

CARTOGRAPHIE DES RISQUES HYDROCLIMATIQUES DANS LA BASSE VALLÉE DE L'OUÉMÉ AU BENIN (AFRIQUE DE L'OUEST)

Sèlomé H. AIMADE

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

aimadehilare@gmail.com / exlaure@gmail.com

&

Sophie SEIDOU

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Cintia AHOUANDOGO

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Amaleck J. DOHAMI

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Emile ATIYE

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Gervais ATCHADE

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Olivier KOUDAMILORO

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Luc DOUGNON

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Marc SOHOUNON

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Sidonie HEDIBLE

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Expédit. W VISSIN

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Christophe HOUSSOU

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

&

Hervé KOUMASSI

Institut de Géographie de l'Aménagement de territoire et de l'Environnement

Résumé : La basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun est confrontée ces dernières décennies aux aléas hydro-climatiques qui affectent le cadre physique et la population. Ce travail a pour objectif de cartographier les risques hydro-climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun.

Pour d'atteindre cet objectif, les Données cartographiques (carte géomorphologique, pédologique, géologique, topographique, d'occupation du sol) et des risques naturels, des aléas hydro-climatiques sur les populations ont été utilisées. Ces données ont été traitées par plusieurs méthodes statistiques avec les logiciels Microsoft word, chronostat, marp info, arc wien et les résultats ont été analysés.

Les résultats montrent que cette variabilité augmente les aléas d'inondation, mais aussi dans une moindre mesure les sécheresses. En dehors de la variabilité hydro-pluviométrique, d'autres facteurs aussi bien physiques qu'anthropiques amplifient ces aléas. Ces derniers engendrent d'importants dommages (sur l'environnement et le système socio-économique) auxquels des stratégies d'adaptation jugées insuffisantes sont développées.

Mots clés : *Basse vallée de l'Ouémé, variabilité hydro-pluviométrique, inondation, Sécheresse*

Summary : The lower valley of the Ouémé in Adjohoun has been faced in recent decades with hydro-climatic hazards that affect the physical environment and the population. This work aims to map hydro-climatic risks in the lower Ouémé valley in Adjohoun.

To achieve this objective, cartographic data (geomorphological, pedological, geological, topographic, land use map) and natural hazards, hydro-climatic hazards on populations were used. These data were processed by several statistical methods with Microsoft word, chronostat, marp info, arc wien software and the results were analyzed.

The results show that this variability increases the hazards of flooding, but also to a lesser extent droughts. Apart from hydro-pluviometric variability, other factors, both physical and anthropogenic, amplify these hazards. The latter cause significant damage (to the environment and the socio-economic system) to which adaptation strategies deemed insufficient are developed.

Keywords: Lower Ouémé valley, hydro-pluviometric variability, flooding, Drought

Introduction

Le Bénin à l'instar des pays de la sous-région ouest-africaine connaît ces inondations et autres catastrophes naturelles le plus souvent dans sa partie méridionale notamment dans la basse vallée de l'Ouémé sources de nombreux dégâts au plan socio-économique et environnemental (J. Kodja, 2013, p.108; B. Donou, 2007, p.104; Dohami, 2013, p.13). L'ensemble des dommages occasionnés par les inondations sur l'économie béninoise s'élève à près de 78,3 milliards de FCFA (près de 160 millions USD). Ils concernent les destructions totales ou partielles de biens y compris les bâtiments et ce qu'ils contiennent, les infrastructures

etc et ces dommages s'élèvent quant à elles à environ 48,8 milliards FCFA (environ 100 millions USD).

Par ailleurs, la basse vallée de l'Ouémé est en proie à une forte variabilité de son régime pluviométrique. Cette variabilité marquée par une succession d'années déficitaires et excédentaires influence le régime hydrologique et entraîne l'apparition des événements hydrologiques (les crues) qui pèsent sur les activités socio-économiques (B. Donou et M. Boko, 2007, p.104). En effet ces crues ou gonflements hydrologiques qui s'amorcent entre mai et juillet puis atteignent leur niveau maximal en septembre, causent de nombreux dégâts sur leur passage. Au nombre de ces dégâts figurent la destruction des cultures, des voies de communication, des ponts, des habitations, le développement des pathologies hydriques, l'inflation des produits alimentaires, l'insécurité alimentaire etc. (E. Vissin, 2011, p.174; B. Donou, 2007, p.100). Aussi, les mutations environnementales subies par la région du fait de la variabilité climatique augmentent la vulnérabilité du milieu naturel et humain en cas d'inondation. L'objectif de la présente recherche est d'analyser l'incidence des risques hydro-climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé.

La basse vallée de l'Ouémé est située entre 6°24'13'' et 6°52'56'' de latitude nord et entre 2°24'06'' et 2°38'54'' de longitude est (figure 1).

