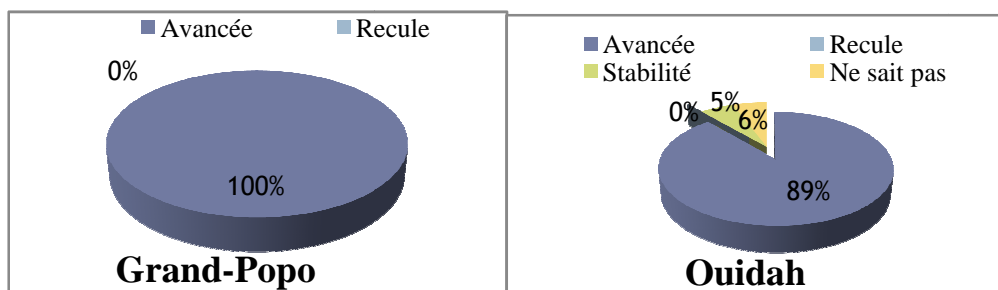


Figure 26: Tendance du mouvement marin selon la population

Source : Travaux de terrain, 2014

Lors des enquêtes de terrain, 92 % des ménages à Grand-Popo et 62 % à Ouidah ont affirmé que l'océan a avancé considérablement. De l'analyse de la figure 21 il ressort que 100 % des élus locaux enquêtés à Grand-Popo et 89 % à Ouidah ont confirmé l'avis des ménages. Néanmoins à Ouidah 5 % des élus locaux enquêtés affirment que l'océan est stable et que c'est à Grand-Popo que le phénomène est très remarquable, 6 % d'eux ont dit qu'ils ne savent rien sur la tendance des mouvements de l'océan.

D'après 32 % des populations enquêtées à Grand-Popo et 67 % à Ouidah, c'est le prélèvement du sable marin qui serait à la base de l'avancement de la mer et de la persistance de l'érosion côtière mais pour 34 % des enquêtés à Grand-Popo c'est un cycle naturel quant aux 17 % à Ouidah c'est un réchauffement climatique. Pour d'autres ce sont les forts courants de chasse provoqués par les eaux de lâchage du barrage en période de crue qui accentue l'ampleur actuelle de l'érosion côtière notamment à l'embouchure du Mono et ses environs (photo u). Bien que la population ait diminué totalement l'utilisation du sable marin l'érosion persiste aujourd'hui puisque ce n'est pas la seule cause de ce phénomène.

La bouche du roi représente le débouché du chenal Ahô, du fleuve Mono et de la lagune côtière dans l'océan. Cette embouchure tidale est plus complexe et réunit les milieux fluvial, lagunaire et marin. En effet, « la marée est d'une part, responsable à plein temps, des dénivellations qui engendrent des courants dans un sens ou dans l'autre dans le chenal Ahô, d'autre part, les courants du fleuve Mono devenant violents dans la lagune côtière entraînent, de septembre à novembre, la remontée des eaux de la lagune jusqu'au lac Ahémé » (Oyédé, 1988). Devant l'imminence de la destruction du village de Djondji en juillet 1999, une nouvelle ouverture a été opérée artificiellement dans le cordon barrière ouest en face de Avlo village afin d'y faire sortir les eaux du Mono. Cette accalmie du phénomène d'érosion à Djondji n'est cependant que

temporaire car le même scénario a repris depuis Avlo et a englouti le village Docoboé (Photo u).



Photo u : Position de *l'embouchure* huit ans après son ouverture mécanique à Avlo. **Source :** (Photo Laïbi, 18/06/07)

Village Docloboé \longrightarrow Embouchure du Mono \longrightarrow

4.3. Mesures de gestion

Plusieurs mesures sont mises en place pour la gestion du phénomène de l'avancement de la mer et de l'érosion côtière dans le monde et dans la sous région en particulier. Entre autre il y a l'installation des mûrs de protection expérimentée par plusieurs pays déjà. La construction des épis qui est adoptée en partie au Bénin surtout à Cotonou ; le revêtement de la plage. L'alimentation artificielle(ou engraissement) des plages ; reconstitution des massifs dunaires ; fixation de la côte par restauration de la mangrove sont d'autres mesures proposées par certains chercheurs jugées d'efficace et sans danger.

4.4. Les mesures d'adaptation face aux facteurs biophysiques vulnérables aux changements climatiques

Entre autres mesures d'adaptation convenables, il est proposé de :

- draguer et désensabler les lacs afin d'offrir aux espèces perturbées de nouvelles conditions écologiques adaptatives en profondeur ;
- introduire de nouvelles espèces euryhalines ;
- améliorer la production des lacs en protégeant les plans d'eau (enlever les acajas);
- promouvoir l'aquaculture ;
- reconverter les populations vers d'autres activités génératrices de revenus (élevage, agriculture) ;
- reboiser les berges pour éviter le comblement des plans d'eau ;
- sensibiliser et informer les populations riveraines ;
- construire des barrages de régulation des échanges des flux hydriques entre lacs et océan.
- arrêter les prélèvements du sable marin le long de la côte

4.5. Discussion et limites méthodologiques de la recherche

A la fin de cette recherche, la vulnérabilité du secteur Grand-Popo-Ouidah face aux changements climatiques est fonction de la température, du vent, de la pluviométrie, des risques et vulnérabilités à l'inondation. Plusieurs paramètres expliquent les manifestations des risques liés aux changements climatiques ; en ce qui concerne la pluviométrie, elle respecte le régime bimodal mais on constate une fluctuation des durées de chaque saison. Cette fluctuation pluviométrique existait et continue aujourd'hui, ce qui se traduit par des années déficitaires et excédentaires. Elle rend vulnérable la population qui y vit et affecte ses activités. Le déficit pluviométrique affecte les cultures par augmentation des températures dues à la fréquence des sécheresses et joue également sur la santé des populations. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Aho *et al.* ; Hounkponou *et al.* et Ouorou-Barrè cité par Tassou (2013).

La hausse de la température observée est en moyenne de 1°C entre 1979 à 2013, ce qui va entraîner des conséquences sur les cultures, la santé, la quantité de l'eau au cours des décennies à venir. Cette hausse des températures observée est en harmonie avec les travaux d'IPCC (2001) qui signalent que la température de la planète augmentera de 1,5 à 6 °C d'ici à l'an 2100 et corrobore avec d'autres travaux d'IPCC (2007) dont le réchauffement s'accélère de 0,8 °C en un siècle et de 0,6 °C sur les trente dernières années. Ces résultats confirment ceux de plusieurs chercheurs comme Boko (1988), Afouda (1990), Houndénou (1999) et Ogouwalé (2006). En effet, la hausse de température implique une forte demande évaporatoire et par conséquent un dessèchement accru des sols avec pour corollaire le déficit hydrique des cultures. Ce résultat est en accord avec celui de Houssou et Ogouwalé (2007) où il a été démontré que la détérioration des rendements des cultures résultera de la hausse des températures entraînant l'augmentation du stress hydrique et par conséquent réduction des rendements agricoles. Les plus fortes valeurs de vent enregistrées sont comprises entre 6 et 14 m/s, donc des vents "modérés" et "modérés-forts" selon l'échelle de Beaufort (1802) et à priori peu dangereux pour l'homme et les habitations. La vitesse du vent est moyenne, sa violence varie selon les saisons. Les années antérieures ont enregistré quelques dégâts liés au vent. Les ampleurs de ses dégâts ne sont plus fréquentes aujourd'hui.

