République du Bénin
UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

Revue semestrielle de Géographie du Bénin
ISSN 1840-5800

N°10 Décembre 2011

SOMMAIRE

DJOI L.S. Emmanuel : V*ariabilité pluviométrique et production céréalière dans les départements de l'Ouémé-Plateau(Bénin)*	*3*
VISSIN Wilfrid Expédit: *Variabilité hydropluviométrique dans la basse vallée du Mono*	*17*
BOKO S. Yacin Wilfrid, AMOUSSOU Ernest, VISSIN Expédit, HOUSSOU S. Christophe : *Qualité de l'eau à usage domestique dans la vallée de l'Ouémé : cas de la ville de Porto-Novo*	*35*
HOUNDAGBA Cossi Jean, BOKONON-GANTA B. Eustache, DJAOUGA Mama, AWINDE Maurice : *Cartographie des risques naturels du département du Zou*	*49*
PLAGBETO A. Hermann et OREKAN O.A. Vincent: *Analyse spatiale au moyen du SIG des atouts et contraintes au développement local de la Commune de Bonou*	*71*
GAOU D. Oscar, N'BESSA Bénoît, EDORH Patrick: *Importance du sol dans la vulnérabilité à la pollution selon la méthode DRASTIC : application à l'aquifère superficiel au sud-ouest du bassin sédimentaire côtier du Bénin*	*92*
LOUGBEGNON O. Toussaint, GBENOU Vidjannagni Victorin, DOSSOU M. Etienne, GBAGUIDI Y. Sévérin : *Analyse de la situation socioéconomique des acteurs des groupements villageois dans la Commune de Savalou*	*104*
HOUINSOU T. Auguste : *Praticabilité des rues dans l'Arrondissement de Lokossa (Bénin): Problèmes et propositions d'aménagement*	*121*
AMOUZOUVI Hippolyte : *Les référents religieux de la douleur chez les parturientes à Cotonou : éléments pour une sociologie de l'accouchement*	*135*
d'OLIVERA Bonaventure, AFFO Fabien et OREKAN O.A. Vincent : *Les acteurs du coton dans la construction de "l'Etat local" dans les Communes du Nord-Bénin : Cas de la Commune de Banikoara*	*150*

Directeur de publication
Odile DOSSOU-GUEDEGBE**,**
Chef du Département de Géographie et Aménagement du Territoire

Rédacteur en Chef
Eustache B. BOKONON-GANTA
Rédacteur-Adjoint
Vincent OREKAN

Comité de Rédaction :
Drs Brice Tenté, Joseph Akpaki, Ibouraima Yabi, Moussa Gibigaye, Eric Tchibozo, José Gnélé, Expédit Vissin, Omer Thomas, Thiéry Azonhê, Paulin Dossou, Henri Totin, Cyr Gervais Eténé
M. Norbert Agoïnon, M. Auguste Houinsou, Mama Djaouga, Abdoulaye Djafarou

Comité Scientifique
Prs Michel Boko, Élisabeth Dorier-Apprill, Tiou Tchamié, Tanga-Pierre Zoungrana, Robert Ziavoula, Benoît N'Bessa, Henri K. Motcho, Etienne Domingo, Christophe Houssou, Constant Houndénou, Noukpo Agossou, Fulgence Afouda
Drs Jean Cossi Houndagba, Christophe Okou, Francois–José Quenum, Léon Okioh.

Correspondance
Comité de Rédaction de la Revue de Géographie BenGéO
Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
01 BP 526 COTONOU (République du Bénin)
Tél. : 00 229 21042909 GSM : 00 229 96 159897 // 95142480
E-mail **: dgatflash.uac@gmail.com**

Toute reproduction, même partielle de cette revue est rigoureusement interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi 84-003 du 15 mars 1984 relative à la protection du droit d'auteur en République du Bénin.

Revue de Géographie du Bénin
Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
N°10, décembre 2011, pp. 49-70

CARTOGRAPHIE DES RISQUES NATURELS DU DEPARTEMENT DU ZOU

HOUNDAGBA Cossi Jean, BOKONON-GANTA B. Eustache, DJAOUGA Mama, AWINDE Maurice
Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale
Département de Géographie et Aménagement du Territoire
Université d'Abomey-Calavi
BP: 677 Abomey-Calavi Rep. Bénin

Résumé

La connaissance des risques inhérents aux conditions naturelles est nécessaire pour asseoir et consolider les bases d'un développement durable. La spatialisation de certains de ces risques au niveau du département du Zou fait l'objet du présent article. A cette fin, il a fallu d'abord compiler et analyser les données biophysiques existantes, identifier ensuite les entités physiographiques majeures du département, déterminer les caractéristiques essentielles de ces entités et leur influence sur l'occurrence des risques. Les résultats de cet exercice sont ensuite spatialisés au moyen d'un système d'information géographique. Ils portent sur l'érosion et la sédimentation, la sécheresse pédoclimatique, l'inondation et l'engorgement, la dégradation du couvert végétal. L'exercice pourrait être affiné à l'échelle des terroirs villageois en tenant compte de la structuration des entités morpho-pédologiques où les actions de prévention et/ou de correction peuvent se révéler très pertinentes.