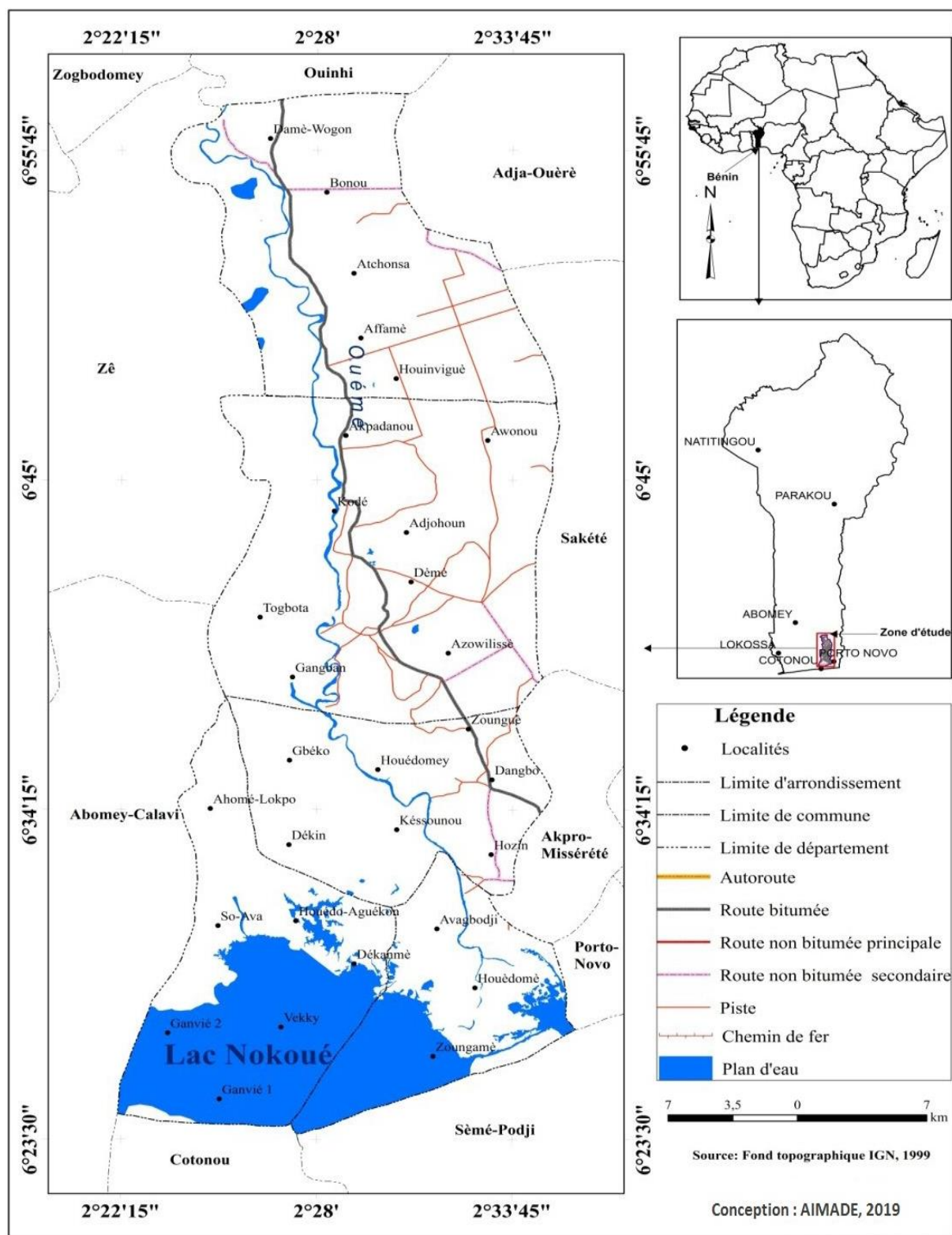


Figure 1 : Situation de la vallée de l'Ouémé

La basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun qui dans le cadre de cette recherche représente le secteur d'étude couvre quant à elle une superficie totale d'environ 308 km². La commune ciblée est celle d'Adjohoun limitée au Sud par la Commune de Dangbo, au Nord par celle de Bonou,

à l'Est par la Commune de Sakété et à l'Ouest par les Communes d'Abomey-Calavi et de Zè. Sa population est d'environ 75 323 habitants selon le RGPH₄ (INSAE, 2013, p.16).

1. Données et méthodes

1.1. Données exploitées

Plusieurs types de données ont été utilisés dans le cadre de cette recherche. Il s'agit des données cartographiques de cartes thématiques (géomorphologique, pédologique, géologique, topographique, d'occupation du sol) et des risques naturels de la basse vallée de l'Ouémé, des données démographiques sont constituées des effectifs de la population. Ces données sont celles du RGPH₄ de 2013, collectées à l'INSAE.

1.2. Méthodes de traitement des données et d'analyse des résultats

Plusieurs outils ont servi à collecter les données. Il s'agit de : le GPS (Global Positionning System) qui a permis la localisation des zone à risque et la réalisation des cartes et la carte topographique qui ont permis de faire les investigations de terrain.

➤ Méthode de détermination de la vulnérabilité à l'inondation

Pour ce faire les variables définies sont les suivantes : la densité de drainage, la lithologie, le domaine structural, la pente, le type d'occupation du sol, et l'intensité pluviométrique. Le traitement des différentes variables a permis de dresser des cartes thématiques. La première des cartes est celle des pentes, réalisée sur la base du MNT ASTER V2, la carte géologique, la carte de densité de drainage et celle des aires d'influences des principaux cours d'eau. La combinaison de ces différentes cartes en utilisant l'outil Raster calculator sous Arc-Gis a permis l'élaboration de la carte de vulnérabilité du bassin versant à l'inondation.

➤ Méthode de détermination des zones à risque d'inondation

Pour obtenir la carte du risque d'inondations, la combinaison par codification des cartes de vulnérabilité et de l'aléa a été faite. Le risque d'inondation est défini comme le croisement de l'aléa préalablement défini et à la vulnérabilité. Un aléa d'inondation fort dans une zone faiblement vulnérable est fortement risqué. Les principales étapes de d'analyse de la vulnérabilité à l'inondation et du risque d'inondation par résumées.