Tout comme les facteurs naturels, certaines activités humaines favorisent le phénomène d'inondation dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah. Il s'agit entre autres de : l'occupation des bas-fonds par les habitats, entraînant le comblement des exutoires naturels ayant pour effet l'élévation du niveau des eaux souterraines (relèvement de nappe) et par conséquent l'hydromorphisation des sols et les inondations. Le fleuve Mono qui prend sa source au Nord du Togo, draine un bassin versant de 21 500 km² et se jette dans le golfe de Guinée par la Bouche du Roi. À l'état naturel, il était caractérisé par une crue unique en septembre et par un étiage très prononcé de Décembre à Avril avec un débit très

faible voire nul. Toutefois, la mise en service du barrage de Nangbéto a modifié ce régime d'où la présence de deux crues par année dont la première, en juin-juillet, est due aux précipitations de la première saison des pluies dans la basse vallée des fleuves mono et couffo. La seconde, en septembre-octobre, est due aux pluies dans les parties supérieures du nord des bassins versants. Cette deuxième crue est plus marquée, bien que les différences de niveau entre les hautes et les basses eaux ne varient que de 1 à 2m (Oyéédé *et al.*, 2004) ; ceci est confirmé par Laïbi *et al.* (2010). Le risque d'inondation est dû à la nature du sol dont la capacité de rétention d'eau sur toute ou une partie de l'année, entraînant un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou la totalité du profil. Le type de sol fait que le développement de certains végétaux réduit les écoulements, l'aération, la pénétration de la lumière induisant ainsi des conditions anoxiques dans lesquelles seules les espèces les plus tolérantes survivent. Cette situation de déficit en oxygène entraîne la destruction des espèces et donc le comblement des cours et plans d'eau. D'après les analyses de Soclo en 1994, l'on assiste à un ensablement des cours et des plans d'eau entraînant une faible productivité de ces écosystèmes et donc une réduction des produits de pêche. Cela est dû au fait de la dénudation des berges, consécutive aux coupes de la végétation et qui a pour effet d'induire l'érosion du milieu, créant ainsi l'ensablement des lagunes. *Les pluies du Nord Bénin viennent causer l'inondation surtout à Grand-Popo*, ce propos servi par certains enquêtés de Grand-Popo s'explique par les travaux de (Dégbé *et al.*, 2010) ; le régime des cours d'eau est sous la dépendance des précipitations, de même la période des crues coïncide généralement avec le maximum pluviométrique du Nord du pays situé en régime soudanien. Les risques d'inondation sont dus également à l'occupation des sols par les populations d'une part, et la construction des ports et barrages dans la sous région d'autre part. Malgré les inondations les populations ne sont pas prêtes à abandonner leurs terres; certains estiment que c'est là qu'ils sont nés et c'est le patrimoine de leurs parents, ce qui ne facilite

pas l'intervention rapide de la mairie à certains endroits pour les travaux de lotissement. Face à ce fléau, certains construisent des miradors pour les enfants, d'autres mettent le lit sur des briques et un troisième lot qui quitte les maisons en attendant le retrait de l'eau dans son lit.

De l'analyse d'autres travaux sur l'installation du barrage Nangbéto, il ressort entre autre que l'arrêt des apports sédimentaires fluviaux par le barrage de Nangbéto construit sur le Mono au Togo et l'arrêt du transit littoral par les ouvrages portuaires de Lomé Cotonou et Lagos (MEHU et ONUDI 1998) qui sont à la base de l'inondation d'une part et de l'érosion côtière d'autre part. La mise en œuvre de ce barrage aurait causé un déficit annuel d'apports fluviaux d'environ 100 000 m³ de sable retenu en amont (Rossi, 1989) cité dans l'Article “[*Vulnérabilité de la zone côtière du Bénin.. 31p*]” .

Parmi les activités économiques qui contribuent à dégrader cet environnement il y a la destruction du couvert végétal se traduisant par la coupe de bois pour utilisation soit comme bois d'œuvre, soit comme bois de chauffe, qui, avec certaines pratiques culturelles favorisent l'érosion des sols. Les statistiques officielles indiquent à ce sujet une consommation dans la zone côtière dépassant 22 millions de tonnes par an (MEHU 1997). De plus, une partie importante de ce bois est prélevée dans la mangrove occupée par certaines communautés xwla spécialisées dans la fabrication artisanale de sel. La conjugaison de ces différents facteurs a considérablement détruit la végétation de mangrove, la menaçant même de disparition (Paradis, 1986 ; Toffi ,1991).

Selon Paskoff R., 1984 la première cause naturelle de l'érosion est l'élévation constante du niveau marin à une vitesse de l'ordre de 1,5 mm/an. Ce relèvement du niveau de l'océan est en rapport avec le réchauffement général des continents de l'ordre de 0,6°C/an. L'érosion côtière sévit dans le secteur d'étude à cause des facteurs naturels et anthropiques lesquels sont entre autre :

- la montée actuelle du niveau marin affectant l'ensemble de la côte ouest-africaine ;

- les fortes tempêtes saisonnières génératrices d'effets catastrophiques ;
- l'arrêt des apports sédimentaires fluviaux par les barrages ;
- l'arrêt du transit littoral par les ouvrages portuaires de Lomé, de Cotonou ;
- l'ouverture des carrières de sables sur le littoral avec extraction de 3.500.000 m³/ an.

L'avancement de la mer, l'inondation, la crue et l'érosion côtière constituent des phénomènes qui ont détruit la zone côtière des communes de Grand-Popo et Ouidah. A Grand-Popo près des ¾ des villages de la zone côtière ont été déjà engloutis ; entre autre il y a Ohlihoué, Koueta, Avlo centre, Gnigbohoué, Tionou, Sodomé, Hokoué, Docloboué, Ogonko, Agbético et à Ouidah, on trouve Totogbo, Minko et Djondji qui sont en voie de disparition totale.