Mots-clés : Risque, cartes, contraintes biophysiques, planification, Zou.

Abstract

Knowing the risks inherent in natural conditions is necessary to establish and consolidate the foundations for sustainable development. Spatialization of some of these risks at the Zou is the subject of this article. To this end, we had to first compile and analyze existing biophysical data, then identify the major physiographic units of the department, determine the essential features of these entities and their influence on the occurrence of risks. The results of this exercise are then spatialized using a geographic information system. They focus on

erosion and sedimentation, soil and climate drought, flooding and waterlogging, degradation of vegetation cover. The exercise could be refined at the level of village land, taking into account the structuring of entities morphopedological where preventive actions and / or correction may be very relevant.

Keywords: Risk, Evaluation, forced biophysics, planning, Zou, Benin

Introduction

L'environnement, selon George (1984), se définit comme « l'ensemble des éléments naturels ou artificiels qui conditionnent la vie de l'homme. Il est constitué d'écosystèmes émergés ou aquatiques qui présentent un caractère d'homogénéité du point de vue topographique, microclimatique, botanique, zoologique, hydrologique et géochimique ». Il lui est reconnu des fonctions de production, de régulation/protection, voire de signification (au plan culturel) (Kessler, 1997). Au regard de ses potentialités et contraintes, les sociétés humaines le manipulent de différentes manières pour pourvoir à leurs besoins matériels et culturels. Il possède une capacité de reconstitution (résilience) après perturbation, mais sa flexibilité est limitée. Ne pas tenir compte de ses limites peut exposer à des désagréments ou entraîner sa dégradation.

Les organes de presse relaient presque tous les jours les catastrophes et crises humanitaires liées soit aux phénomènes naturels, aux activités anthropiques ou à leur combinaison plus ou moins complexes. La déclaration de la décennie 1990 à 1999 par les Nations Unies comme la décennie des risques et catastrophes, est le témoignage de la prise de conscience grandissante qu'une bonne gestion de l'environnement, impliquant son aptitude durable à fournir des biens et services, constitue une condition indispensable du développement durable. Dans ce sillage, Barnier (1992), indique que pour maîtriser les risques majeurs, il faut d'abord en prendre la mesure, les identifier, les localiser, en restituer la vraie dimension et faire face à la réalité, aussi sinistre soit-elle.

Par rapport aux sociétés humaines et à leurs activités, certains composants des écosystèmes ou leur modification peuvent être

source d'opportunité ou de menace. Le concept de risque, c'est-à-dire, *la possibilité de survenance d'un événement susceptible de porter atteinte à l'équilibre naturel* (CILF, 1992), est lié aux caractères intrinsèques des composantes du milieu, auxquels s'ajoute ensuite l'action de facteurs favorisant la manifestation du risque. Le risque peut donc être à l'état latent en l'absence de cette action, ou avéré sous l'effet de celle-ci. Les facteurs favorisants peuvent être d'ordre naturel ou humain, et il convient de bien les appréhender dans la perspective d'une utilisation optimale et durable des écosystèmes.

De ce point de vue, l'étude et la cartographie de l'environnement prennent toute leur importance d'autant qu'elles permettent de saisir et de jauger des phénomènes de corrélation et de potentialité, sans occulter l'évolution des composantes du milieu (Journaux, 1979). Laouina (1979) est du même avis lorsqu'il considère que la cartographie de l'environnement s'impose comme un moyen de sauvegarde des potentialités dans une perspective d'aménagement équilibré et de développement économique et social.

Au Bénin, depuis les publications de certains auteurs comme Mondjanagni (1979) et Adam (1981), les structures spécialisées de l'Etat ont réalisé d'intéressants travaux cartographiques de référence dans différents secteurs d'activités : topographie, sols, mines et géologie, climat, couvert végétal et autres. La plupart sont cependant des cartes de reconnaissance réalisées à petites ou moyennes échelles. La dynamique du couvert végétal ou de l'occupation du sol et son impact écologique et socioéconomique ont fait l'objet d'une attention appréciable et à des échelles plus grandes de la part des laboratoires de l'université et des projets d'aménagement forestier, (Roufaï, 1996 ; Gnélé, 1999 ; Worou 2006) mais les espaces concernés par ces études sont le plus souvent localisés. Les questions relatives au changement climatique, à la sécurité alimentaire, aux maladies, sont autant de sujets traitant de risques, mais leur étude conduit rarement à une spatialisation fondée sur les corrélations avec les conditions écologiques. Il en est ainsi également de la plupart des risques et catastrophes naturelles récurrentes auxquels sont confrontés de temps à autre l'Etat et

les populations locales. Le rapport d'étude sur les zones sensibles, LABEE (2003) donne des exemples de tels risques : érosion côtière, inondation, etc. L'échelle de cette étude est toutefois trop petite pour la planification et l'action.