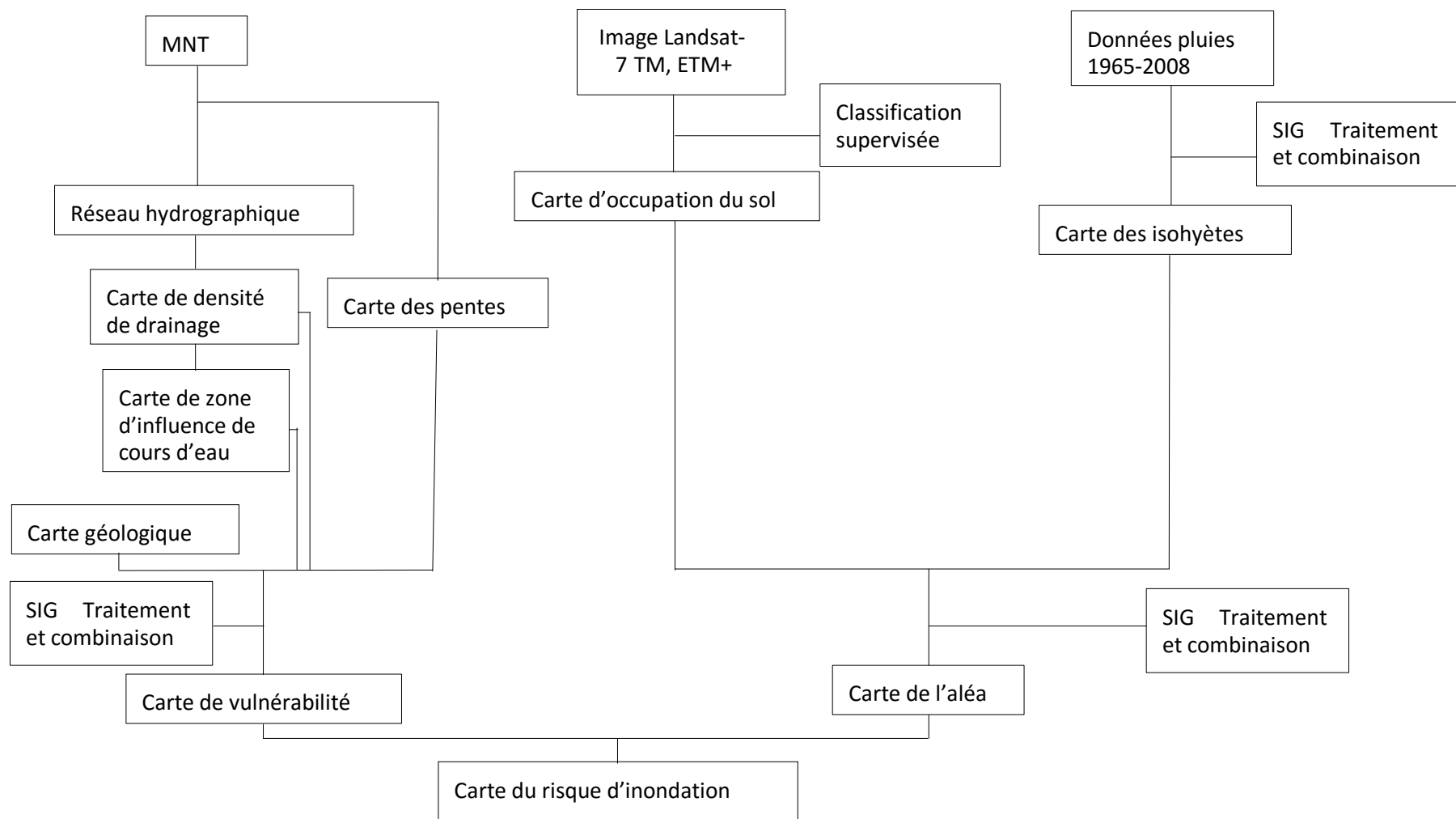


Figure 2: Organigramme des étapes de cartographie du risque d'inondation

2. Résultats

2.1. Cartographie des secteurs vulnérables aux aléas hydro-pluviométriques dans la basse vallée de l'Ouémé

- *Analyse pédologique de la basse vallée de l'Ouémé*

La figure ci-dessous représente les aspects pédologiques de la basse vallée de l'Ouémé, révèle différents types de sols à dominance argileux ou argilo-sableux et hydromorphes.

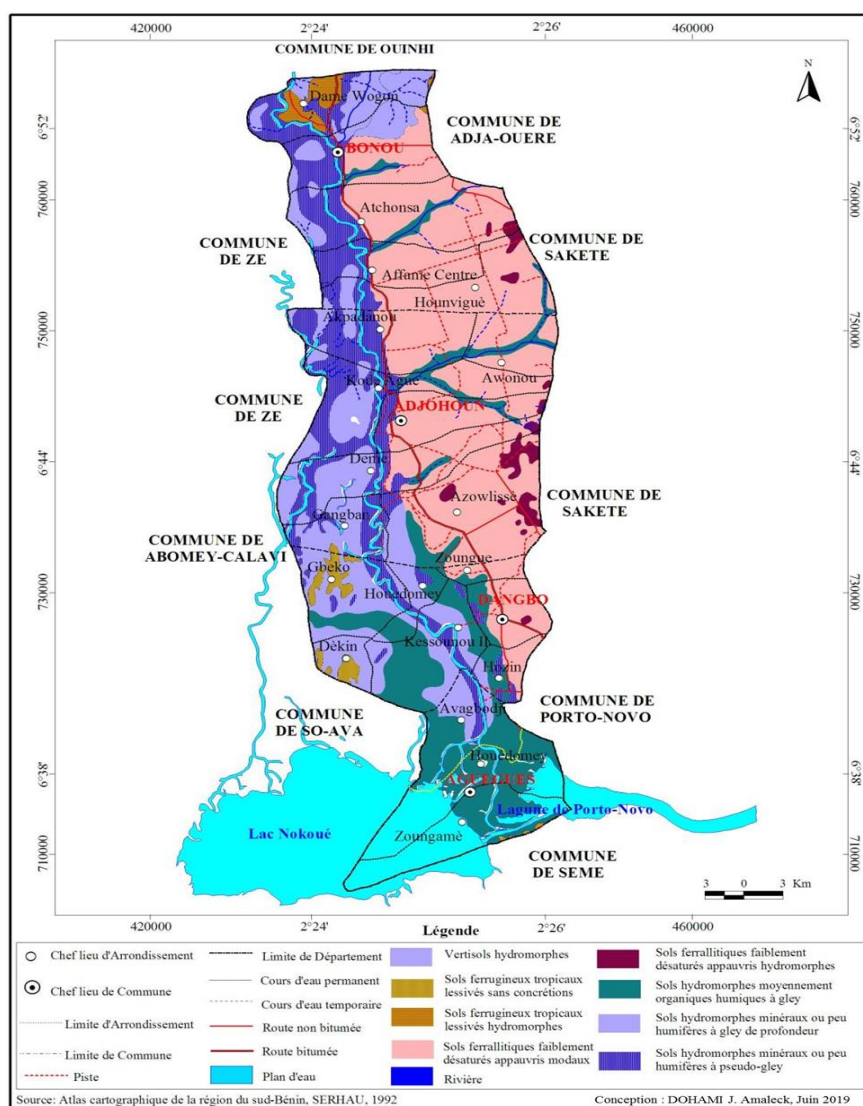


Figure 3 : Différents types de sols de la basse vallée de l'Ouémé

L'analyse de cette figure montre que les couches argileuses imbibées d'eau sont imperméables : elles font obstacle à l'infiltration de l'eau et favorisent la crue des cours d'eaux. Ainsi, dans la plaine d'inondation considérée comme plus vulnérable aux inondations, la faible infiltration des eaux liées à la qualité du sol imperméable et à faible capacité d'infiltration favorisent

l'inondation des eaux provenant du nord du bassin versant de l'Ouémé du fait de l'inclinaison vers le Sud du bassin.