En définitive, les migrations spectaculaires de l'embouchure et toutes les catastrophes naturelles (inondations, érosions, élévation du niveau de la mer causé aussi par les digues placées à Kpémé) qui en résultent constituent l'impact de la perturbation de la dynamique hydro-sédimentaire du fleuve Mono par le barrage de Nangbéto qui trouble le système et joue sur toutes les activités du milieu. Capo en 2008 a fait ressortir que l'une des causes du phénomène de l'avancement de la mer relève de l'orientation des vents. En effet, en fonction de leur direction, les vagues frappent le rivage perpendiculairement ou longitudinalement. Dans le premier cas, on assiste à un transport de sables vers l'intérieur des terres, mais une grande partie de la quantité déplacée est ramenée par le reflux des vagues. En revanche, dans le second cas, l'équilibre entre les matériaux déplacés et ceux ramenés n'existe plus (essentiellement à cause des ouvrages qui deviennent des obstacles à la circulation naturelle des substances): c'est ce qui engendre un déficit de sable côtier et donc la progression de l'érosion. De mai à août 2002, la plage de Djègbadji a connu une érosion qui a emporté plus de 5 m de bande de sable en moins de 4 mois. En effet, durant cette période, la population de Ouidah exploitait encore la carrière de Djègbadji située à environ 1 km à l'Est du point de mesure. De novembre

2002 à novembre 2003, on assiste à un engraissement de cette plage, conséquence de l'abandon de la carrière par la population sous le mot d'ordre du Maire de Ouidah. La perte de sable constatée sur les plages du Bénin au cours de ces dernières années, impose l'observation de la dynamique du trait de côte pour analyser les impacts d'une hausse relative du niveau de la mer (André Pierre *et al.*, 2002).

La démarche méthodologique utilisée comporte des limites qu'il est nécessaire de souligner. En effet, les paramètres géomorphologiques influencent la perméabilité du sol ; les données relatives à l'élévation du niveau de l'océan et les données sur le débit ne sont pas prises en compte dans le cadre de cette recherche. Aussi, les données climatiques utilisées, en dehors de la pluviométrie ne sont pas spécifiquement des Communes de Grand-Popo et de Ouidah mais de la station de Cotonou. Il faut signaler également que ces statistiques climatologiques ne sont pas traitées à l'échelle journalière et décadaire voire pentadaire.

CONCLUSION

La présente recherche fondée sur la vulnérabilité de la zone côtière face aux changements climatiques a permis de connaître les impacts de la variabilité climatique sur la zone côtière. Cette variabilité dégrade le milieu par l'érosion, l'inondation, la crue et l'avancement de l'océan qui, plus d'un siècle a ravagé des lieux, des bâtiments et autres. La crue est devenue régulière et il n'y a plus de fermeture d'embouchure conséquence il n'y a que de l'eau douce dans les lacs, lagunes et fleuves du milieu dans la majorité du temps. L'analyse des données climatologiques montre une instabilité du rythme pluviométrique couplée par la hausse des températures surtout au niveau de toutes les stations.

La variabilité pluviométrique associée aux facteurs géomorphologique, hydrographique, expose le milieu aux risques d'inondations aux conséquences socio-environnementales dans un contexte où la capacité d'adaptation des communautés est faible et l'élévation du niveau de la mer consécutive au réchauffement thermique avec l'avancement de la mer associée au transit du littoral induit une forte érosion côtière. Cette recherche n'est qu'une ébauche au regard de tout l'aspect qu'aborde la vulnérabilité de la zone côtière. Quelques suggestions ont été adressées aux élus locaux eux-mêmes qui doivent prendre le patrimoine de leurs localités en charge avant de demander le secours de l'Etat. Il s'agit de prévoir pour les populations qui vivent dans la plaine des lieux de refuge en cas d'inondation ou changer leur habitation en habitat de pilotis ; d'établir des cartes de sensibilité du littoral à l'érosion côtière de la zone ; d'étudier la redistribution des sédiments le long de la côte et de déterminer les taux d'érosion de la côte par segment en vue de mieux maîtriser l'ampleur du phénomène.

BIBLIOGRAPHIE

- **Adam K., (1998) :** L'évolution géomorphologique de la plaine côtière dans le Golf du Bénin ; dans *Nearshore Dynamics and sedimentology of the Gulf of Guinea*, pp143-150.
- **Afouda F., (1990) :** L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat nouveau régime, Université de Paris IV (Sorbonne), Institut de géographie, 428p
- **Agbo E., (2012) :** Contraintes environnementales et urbanisation dans la Commune de Grand-Popo au Bénin, 97p.
- **Agnoun Y., (2014) :** Sécurité alimentaire et analyse de la situation de l'Agriculture et de l'eau au Bénin : Document de synthèse, 15p
- **Agossou D. et al., (2012) :** Perception des perturbations climatiques, savoir locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois, p. 565 – 588
- **Aho N., Ahlonsou, E. et Agbahungba, G., (2006) :** Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Rapport de synthèse. PANA-Bénin/ MEPN-PNUD, Cotonou, 52p.
- **Amoussou E., (2010) :** Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest) 315p.
- **André Pierre, Prudencio Ephrem et Singh Bhawan (2002) :** Vulnérabilité de la zone côtière du Bénin à un rehaussement relatif du niveau marin : état de la question et préconisations. In: *Annales de Géographie*. t. 111, n°623. pp. 25-40.
- **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

- **Bokonon-Ganta E., (1987):** Les climats de la région du Golfe du Bénin. (Afrique Occidentale). Thèse de doctorat du 3ème cycle. Paris IV, Sorbonne. 248p +Annexes.
- **Boubacar H., (2010) :** Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradé et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi (université Abdou Moumouni Niamey-Niger),60p
- **Bouchetata, A., (2001) :** Cartographie des risques d'érosion hydrique des sols par l'utilisation du SIG : cas du sous-bassin de l'oued Fergoug. Thèse de magister, Centre Universitaire de Mascara, 83 p
- **Capo A., (2008):** Urbanisation et risques naturels : cas de la ville de Cotonou en République du Bénin, 57p
- **Capo-chichi Y., (2006) :** Monographie de la commune de Grand-Popo, 54p
- **Capo-chichi Y., (2006) :** Monographie de la commune de Ouidah, 44p
- **CEDA, (1998) :** State of the Coastal and Marine Environment of the Gulf of Guinea (Etat de l'environnement côtier et marin du Golfe de Guinée ,158p
- **CEDA, (2007) :** Rapport National sur l'Environnement Marin et Côtier du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Février 2007. 60p
- **COI-UNESCO, (2012) :** Guide sur les options d'adaptation en zone côtières à l'attention des décideurs locaux ; Manuel et Guide de la COI N°62, Dossier ICAM N°, 54p.
- **Colleuil B., (1984) :** "Un modèle d'environnement lagunaire soumis aux conditions des climats équatoriaux tempérés: le lac Nokoué", Université de Bordeaux, 135 p.
- **Communauté d'Agglomération de Val de Seine, (2009) :** Etude de vulnérabilité - Grand Paris Seine Ouest, 73p