Les matériaux pouvant servir à la cartographie des contraintes et risques écologiques ne manquent pas ; ils existent dans nombre d'études sectorielles, mais encore faudrait-il pouvoir les identifier et en tirer les éléments utiles pour l'exercice. La réalisation de la monographie du département du Zou (centre-sud du Bénin) par le PADECOM en 2002 aux fins de l'élaboration des plans de développement communal, nous a donné l'occasion d'aborder le sujet à une échelle moyenne. En effet la complexité du cadre géographique dudit département est source de particularités écologiques auxquelles sont associés des risques variés, et dont la gestion incombe à la fois aux élus locaux et au pouvoir central.

Le présent article, rend compte de cette expérience avec des améliorations au plan méthodologique. A travers les exemples traités, il a été question d'identifier les facteurs responsables des contraintes biophysiques, d'apprécier et de cartographier l'ampleur des risques qui en découlent.

1– Milieu d'étude, matériel et méthode

1.1- Traits généraux du département du Zou

Situé entre 1° 30'et 2°40' longitude est d'une part et 6°50' et 7°35' latitude nord d'autre part, le département du Zou correspond à la partie nord du Bénin méridional. Il est subdivisé en neuf Communes (fig. 1). Il fait frontière avec le Togo au NE et a pour chef-lieu la ville historique d'Abomey.
C'est une région de contact entre le bassin sédimentaire côtier constitué de terrains perméables (grès, sables, argiles) au sud et le socle cristallin constitué de terrains imperméables (granites, migmatites, gneiss et quartzites) au nord. Le relief est dans l'ensemble peu accidenté. Au sud dominent des plateaux tabulaires ou plans convexes et des plaines alluviales. Le nord est caractérisé par une pénéplaine faite de croupes sub-aplanies

surmontées çà et là de reliefs résiduels sous forme de collines ou de chicots rocheux. Cette configuration du relief de la pénéplaine résulte d'une dissection plus prononcée du réseau hydrographique. Enfin, dans la zone de contact, le bassin sédimentaire surplombe le socle par des escarpements taillés dans les plateaux gréseux aux rebords cuirassés.

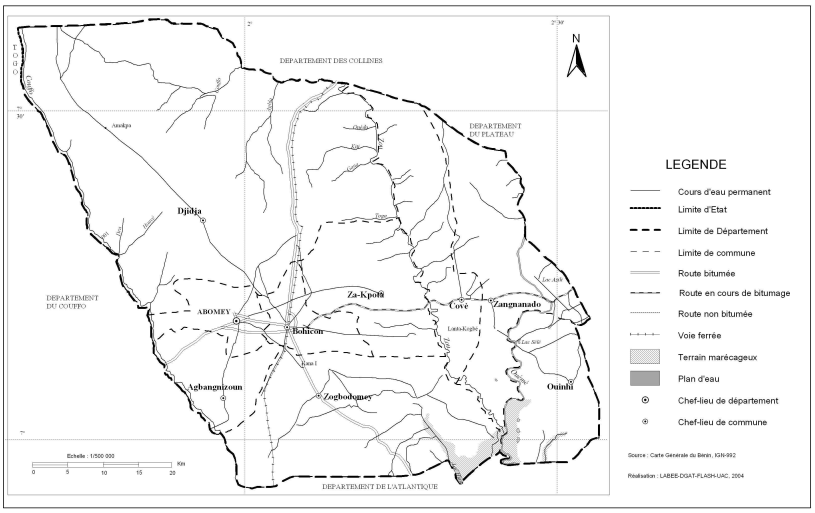

Figure 1 : Situation du secteur d'étude

Le réseau hydrographique (fig.1) comprend le cours supérieur du Couffo, le cours moyen de l'Ouémé qui reçoit le Zou comme affluent. Le bassin de ce dernier occupe plus de la moitié de la superficie du département auquel il confère son nom. Dans la vallée de l'Ouémé apparaissent de petits lacs comme le lac Sélé dans la Commune de Ouinhi et le lac Azili dans la commune de Zagnanado. Les cours d'eau du département s'écoulent vers le sud et ont un régime tropical avec une seule crue allant d'août à octobre (Le Barbé *et al, 1993*).