- *Analyse morphologique de la basse vallée de l'Ouémé*

La figure suivante représente les aspects morphologiques de la basse vallée de l'Ouémé,

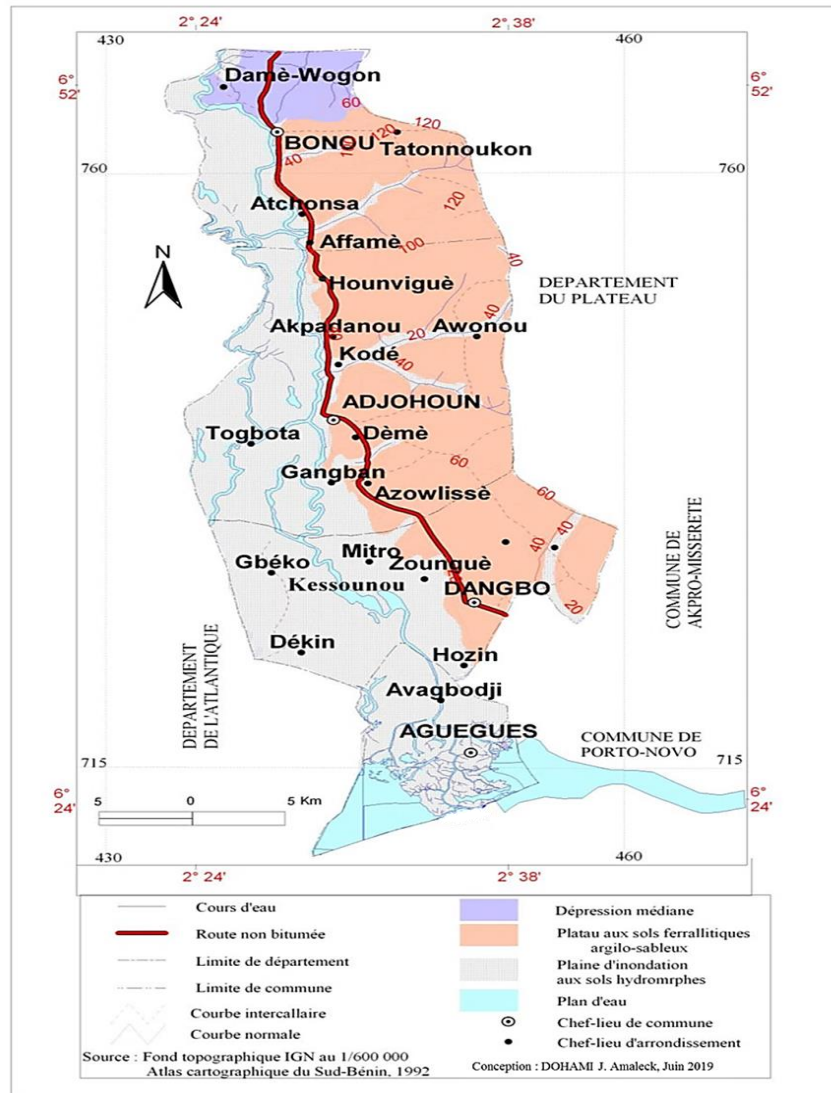


Figure 4 : Morphologie de la basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun

L'analyse de cette figure révèle que le relief de la basse vallée de l'Ouémé est constitué de deux unités géomorphologiques :

- un plateau de faible altitude dont le modèle présente des ondulations moyennes fortes et une plaine d'inondation d'axe Nord- Sud qui, dans la topo- séquence est- ouest, jouxte le plateau et s'étend de part et d'autre du fleuve Ouémé qui l'inonde annuellement entre les mois de juillet et novembre.

- unités géomorphologiques amplifient la vulnérabilité des communes aux risques hydro-

climatiques du fait de l'encaissement de l'eau par endroit et de son débordement ailleurs.

D'autre part, selon les enquêtes de terrain, la partie Ouest étant caractérisée par de plaine inondable généralement de faible altitude (des points cotés variant entre 5 et 8 mètres) et caractérisée par de plaine d'inondation, la basse vallée est marquée par la présence de marécage, preuve de la stagnation en permanence d'eau. Par ailleurs cette partie connaît une forte installation des agglomérations de part et d'autre du fleuve Ouémé et dans ces marécages. En effet, cette partie territoire dispose d'un réseau hydrographique très dense dont le plus important cours d'eau est le fleuve Ouémé auquel viennent s'ajouter le confluent Sô, les rivières *Tovè*, *Sissè*, les lacs *Hlan*, *Hounhoun* propices à l'exploitation halieutique parce qu'ils regorgent d'une diversité de ressources halieutiques. Ainsi, lors des crues, il se produit des phénomènes inondations qui fragilisent ces populations. Quant à la partie Est, caractérisée de plateaux, elle connaît rarement de submersion et abrite peu d'agglomération d'après les enquêtes de terrain.

- *Analyse des systèmes de pente de la basse vallée de l'Ouémé*

Cette figure 4 révèle à l'échelle de la basse vallée de l'Ouémé, trois systèmes de pente à savoir : les fortes pentes, les pentes moyennes et les faibles pentes. Les systèmes à forte pente sont localisés plus au Nord à Bonou, tandis qu'à Adjohoun, qui constitue le cadre d'étude, l'analyse laisse entrevoir deux catégories de systèmes notamment les faibles pentes situées à l'Ouest dans la plaine d'inondation et les fortes pentes sur le plateau à l'Est et autour des différents affluents.