- **CRDI et IDID, (2007) :** Projet de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs ruraux béninois face aux changements climatiques.
- **Dégbé G., Oyédé L. et Laïbi R., (2010) :** Risques environnementaux sur le littoral béninois : érosion côtière et stratégies de lutte, 12p.
- **Dèkoun S., (2009) :** Perception, savoir locaux et stratégies d'adaptation aux changements climatiques développées par les producteurs de commune de Lokossa et d'Athiémé dans le département du Mono au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC California, 572 p.
- **Djiman R., (1998) :** Etat de l'environnement marin des côtes béninoises In State of the Coastal and Marine Environment of the Gulf of Guinea (Etat de l'environnement côtier et marin du Golfe de Guinée), Large Marine Ecosystem Project for Gulf of Guinea LME UNIDO)IOC, Chidi A. and S.G. Zabi (eds) p.11-16 Publications du CEDA Cotonou, Bénin.
- **Djogbenou F. (2008) :** Impact environnementaux des stratégies d'adaptation de l'agriculture à l'évolution du climat dans le département des collines, 86p
- **Doukpolo B. (2007) :** Variabilité et tendance pluviométrique dans le nord-ouest de la Centre Afrique : Enjeux environnementaux. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/ DGAT, 72 p.
- **Dresch Jean. Le « désert » de Thar. In (1965):** Bulletin de l'Association de géographes français, N°332-333, pp. 36-47. Septembre.
- **EI-Raey et al (1995):** Potential impacts of accelerated sealevel rise on Alexandria governorate, Egypt, Alexandria, journal of Coastal Research, 14, p180-204
- **ENDA (2011) :** Guide méthodologique pour l'élévation de la vulnérabilité au changement climatique au niveau communautaire (zone côtière) ; USAID/COMFISH Project, 52p
- **Ercole de, R., JC. Thouret (1996) :** Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. Cahiers des Sciences

Humaines, N° 32. France, pp. 407-422.

- **FAO (2007)** : Renforcer la capacité d'adaptation aux changements climatiques. Politiques de soutien des moyens d'existence et des pêches. Nouvelles orientations dans les pêches – Une série de notes de synthèse sur les questions de développement. No. 08. Rome, Italy. 16 pp
- **FPA et NEPAD (2007)** : L'Afrique et le changement climatique. Aperçu n°1.
- **Garry G. (1994)** : Evolution et rôle de la cartographie dans la gestion des zones inondables en France. Mappemonde. ORSTOM, France, 7 p.
- **GIEC (2001)** : Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur la réduction de la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques. Berli MédiaCompany. Allemagne 43 p.
- **GIEC (2007)** : Résumé à l'intention des décideurs. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (éds.), Bilan 2007 des changements climatiques: Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation. Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.
- **Gornitz V. (1993)**: "Mean sea level changes in the recent past", in Climate and Sea Level Change: Observations, Projections, and Implications R.A. Warrick, E.M. Barrow, and T.M.L Wigley (ed), Cambridge University Press, p 41-45.
- **Gornitz V. (1994)**: Sea level rise: a review of recent past and near-future trends, Earth surface Processes and Trends, Cambridge University Press, p14-21.
- **Gornitz V. et A. Solow (1991)**: Observations of long-term tide-gauge records for indicators of accelerated sea level rise. In Greenhouse Gas-Induced Climatic change: A critical Appraisal of Simulations and

Observations, M.E. Schlesinger (ed), Eisevier, Amsterdam, p347-367.

- **Héloïse Le Golff, Albanie Leduc et Karelle Jayen (2012)** : Evaluation des vulnérabilités aux changements climatiques et trois projets d'aménagement forestier éco systémique et implication pour le développement d'une stratégie d'adaptation pour l'aménagement forestier au Québec, 72p.
- **Hiscock K., Tanaka Y. (2006)**: Potential impacts of climate change on groundwater resources: from the high plains of the U.S. to the flatlands of the U.K. National Hydrology Seminar 2006, 19–26.
- **Houghton J. et al. (1992)**: Climate Change 1992 The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment Cambridge Univ. Press, Cambridge 200 p.
- **Houndénou C (1999)** : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat de géographie. UMR 5080, CNRS « Climatologie de l'espace tropical », Université de bourgogne, centre de recherche de climatologie, 341 p.
- **Hounton C. et Kiki L. (2012)** : Intégration de l'étude des changements climatiques dans l'enseignement de la géographie en classe de quatrième : cas des CEG le Plateau et l'Entente : Mémoire BAPES, 50p
- **Hounton Charles (2007)** : Adaptation de la culture du palmier à huile à la variabilité climatique dans le sud : Mémoire de maîtrise, 95p
- **Houssou-goé P. (2008)** : Agriculture et changements climatiques au Bénin : Risques climatiques, vulnérabilité et stratégies d'adaptation des populations rurales du département du Couffo. UAC/FSA/ DESAC, 160 p.
- Initiative LoCAL-Bénin (2013) : Document de cadrage, 42p
- **INSAE (2013)** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, 8p.
- **IPCC (1991)**: Climate change: the IPCC response strategies. Island Press, Washington, DC, 44p
- **IPCC (1994)**: Preparing to meet the coastal challenges of the 21st century

Conference report World Coast Conference. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Hague.

- **IPCC (1996):** Climate change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working group I to the second assessment Report of the IPCC. Press. Cavelli, California, 572p.
- **IPCC (2001) :** Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island presse, Washington.53 p.
- **IPCC (2007) :** Impact et adaptation liés aux changements climatiques : Perceptive canadienne. Island presse californie 190 p.
- **IPCC (2007):** Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.
- **Issa M. (1995) :** Impacts potentiels d'un changement climatique dû au doublement du CO₂ atmosphérique sur l'agriculture en République du Bénin. Mémoire de DESS. Université Senghor d'Alexandrie, 113 p.
- **Judex M., Röhrig J., Schulz O. et Thamm H., (éditeurs) (2009):** IMPETUS Atlas du Bénin. Résultats de recherche 2000-2007. Troisième édition. Département de Géographie, Université de Bonn, Allemagne.144p.
- **JVE (2010) :** Contexte environnemental du Bénin en matière de changements climatiques, 43p
- **Krystel M., Dossou and Bernadette Gléhouenou-Dossou (2007):** The vulnerability to climate change of Cotonou (Benin): the rise in sea level, pp 64-79.16p
- **Laïbi R., Kaki C., Yalo N. et Oyédé L. (2012) :** Dynamique hydro sédimentaire et migration de l'embouchure du fleuve mono dans la zone margino-littorale au sud-ouest du Bénin, 13p.

- **Lebourgeois François (2010) :** cour de bioclimatologie à l’usage des forestiers (Enseignant chercheur), 250p
- **MEHU (1993) :** Plan Action Environnemental du Bénin Cotonou Bénin 134p
- **MEHU (1997) :** Agenda 21 National du Bénin. Cotonou. 210p.
- **MEHU (2001) :** Communication Nationale Initiale du Bénin sur les Changements Climatiques, MEHU, Cotonou, 94p.
- **MEHU-ONUDI (1998):** Profil de la zone côtière du Bénin Ceda, Cotonou, 93p.
- **MEPN (2008) :** Programme d’action national d’adaptation aux changements climatiques. Cotonou 81 p.
- **Modiodio Niasse, Abel Afouda et Abou Amani (2004):** Réduire la vulnérabilité de l’Afrique de l’Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification
- **Nicholls R. et Leatherman (eds) (1995):** Potential impacts of accelerated sea-level rise on developing countries. Journal of Coastal Research, Special Issue n° 14 p92-123.
- **Nielson *et al.* (2002):** Pauvreté et changements climatique: réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation. Consultation à la huitième Conférence des Parties à la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques.
- **Ogouwalé E. (2001) :** Vulnérabilité/adaptation de l’agriculture aux changements climatiques dans le département des collines. Mémoire de maîtrise UAC/FLASH/DGAT. 119 p.
- **Ogouwalé E. (2004) :** Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA, UAC/EDP/FLASH, 119p
- **Ogouwalé E. (2006) :** Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse

de Doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302p.

- **OMM et PNUE (2002) :** Bilan des changements climatiques 2001. Rapport de synthèse, 204p.
- **ONG α et Ω Environnement (2005) :** PDC Ouidah, 145p
- **ONUDI (1998) :** Profil de la zone côtière du Benin. 93p
- **Oyédé L., Kaki C., Yessoufou S. et Laïbi R. (2004) :** L'environnement littoral du sud - Bénin : évolution des paramètres physico-chimiques des eaux lagunaires et du trait de côte, 17p.
- **PANA-Bénin (2007) :** Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin, Cotonou/MEPN, 81 p.
- **PANA-Bénin (2008) :** Programme d'action national d'adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques. Janvier 2008. 81p
- **Paradis G. (1986) :** Rôle de l'homme dans les changements du paysage tropical: les mangroves ouest-africaines. Dakar, Symposium INQUA/ASSEQUA "Changements globaux en Afrique". Résumé, 357-362.
- **Paskoff R. (1994) :** Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution Paris, (2e édition), 256p.
- **Pernetta J.C. (1992):** Impacts of Climate change and sea level rise on small islands states, Global Environment2, p19-31
- **Pirazzoli P. A. (1993):** Global sea level changes and their measurement. Global Plan et Change8, p135-148.
- **PNUD (1997):** Rapport sur le développement humain au Bénin. PNUD Cotonou, 132p.
- **PNUD (2007):** Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008 : La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé.
- **PNUE (1985) :** Erosion côtière en Afrique de Ouest et du Centre

Collaboration des Nations Unies et de UNESCO Paris 105 p.

- **Pohanho (1995)** : Cotonou disparaîtra en an 2025 si rien n'est fait. Nature-Info N.004. 33 p.
- **Saley M., F. Kouamé, M. Penven, J. Biemi, H. Kouadio (2005)** : Cartographie des zones à risque d'inondation dans la région semi-montagneuse à l'ouest de la Côte d'Ivoire : apports des MNA et de l'imagerie satellitaire. *Revue Télédétection*, 2005, vol 5, n° (1-2-3), pp. 53-67.
- **Singh B. (1997)**: Climate-related global changes in the southern Caribbean: Trinidad and Tobago, *Global and Planetary Change*, 15, p 93-111
- **Soclo H. (1998)** : «Etat de l'environnement côtier et marin au Bénin » in *State of the Coastal and Marine Environment of the Gulf of Guinea (Etat de l'environnement côtier et marin du Golfe de Guinée) Large Marine Ecosystem Project for Gulf of Guinea (LME)- UNIDO et IOC Chidi A. and S.G Zabi (eds), p11 -16*
- **Tassou (2013)** : Variabilité climatique et production agricole dans la commune de Bassila, 89p.
- **Tchacon R. (2012)** : Erosion des terres agricoles dans la commune de Bantè : Aspect, impacts et érosion.
- **Toffi D. (1991)** : Ressources climatiques et activités salicoles sur le littoral occidental du Bénin. Mémoire de D.E.A. Université de Bourgogne (Centre de recherches de Climatologie Tropicale). 167p.
- **Togbé M. (2003)** : Dynamique de l'environnement : cas de TCHETTI-DOUME. Mémoire de maîtrise, DGAT/ FLASH/ UAC, 75p +Annexes.
- **Totin (2010)**. Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable. Thèse de doctorat, 283p
- **UICN (2004)** : Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts

du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification, 82p

- **UICN (2011) :** Rapport synthèse des études de capitalisation des connaissances, pratiques, stratégies et technologies locales d'adaptation au changement climatique au Burkina Faso, Mali et Sénégal, 22p
- **Verstraete J.-M. (1989) :** Le niveau de la mer le long des côtes de Afrique de Ouest et à l'équateur, hausse probable du niveau marin à l'échelle séculaire Publications du CONARAF Série Doc. n.4 UNESCO, 1989 p10-43
- **Vissin, E. (2007) :** Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat unique, Dijon, France, 285p.
- **Yabi I. (2008) :** Etude de l'agroforesterie à base d'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le centre du Bénin. Thèse de Doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 258p

Liste des illustrations

Liste des figures		Pages
Figure1	Situation géographique de Grand-Popo et de Ouidah	28
Figure 2	Evolution de la population de 1979 à 2013	33
Figure3	Indices pluviométriques sur la période 1965-2010 dans les communes de Grand-Popo et Ouidah	35
Figure 4	Rupture de la stationnarité par le test de Pettitt et la méthode bayésienne de ssLee et Heghinian dans les stations de Ouidah et de Grand-Popo	36
Figure 5	Régime pluviométrique moyen sur la période 1965-2013 dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah	38
Figure 6a	Evolution interannuelle des températures maximales	39
Figure 6b	Evolution des températures maximales par décennie	39
Figure 7a	Evolution des températures minimales	40
Figure 7b	Evolution des températures minimales par décennie	40
Figure8	Evolution mensuelle des vitesses de vents	41
Figure9	Evolution inter annuelle des vitesses de vents	42
Figure 10	Origine des perturbations climatiques	43
Figure 11	Perceptions des enquêtés sur l'instabilité pluviométrique	43
Figure 12	Avis des enquêtés sur l'évolution thermique	44
Figure 13	Perceptions de la population sur les causes des mutations climatiques	45
Figure14	Carte morphologique des Communes de Grand-Popo et Ouidah	47
Figure 15	Formations pédologiques dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah	48
Figure16	Occupation du sol dans le secteur Grand-Popo-Ouidah en 1978	51
Figure17	Occupation du sol dans le secteur Grand-Popo-Ouidah en 2014	51
Figure18	Dynamique de l'occupation du sol entre 1978 et 2014 dans le secteur Grand-Popo Ouidah	52
Figure19	Risque d'inondation dans les Communes de Grand-Popo et Ouidah	54
Figure20	Vulnérabilité dans les communes de Grand-Popo et Ouidah à l'inondation	55
Figure21	Connaissance de la population sur le phénomène d'inondation	56
Figure22	Avancée de la mer dans le secteur Djègbadji	60
Figure23	Avancée de la mer dans le secteur de Djondji	60
Figure24	Elévation du niveau de l'océan	64