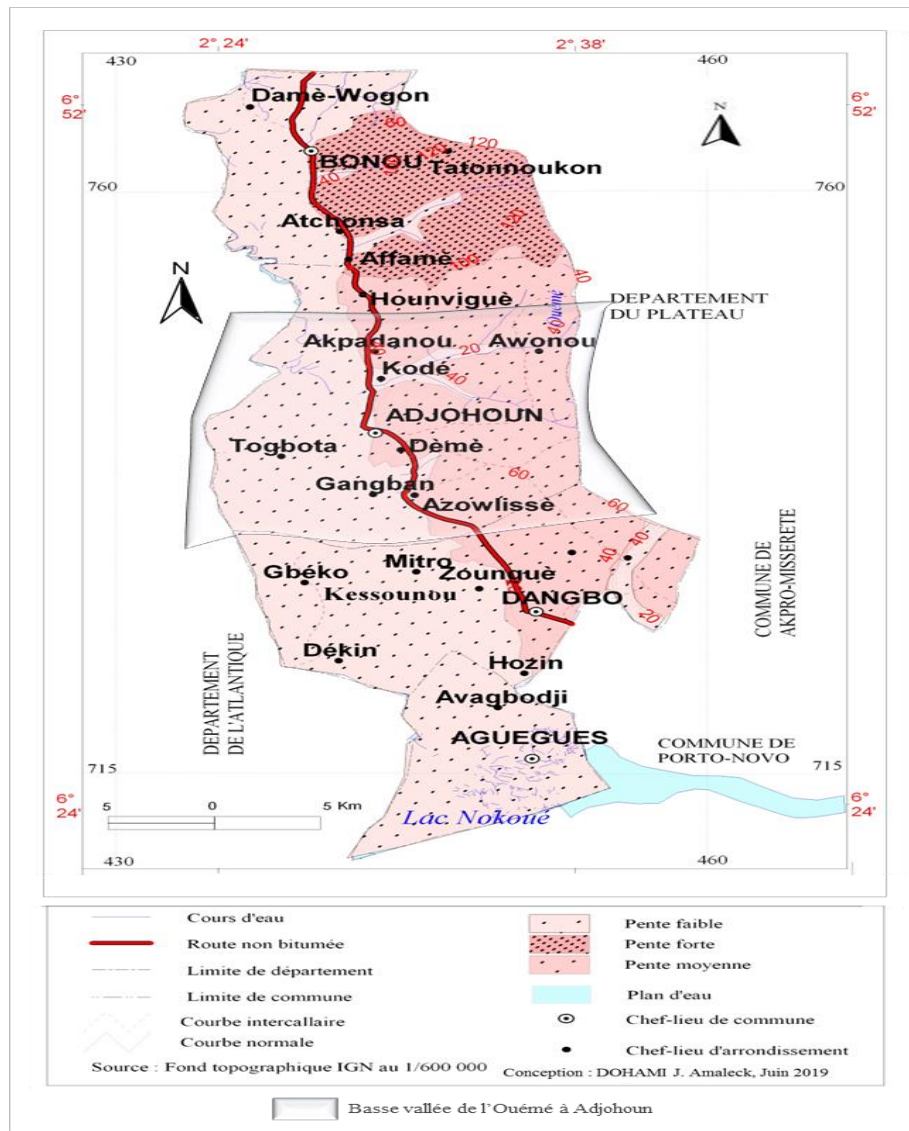
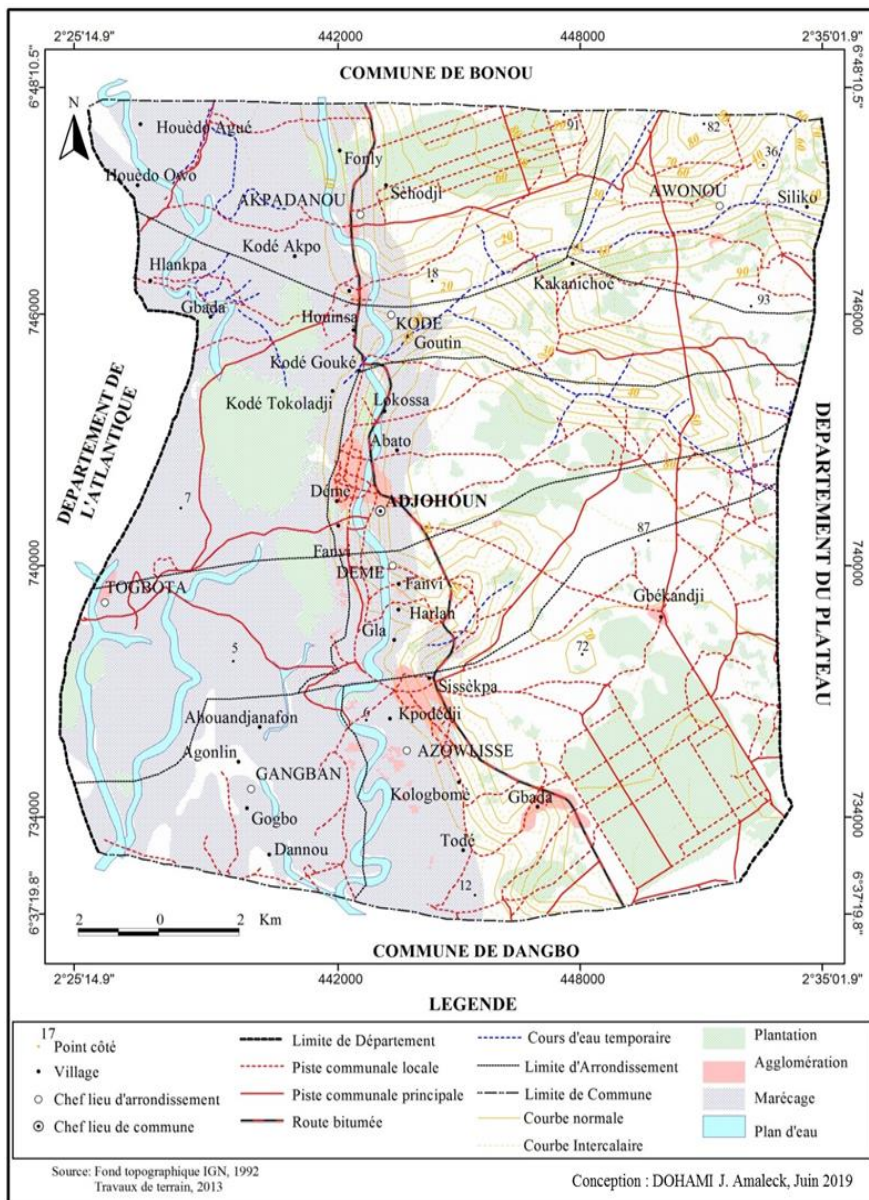


Figure 5 : Systèmes de pente dans la basse vallée de l'Ouémé

D'une manière générale la basse vallée de l'Ouémé présente différents systèmes de pente orientée vers le sud. Par ailleurs, l'inclinaison nord-sud du relief et la faible infiltration en amont du bassin à cause de l'imperméabilité de la pénélaine granito gneissique font que l'écoulement est toujours de nord vers le sud. C'est cette situation qui fait que les crues du fleuve sont beaucoup plus importantes dans sa partie méridionale. La descente des eaux pluviales du nord du bassin vers le sud sont à l'origine des crues dans la basse vallée de l'Ouémé qui impactent les populations installées dans la plaine d'inondation aux plans socioéconomiques et environnementaux. Cependant la topographie de la basse vallée contribue également aux inondations.