Figure 25	Erosion côtière dans les Communes de Grand-Popo et de Ouidah	65
Figure 26	Tendance du mouvement marin selon la population	65
Liste des tableaux		Pages
Tableau I	Répartition des villages et nombres d'enquêtés par arrondissement	20
Tableau II	Synthèse à la méthode de cartographie des secteurs à risques à l'inondation	27
Tableau III	Répartition de la population par arrondissement	32
Tableau IV	Répertoire des années humide, normale et sèche	36
Tableau V	Elévation du niveau de l'océan dans les deux communes	61
Tableau VI	Quelques facteurs locaux et régionaux de l'érosion côtière dans la zone d'étude	63
Tableau VII	Evolution de la cote béninoise entre 1954 et 2000	64
Tableau VIII	Coordonnées géographiques et altitudes des villages	87
Tableau IX	Centres de documentation et informations recueillies	88
Liste des planches et photos		Pages
Planche 1	Séance d'entretien sur le terrain	21
Planche 2	Occupation des zones marécageuses à Olongo et Agonnékanmey	33
Planche 3	Action du vent sur les habitats	45
Planche 4	Effluents Bê dans un village de Djanglanmey(e) et Vodountô à Avlékété	50
Planche 5	Inondation dans l'arrondissement de Grand-Popo centre	55
Planche 6	Conséquences de la crue sur les habitats à Grand-Popo	57
Planche 7	Conséquences de l'inondation sur les activités de la population à Grand-Popo et Ouidah	58
Planche 8	Erosion dans le secteur Grand-Popo Ouidah	63
Photo u	Position de l'embouchure huit ans après son ouverture mécanique à Avlo	67

ANNEXE

Tableau VIII : Coordonnées géographiques et altitudes des villages

Villages	Coordonnées géographiques	Altitudes
Houssoukouè	N : 06°16.795' E : 001°49.386'	8m
Gbècon	N : 06°16.890' E : 001°50.535'	6m
Agonnékanmey	N : 06°17.087' E : 001°51.900'	
Allongo	N : 06°17.209' E : 001°53.3233'	
Avlo plage	N : 06°17.348' E : 001°53.844'	20m
Aïdo plage	N : 06°18.547' E : 002°00.582'	15m
Toklovenou	N : 06°24.369' E : 001°48.872'	9m
Atchékpecondji	N : 06°25.936' E : 001°48.309'	10m
Vodomey	N : 06°25.842' E : 001°46.649'	18m
Batoto	N : 06°26.395' E : 001°45.908'	16m
Gohonou	N : 06°18.641' E : 002°01.180'	16m
Avlékété	N : 06°21.039' E : 002°12.377'	14m
Aziaglocodji	N : 06°20.413' E : 002°13.242'	
Ahloboué	N : 06°20.826' E : 002°14.068'	
Guédoucodji	N : 06°19.621' E : 002°06.579'	23m
Tchiakpé-codji	N : 06°23.693' E : 002°10.536'	19m
Lokohoué	N : 06°24.438' E : 002°10.537'	37m
Dodji	N : 06°25.240' E : 002°10.528'	

Source : Travaux de terrain, septembre 2014

Tableau IX : Centres de documentation et informations recueillies

Centres de documentation ou	Nature des documents consultés	Types d'information obtenue
ABE	Ouvrages spécifiques	Informations générales sur le
Bibliothèque centrale de l'UAC	Thèses, Mémoires, rapports et articles.	Informations générales à caractère méthodologique et revues de la littérature
FLASH, BIDOC-FSA,	Livres, Thèses, Mémoires, rapports, Articles et ouvrages.	Informations générales relatives aux problèmes de l'agriculture, revue de la littérature et
INSAE,	Données démographiques	Données sur les statistiques de la population.
Institut Géographique National (IGN)	Cartes topographiques du secteur d'étude	Informations de base sur le d'étude
CeRPA et CeCPA de Ouidah et de Grand-	Rapports d'étude Articles et livres	Données sur la production agricole du milieu
Mairie de Ouidah et de Grand-Popo	PDC et Rapports d'étude	Informations sur les caractéristiques générales de la
LSSEE	Carte de situation, carte pluviométrie, carte d'occupation du sol	données et informations sur les types des sols au Laboratoire des Sciences des Sols, Eau et
ASECNA		Données climatologiques
MEHU	Livres, Rapports, Articles, revues.	Informations générales sur le sujet

Source : Enquête de terrain, Août 2014

Questionnaires

L'enquête a été menée à l'aide des questionnaires, principal outil de la collecte des données. Cinq types de questionnaires ont été établis à l'endroit des différentes catégories socioprofessionnelles : les ménages, les élus locaux, les responsables de centre de santé, les agriculteurs et les pêcheurs. Ces questionnaires sont axés sur des renseignements d'ordre général, l'état physique et les aspects biophysiques liés au cadre de vie.

Questionnaire qui sera adressé à l'attention des ménages (agriculteurs, pêcheurs, éleveurs, commerçants). Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre de l'étude sur « **les aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière béninoise face aux changements climatiques : Secteur Grand-Popo Ouidah** ». Il vise à une meilleure connaissance de la vulnérabilité des aspects biophysiques de la zone côtière face aux variabilités climatiques. Il se veut par ailleurs de cartographier les risques d'inondation et corollaires dans les communes de Ouidah et de Grand-Popo.

Objectif 1 : Etudier les mutations climatiques dans le secteur Grand-Popo Ouidah.

1-Depuis combien d'années résidez-vous dans cet arrondissement ?

Moins de 02 ans	02 à 04 ans	04 à 06 ans	06 à 08 ans	08 à 10 ans	10 ans et plus

2-Quelles sont les principales activités de votre localité ?

1	Agriculture	2	Pêche	3	élevage	4	Autres à préciser
---	-------------	---	-------	---	---------	---	-------------------

3-Quelle(s) activité(s) exercez-vous ?

4-Avez-vous connaissance des changements climatiques ?

Oui	Non
1	2

5-Si oui quelles en sont les manifestations ?

Manifestations perçus	
Pluies insuffisantes	a
Pluies tardives	b
Arrêts précoces des pluies	c
Pluies abondantes (inondations)	d
Pluies irrégulières	e
Températures plus élevées	f
Températures plus basses	g
Vents violents	h
Harmattan plus intense	i
Harmattan moins intense	j

6-Parmi les phénomènes précités, lesquels sont les plus fréquents dans votre localité?

a	b	c	d	E	f	g	h	i	j

7-Selon vous, ces changements remontent à quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

8-Quelles sont leurs périodicités ?

a- Chaque saison	b- chaque année	c- chaque décennie	d- tous les 30 ans

9-Quelles sont les causes de ces changements selon vous ?

Colères des dieux	Déforestation	Emission des gaz dans l'atmosphère	Cycle naturel du climat	Autres à préciser
1	2	3	4	5

10-Quels sont les impacts des changements climatiques que vous connaissez sur vos activités?

11- Quelles sont les maladies dont vous souffrez en période des catastrophes ?

Paludisme	Choléra	Diarrhée	Pieds d'athlète	Autres (à préciser)
-----------	---------	----------	-----------------	---------------------

Objectif 2 : Cartographier les risques d'inondation et corollaires dans le secteur d'étude

12-Connaissez-vous des inondations dans votre localité ?

Oui	Non
1	2

13-Si oui depuis quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

14-Quels sont les biens affectés ?

Habitations	Champs	Récoltes	Autres à préciser
1	2	3	4

15-A quoi sont dues ces inondations ?

Pluies abondantes	Débordement inhabituel du cours / plan d'eau	Occupation des zones inondables	Aménagements humains	Autres à préciser
1	2	3	4	5

16-Etes-vous informés de l'imminence des inondations dans votre localité ?