• Analyse topographique de la basse vallée de l'Ouémé

La figure 5 met en exergue la structure topographique de la basse vallée de l'Ouémé.



L'analyse de la figure 6 révèle d'une part que la partie Ouest ayant une faible altitude (des points cotés variant entre 6 et 7 mètres) et caractérisée de plaine d'inondation est marquée par la présence de surface évaporantes, preuve de la stagnation en permanence d'eau. Par ailleurs cette partie connaît une forte installation des agglomérations de part et d'autre du fleuve Ouémé et dans ces marécages. Quant à la partie Est, caractérisée de plateaux, elle cumule à 93 mètres et connaît rarement de submersion et abrite peu d'agglomération d'après les enquêtes de terrain.

En dehors de la topographie, une analyse des isohyètes explique l'exposition aux risques hydro-climatiques notamment les inondations.

- *Analyse des isohyètes de la basse vallée de l'Ouémé*

La figure 6 présente la *carte des isohyètes* de la basse vallée de l'Ouémé .

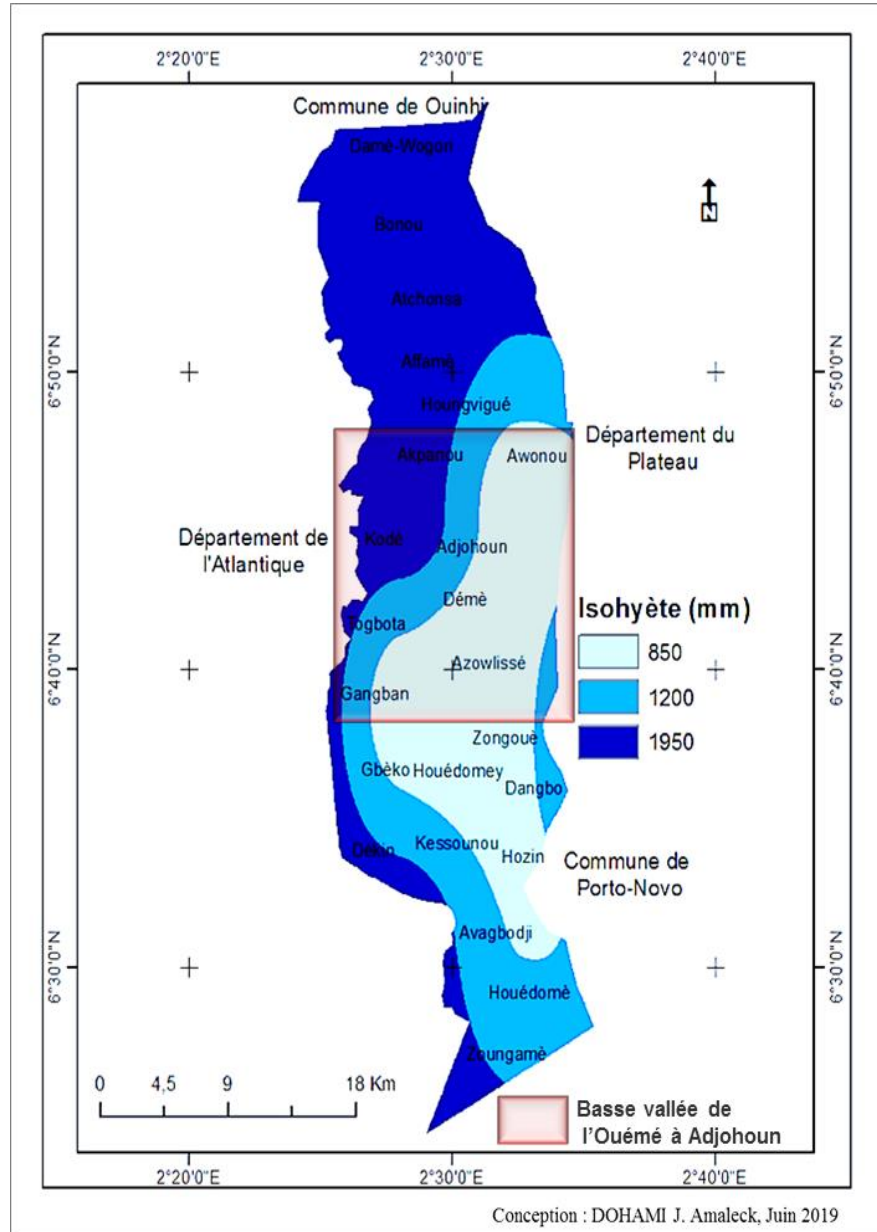


Figure 7 : Carte des isohyètes de la basse vallée de l'Ouémé

L'analyse de la figure 7, vient confirmer la corrélation entre les paramètres du bilan hydrologique et l'incidence et la dépendance des crues et inondations des eaux pluviales. Elle distingue ainsi trois classes de pluviosité de différentes amplitudes : faible, culminant à 850 mm ; forte culminant à 1 200 mm ; très forte avec comme maxima 1950 mm. C'est la pluviosité qui déclenche les inondations.

- *Analyse des niveaux d'aléa hydro-climatique et de vulnérabilité de la basse vallée de l'Ouémé*

Les figures 8 et 9 présentent les des niveaux d'aléa hydro-climatiques et de vulnérabilité de la basse vallée de l'Ouémé.

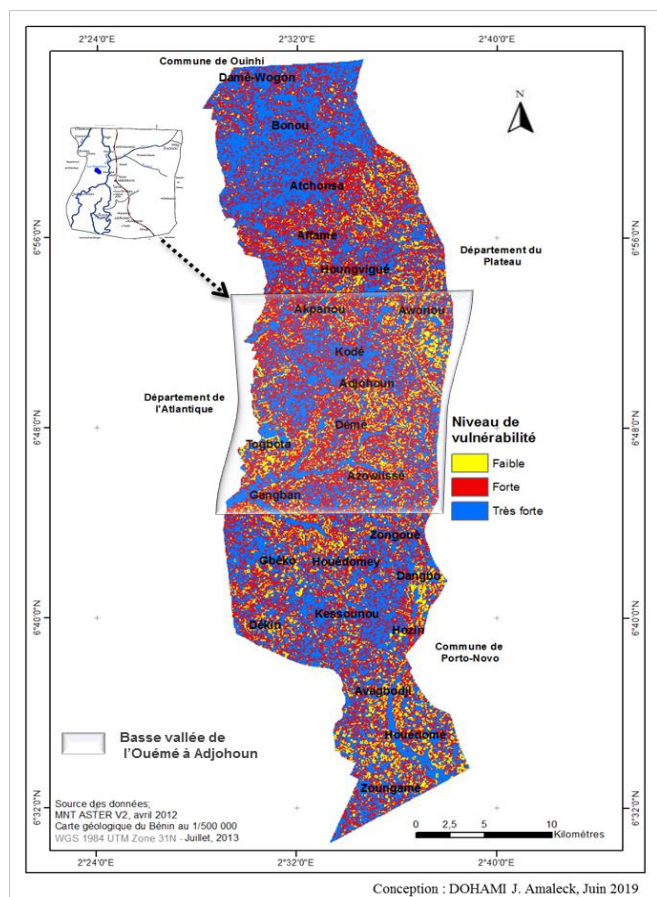


Figure 8 : Niveau de vulnérabilité aux inondations dans la vallée de l'Ouémé

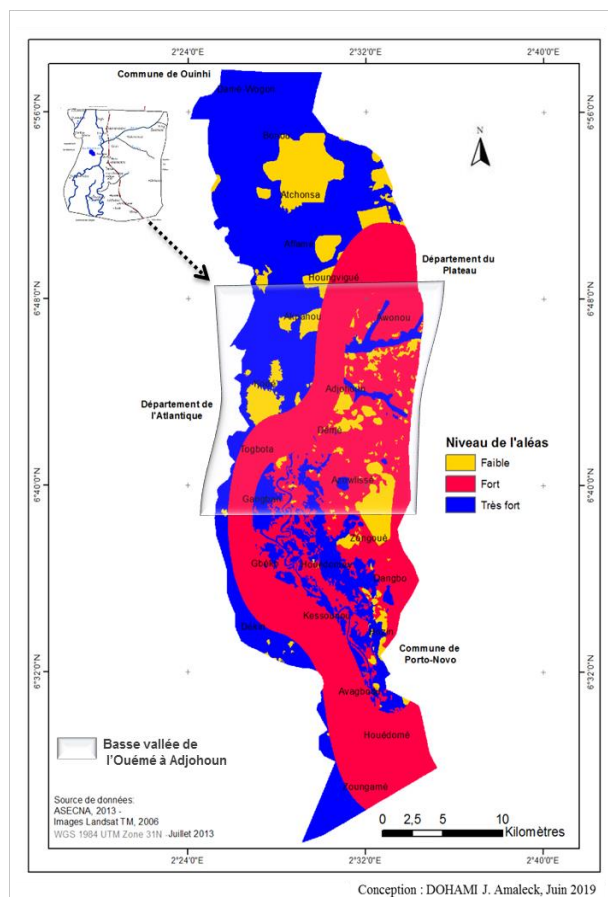


Figure 9 : Niveau des aléas aux inondations dans la vallée de l'Ouémé

De l'analyse de la figure 8, il ressort que 47,55 % soit une superficie de 4279 m² sont faiblement vulnérables à l'inondation contrairement aux zones à forte et très forte vulnérabilité qui occupe respectivement une superficie de 3600 m² soit 39,99 % et 1121 m² soit 12,46 % de la vallée de l'Ouémé en général et à Adjohoun en particulier. Par ailleurs, la cartes des vulnérabilités est la résultante d'une part, de la carte de densité de drainage de l'eau et la carte des types de pente, et d'autre part la carte géologique et la carte hydrographique.

Quant à la figure 9, il révèle que 11,38 % soit 1024 m² représentent les secteurs exposés aux aléas climatiques faibles tandis que 47,45 % soit 4270 m² sont exposés aux aléas forts et 41,17 % soit 3706 m² aux aléas très forts. Il faut donc retenir que c'est le croisement ou la superposition de ces deux facteurs que sont la pluviosité et le couvert végétal combinant ainsi

l'occupation du sol et le niveau de précipitation (isohyètes) qui a permis de cartographier l'étendue spatiale pouvant engendrer des inondations dans la vallée de l'Ouémé.

2. Secteurs à risques hydro-climatiques dans la vallée de l'Ouémé

A l'instar de l'étude réalisée par Kodja (2013), la superposition de la carte des aléas et celle de la vulnérabilité a permis de cartographier la carte des zones potentiellement à risque d'inondation dans la vallée de l'Ouémé en général et à Adjohoun en, particulier. La figure 10 présente les secteurs à risque hydro-climatiques dont l'inondation dans la vallée de l'Ouémé