Jamais	Quelques fois	Souvent	Toujours
1	2	3	4

17- En cas de sinistre, quelles sont les formes de secours ?

Aucun	Parents et amis	Autorités publiques (Mairie, Etat centrale)	ONGs (nationales ou internationales)	Autres à préciser
1	2	3	4	5

18-Est-ce que votre localité est lotie ?

Oui	Non

Si non, pourquoi ?

Zone marécageuse	Lenteur administrative	Conflit domanial

19-Continuez-vous à exploiter le sable marin pour vos constructions ?

Oui	Non	Si oui : Lieu	Si non, quel sable utilisez-vous maintenant ?
-----	-----	---------------	---

--	--	--	--

20-Enregistrez-vous des dommages de biens au cours des phénomènes climatiques?

Oui	Non

Si oui, lesquels ?

Maison	Champ	Voies	Autres (à préciser)

Objectif 3 : Caractériser le niveau d'avancée de la mer et de l'érosion de la côte : secteur Grand-Popo Ouidah

21-Selon vous quelle est la tendance des mouvements marins (avancée et érosion) ?

Avancée	Recul	Stabilité	Ne sait pas
1	2	3	4

22-Si avancée depuis quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

23-Quelles sont les causes selon vous ?

Colères des dieux	Prélèvement du sable marin	Réchauffement climatique	Cycle naturel des courants marins	Autres à préciser
1	2	3	4	5

24-Pouvez-vous estimer le niveau d'avancement par an ?

Moins de 2 m	2 à 10 m	10 à 20 m	20 à 30 m	Plus de 30 m
1	2	3	4	5

25-Quelle est votre perception sur le niveau d'avancée de la mer, de la crue et de l'érosion de la côte?

26-Comment se manifestent-ils ? Et quand ?

27-Quelles sont les mesures que vous prenez pour lutter contre ces trois phénomènes?

Identification

Nom et prénoms	
Ethnie	
Sexe	
Age	
Arrondissement	
Village	
Profession	
Niveau d'instruction	

Date de l'enquête : / / 14

Questionnaire N°2 adressé à l'attention des élus locaux

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre de l'étude sur « les aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière béninoise face aux changements climatiques : Secteur Grand-Popo Ouidah ». Il vise à une meilleure connaissance de la vulnérabilité des aspects

biophysiques de la zone côtière face aux variabilités climatiques. Il se veut par ailleurs de cartographier les risques d'inondation et corollaires dans les communes de Ouidah et de Grand-Popo.

Objectif 1 : Etudier les mutations climatiques (pluie, température, vent) dans le secteur Grand-Popo Ouidah.

1-Depuis combien de temps êtes-vous élu local ?

Moins de 02 ans	02 à 04 ans	04 à 06 ans	06 à 08 ans	08 à 10 ans	10 ans et plus

2-Avez-vous connaissance des changements climatiques ?

Oui	Non

3- Si oui quelles en sont les manifestations ?

Manifestations perçus	
Pluies insuffisantes	a
Pluies tardives	b
Arrêts précoces des pluies	c
Pluies abondantes (inondations)	d
Pluies irrégulières	e
Températures plus élevées	f
Températures plus basses	g
Vents violents	h
Harmattan plus intense	i
Harmattan moins intense	j

4-Parmi les phénomènes précités lesquels sont les plus fréquents dans votre localité?

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j

5-Selon vous, ces changements remontent à quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

6- Quelles sont leurs périodicités ?

a- Chaque saison	b- chaque année	c- chaque décennie	d- tous les 30 ans

7- Quelles sont les causes de ces changements selon vous ?

Colères des dieux	Déforestation	Emission des gaz dans l'atmosphère	Cycle naturel du climat	Autres à préciser
1	2	3	4	5

8- Quels sont les impacts des changements climatiques que vous connaissez sur vos activités ?

9- Quelles sont les maladies dont vous souffrez en période des catastrophes ?

Paludisme	Choléra	Diarrhée	Pieds d'athlète	Autres (à préciser)

Objectif 2 : Cartographier les risques d'inondation et corollaires dans le secteur d'étude

10-Connaissez-vous des inondations dans votre localité ?

Oui	Non
1	2

11-Si oui depuis quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

12-Quels sont les biens affectés ?

Habitations	Champs	Récoltes	Autres à préciser
1	2	3	4

13-A quoi sont dues ces inondations ?

Pluies abondantes	Débordement inhabituel du cours / plan d'eau	Occupation des zones inondables	Aménagements humains	Autres à préciser
1	2	3	4	5

14-Etes-vous informés de l'imminence des inondations dans votre localité ?

Jamais	Quelques fois	Souvent	Toujours
1	2	3	4

15-En cas de sinistre, quelles sont les formes de secours ?

Aucun	Parents et amis	Autorités publiques (Mairie, Etat centrale)	ONGs (nationales ou internationales)	Autres à préciser
1	2	3	4	5

16-Est-ce que votre localité est lotie ?

Oui	Non

Si non, pourquoi ?

Zone marécageuse	Lenteur administrative	Conflit domanial

17-Continuez-vous à exploiter le sable marin pour vos constructions ?

Oui	Non

Si oui, où le prélevez-vous ?

Si non, quel sable utilisez-vous maintenant ?

18-Enregistrez-vous des dommages de biens au cours des phénomènes climatiques?

Oui	Non

Si oui, lesquels ?

Maison	Champ	Voies	Autres (à préciser)

--	--	--	--

Objectif 3 : Caractériser le niveau d'avancée de la mer et de l'érosion de la côte : secteur Grand-Popo Ouidah

19-Selon vous quelle est la tendance des mouvements marins (avancée et érosion) ?

Avancée	Recul	Stabilité	Ne sait pas
1	2	3	4

20-Si avancée depuis quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

21-Quelles sont les causes selon vous ?

Colères des dieux	Prélèvement du sable marin	Réchauffement climatique	Cycle naturel des courants marins	Autres à préciser
1	2	3	4	5

22-Pouvez-vous estimer le niveau d'avancement par an ?

Moins de 2 m	2 à 10 m	10 à 20 m	20 à 30 m	Plus de 30 m
1	2	3	4	5

23-Quelle est votre perception sur le niveau d'avancée de la mer, de la crue et de l'érosion de la côte?

24-Comment se manifestent-ils ? Et quand ?

25-Quelles sont les mesures que vous prenez pour lutter contre ces trois phénomènes?

Identification

Nom et prénoms	
Ethnie	
Sexe	
Age	
Arrondissement	
Village	
Profession	
Niveau d'instruction	

Date de l'enquête : / / 14

Questionnaire N°3 adressé à l'attention des personnels de : eaux et forêts, CARDER, ONG qui s'intéressent aux questions environnementales.

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre de l'étude sur « les aspects biophysiques de la vulnérabilité de la zone côtière béninoise face aux changements climatiques : Secteur Grand-Popo Ouidah ». Il vise à une meilleure connaissance de la vulnérabilité des aspects biophysiques de la zone côtière face aux variabilités climatiques. Il se veut par ailleurs de cartographier les risques d'inondation et corollaires dans les communes de Ouidah et de Grand-Popo.

Objectif 1 : Etudier les mutations climatiques (pluie, température, vent) dans le secteur Grand-Popo Ouidah.

1-Depuis combien d'années travaillez-vous dans ce milieu ?

Moins de 02 ans	02 à 04 ans	04 à 06 ans	06 à 08 ans	08 à 10 ans	10 ans et plus

2-Si oui quelles en sont les manifestations ?

Manifestations perçus	
Pluies insuffisantes	a
Pluies tardives	b
Arrêts précoces des pluies	c
Pluies abondantes (inondations)	d
Pluies irrégulières	e
Températures plus élevées	f
Températures plus basses	g
Vents violents	h
Harmattan plus intense	i
Harmattan moins intense	j

3-Parmi les phénomènes pré cités lesquels sont les plus fréquents dans votre localité?

a	b	c	D	e	f	g	h	i	j

4-Selon vous, ces changements remontent à quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

5-Quelles sont leurs périodicités ?

a- Chaque saison	b- chaque année	c- chaque décennie	d- tous les 30 ans

6-Quelles sont les causes de ces changements selon vous ?

Colères des dieux	Déforestation	Emission des gaz dans l'atmosphère	Cycle naturel du climat	Autres à préciser
1	2	3	4	5

7-Quels sont les impacts des changements climatiques que vous connaissez sur les activités du milieu ?

Objectif 2 : Cartographier les risques d'inondation et corollaires dans le secteur d'étude

8-Connaissez-vous des inondations dans cette localité ?

Oui	Non
1	2

9-Si oui depuis quand ?

10 dernières années	20 dernières années	30 dernières années	40 dernières années	50 ans et plus
1	2	3	4	5

10-Quels sont les biens affectés ?

Habitations	Champs	Récoltes	Autres à préciser
1	2	3	4

11- A quoi sont dues ces inondations ?

Pluies abondantes	Débordement inhabituel du cours / plan d'eau	Occupation des zones inondables	Aménagements humains	Autres à préciser
1	2	3	4	5

12-Etes-vous informés de l'imminence des inondations dans votre localité ?

Jamais	Quelques fois	Souvent	Toujours
1	2	3	4

13-En cas de sinistre, quelles sont les formes de secours ?

Aucun	Parents et amis	Autorités publiques (Mairie, Etat central)	ONGs (nationales ou internationales)	Autres à préciser
1	2	3	4	5

14- Est-ce que la localité est lotie ?

Oui	Non
1	2

Si non, pourquoi ?

Zone marécageuse	Lenteur administrative	Conflit domanial

15-Enregistrez-vous des dommages de biens au cours des phénomènes climatiques?

Oui	Non

16-Si oui, lesquels ?

Maison	Champ	Voies	Autres (à préciser)

11-Quelles sont les mesures à prendre face à cette vulnérabilité de la zone ?

Identification

<i>Nom et prénoms</i>	
<i>Ethnie</i>	
<i>Sexe</i>	
<i>Age</i>	
<i>Arrondissement</i>	
<i>Village</i>	
<i>Profession</i>	
<i>Niveau d'instruction</i>	

**GRILLE D'OBSERVATION DU NIVEAU D'AVANCEE DE LA MER ET DE
L'EROSION DE LA COTE : SECTEUR GRAND-POPO OUIDAH**

	OBSERVATION	OUI	NON
INNOUDATION	Rien		
	Elévation du niveau d'eau tout au tour des habitations		
	Niveau d'avancement de la mer par rapport aux habitations		
	Déplacement des populations		
	Autres		
EROSION COTIERE	Présence des végétaux		
	Etat dévasté des végétaux		
	Présence des habitats ou d'infrastructures		
	Etat dégradé des habitations		
	Autres (précisez)		
DIVERSITE BIOLOGIQUE	Présence de cocotiers ou autres végétaux		
	Présence des espèces animales et halieutiques		
	Envahissement des cours d'eau par des jacinthes d'eau		
	Dépeuplement des plans d'eau		
	Autres (précisez)		
AUTRES (à préciser)			

Table des matières

DEDICACES	3
REMERCIEMENTS	4
SIGLES ET ACRONYMES	5
RESUME.....	6
SUMMARY	6
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I : ETAT DES CONNAISSANCES, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	9
1.1..... Etat des connaissances	9
1.2..... Problématique	11
1.2.1. Justification du sujet	11
1.2.2. Hypothèses et objectifs de recherche	15
1.3..... Clarification de quelques concepts	16
1.4. Démarche méthodologique	18
1.4.1. Données collectées	18
1.4.2. Méthodes de collecte des données et informations recueillies	18
1.4.3. Méthode de traitement des données et analyse des résultats	21
CHAPITRE II : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DES COMMUNES DE GRAND-POPO ET DE OUIDAH.....	28
2.1. Situation géographique et organisation administrative	28
2.2. Composantes biophysiques	29
2.2.1. Contexte géomorphologique	29
2.2.2. Unités pédologiques du secteur d'étude	29
2.2.3. Conditions climatiques	30
2.2.4. Ressources hydrologiques	30
2.2.5. Couverture végétale	31
2.3. Facteurs humains.....	32
2.3.1. Evolution démographique et composante socio culturelle	32
2.3.2. Principales activités économiques	34
CHAPITRE III : INDICATEURS DES MUTATIONS CLIMATIQUES ET PERCEPTIONS POPULAIRES.....	35
3.1. Indicateurs des mutations climatiques.....	35
3.1.1. Instabilité pluviométrique	35
3.1.2. Evolution thermométrique sur la période 1954-2013	38

3.1.3. Evolution de la vitesse du vent dans les communes de Grand-Popo et Ouidah	41
3.2. Perceptions populaires des mutations climatiques	42
3.2.1. Perceptions des populations sur l'instabilité pluviométrique	43
3.2.2. Perceptions des populations sur la tendance thermique	44
3.2.3. Perceptions des populations sur les vitesses du vent	44
3.3- Causes des mutations climatiques selon la population	45
CHAPITRE IV : QUELQUES CATASTROPHES NATURELLES	47
4.1. Inondations et ses corollaires dans les communes de grand-Popo et Ouidah	47
4.1.1. Rappel sur les déterminants naturels et humains des inondations	47
4.1.2. Risques du milieu aux inondations	53
4.1.3. Vulnérabilité du milieu à l'inondation	54
4.1.4. Perceptions populaires sur l'inondation	55
4.1.5. Conséquences de l'inondation et les secours accordés à la population lors des catastrophes.	56
4.2. Caractérisation du niveau d'avancement de la mer et de l'érosion de la côte dans le secteur Grand-Popo Ouidah.....	59
4.2.1. Tendance des mouvements marins	59
4.3. Mesures de gestion	67
4.4. Les mesures d'adaptation face aux facteurs biophysiques vulnérables aux changements climatiques	67
4.5. Discussion et limites méthodologiques de la recherche.....	68
CONCLUSION	74
BIBLIOGRAPHIE	75
Liste des illustrations.....	85
Liste des figures	85
Liste des tableaux	86
Liste des planches et photos	86