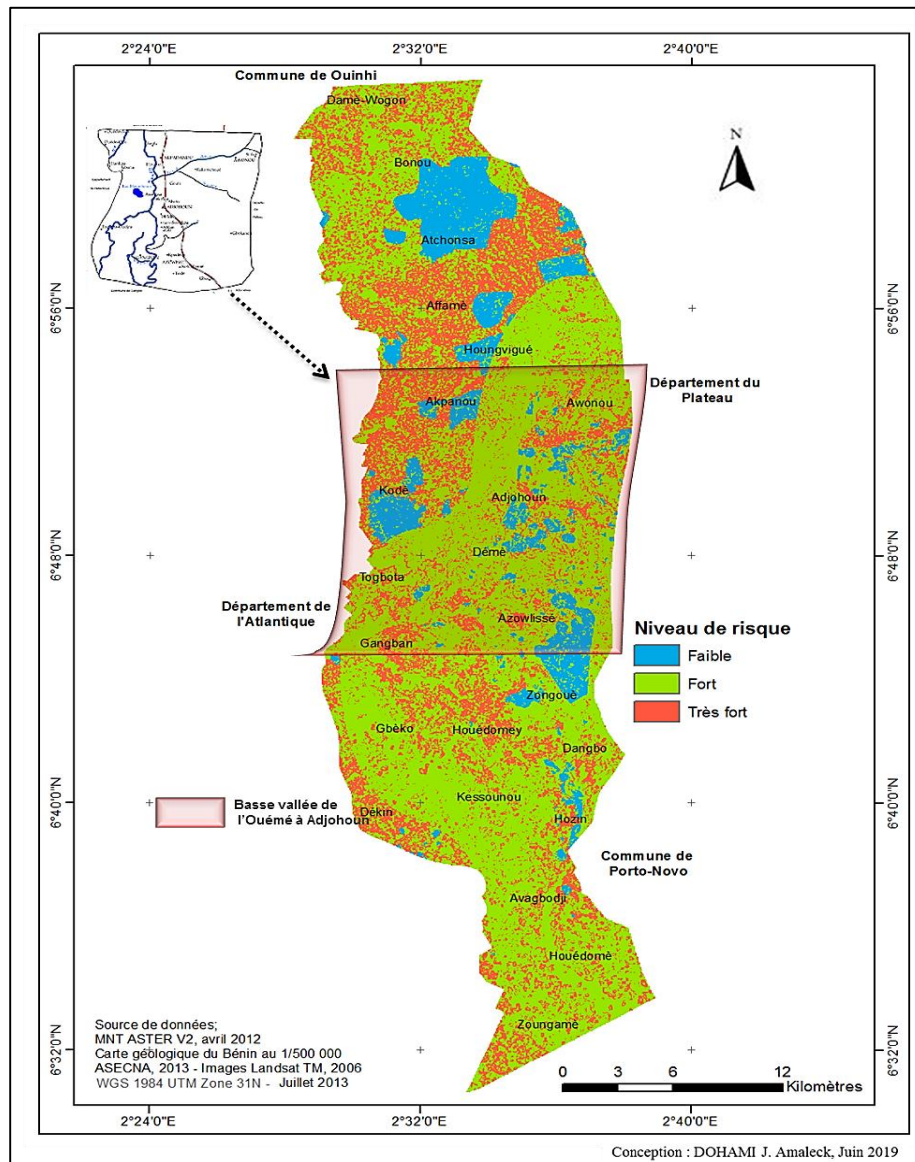


Figure 10 : Secteurs à risque d'inondation dans la vallée de l'Ouémé

L'analyse de la figure 8 révèle trois catégories des zones à risque (faible, fort et très fort) aux inondations dans la vallée de l'Ouémé. Les zones à faible risque couvrent 10,38 % soit 934 m², les zones à risque fort occupent 62,37 % soit une superficie de 5614 m² contrairement aux secteurs à risque très fort qui constituent les 27,25 % et qui s'étendent sur une superficie de 2152 m². Du point de vue global, les aléas d'inondation constituent la menace majeure dans la basse vallée de l'Ouémé dans les secteurs à forts niveaux de vulnérabilité et d'aléa en particulier dans les plaines inondables à faibles perméabilité et pente en contrebas des reliefs, où le réseau de drainage est dense (infiltration faible, concentration rapide des eaux).

Conclusion

La basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun connaît une variabilité hydro-pluviométrique se traduisant par des aléas hydro-climatiques que sont les d'inondations et les sécheresses dans une faible mesure. En effet, l'analyse hydro-pluviométrique révèle une variabilité hydro-pluviométrique marquée par une tendance à la hausse avec une récession pluviométrique. Ainsi l'analyse de l'écoulement sur la même période révèle une même tendance que celle de la pluie avec un fort coefficient de corrélation. Il a été noté en conséquence une dizaine d'années présentant des séquences pluviométriques très humides correspondant aux années de fortes crues. L'analyse de l'évolution des débits maximaux instantanés annuels a permis d'identifier des débits de crue dont la valeur seuil est de 673,43 m³/s. La concordance entre les années de pluies extrêmes et celles des crues permet d'affirmer que les précipitations ont un impact direct sur les écoulements et débits de crue qui entraînent l'inondation des espaces riverains des cours d'eau et situés dans la plaine d'inondation. L'analyse de l'écoulement inter mensuel a permis d'identifier des mois sont les mois de crue enregistrant des débits et écoulement élevés avec le mois de septembre comme mois de plus fort débit et écoulement.

Références bibliographiques

- Donou Blaise, Boko Michel, 2007, Impacts de la variabilité pluviométrique sur les événements hydrologiques extrêmes : cas des crues du fleuve Ouémé dans son bassin à Bonou, 10p.
- Donou Blaise, 2007, Dynamique pluvio-hydrologique et manifestation des crues dans le bassin du fleuve Ouémé à Bonou. Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT, 108p.
- Donou Blaise, 2007, Dynamique pluvio-hydrologique et manifestation des crues dans le bassin du fleuve Ouémé à Bonou. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH. 104p.

- INSAE, 2013, Cahier des villages et quartiers de ville du département de l'Ouémé, pp 16-18.
- Kodja Japhet, 2011, Prévision des crues dans le bassin versant du Zou à Atchirigbé avec le modèle GR2M. Mémoire de maîtrise. DGAT/FLASH/UAC, 104p.
- Kodja Japhet, 2013 : Etudes des risques hydro-climatiques dans la vallée de l'Ouémé à Bonou. Mémoire de DEA, DGAT/FLASH/UAC, 108p.
- Le Lay M, 2006 : Modélisation hydrologique dans un contexte de variabilité hydro-climatique.
- Vissin W. Expédit, 2007 : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon, 311p.
- Vissin W. Expédit, 2011 : Stratégies endogènes d'adaptation aux risques hydro-climatiques dans le bassin du Zou. Campus 2ie Ouagadougou, 4 p.

Sites internet consultés

- <http://www.allafrica.com>, 2019
- <http://www.memoireonline.com>, 2019
- <http://www.preventica.com>, 2019