Le département jouit d'un climat de transition entre le climat subéquatorial de la côte et le climat tropical humide de type soudanien du Nord-Bénin. Il se caractérise schématiquement par quatre saisons réparties comme suit :

- une grande saison des pluies de mi-mars à la fin juillet ;
- une petite saison sèche en août ;

- une petite saison des pluies de septembre à mi-novembre ;
- une grande saison sèche de mi-novembre à mi-mars.

S'il est vrai que ce régime climatique à quatre saisons semble être celui du climat subéquatorial, le caractère de transition du climat du Zou se justifie par le rapprochement des pics pluviométriques (juin et octobre) au cours de l'année. La pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1200 mm.

Les sols peuvent être regroupés ne trois grandes classes : les sols ferrugineux, les sols ferralitiques, les sols hydromorphes. Ils portent des formations végétales variées : forêts claires et savanes boisées, galeries forestières, savanes arborées et arbustives, mosaïques de champs et jachères dans lesquelles subsistent des îlots de forêts sacrées. Les forêts sacrées sont souvent de type dense humide semi-décidu. Les formations forestières sont aujourd'hui exposées à une dégradation très poussée du fait de la pression anthropique.

Le doublet urbain Abomey Bohicon constitue le grand pôle de concentration humaine de la région avec une densité de 552 hab./km^2 à Abomey et 814 hab./km^2 à Bohicon (INSAE, 2002).

Avec une densité de 106 hab./km^2 en 2002, la population est en majorité rurale. La densité varie de 39 hab./km^2 à Djidja à 225 hab./km^2 à Agbangnizoun. Elle pratique l'agriculture itinérante sur brûlis avec des outils rudimentaires. La production agricole concerne surtout les cultures vivrières telles que la patate douce, le manioc, les légumes, le maïs et les cultures de rente comme l'arachide, le coton et le palmier à huile. Dans le sud, l'important parc d'arboriculture de palmier et de néré, fruit d'un héritage séculaire, s'est considérablement transformé par coupes ou enrichissements en d'autres essences, notamment les agrumes, le manguier, l'anacardier, le teck. D'autres activités comme l'artisanat, l'extraction et la distillation du vin de palme, la vente du bois de feu et du charbon de bois complètent les revenus des paysans.

1.2 – Matériel et méthode

L'exploitation des documents planimétriques au moyen des techniques du système d'information géographique a été

privilégiée en raison l'orientation de l'étude et de la nature des travaux à exécuter.

2.1 - Matériel

Les principaux documents planimétriques utilisés sont les suivants :

- la carte topographique, feuille Abomey au 1/200 000 (IGN, 1987) pour son canevas géodésique,
- la carte pédologique, feuille Abomey au 1/200 000 (ORSTOM, 1978) et sa notice explicative donnant de précieuses informations sur les matériaux constitutifs des sols tout comme les travaux de Igué (2000) et Weller (2002);
- la carte géomorphologique, feuille sud au 1/600 000 (SERHAU, 1985) qui présente les grands ensembles morphostructuraux,
- la carte géologique feuille Abomey au 1/200 000 (OBEMINES, 1989) et sa notice explicative donnant de précieuses informations sur les roches et l'histoire géologique de la région ;
- la carte des paysages d'Abomey-Zagnanado au 1/200 000 (Houndagba, 2004), qui indique l'organisation des paysages morphopédologiques ;
- les cartes d'occupation du sol et du couvert végétal au 1/600 000 (FAO, 1978) et au 1/100 000 (CENATEL, 1995), ainsi que certaines de nos cartes diachroniques inédites réalisées à partir des photos aériennes (des années 1950 et 1980) et images satellitales LANDSAT ETM PLUS (2003).

Le logiciel ArcView est l'outil de SIG utilisé pour la réalisation des travaux cartographiques.

2.2 – Méthodologie

2.2.1- Approche générale

La démarche méthodologique adoptée se fonde sur l'analyse et l'interprétation des caractères intrinsèques des entités physiographiques et de leurs composants par rapport aux risques considérés. Les investigations se situent ainsi à deux niveaux : les entités spatiales et les composantes du milieu, c'est-à-dire le

contenu des premières. Une unité de relief comme le plateau d'Abomey est une entité topographique qui se définit d'une part par son dénivelé, d'autre part, par la forme et l'inclinaison de son sommet et de ses versants, correspondant à des facettes topographiques. Cette unité de relief et ses sous-unités représentent des entités spatiales intéressantes. Leur contenu morpho-pédologique (sols et formations superficielles), en fonction des vicissitudes bioclimatiques et des interventions humaines, peut évoluer dans un sens comme dans l'autre, et affecter, le cas échéant, la stabilité du milieu.

Les entités physiographiques prises en considération dans le présent article sont celles de la carte des paysages établie sur une base morpho-pédologique. La configuration de la topographie y occupe une place de choix d'autant que la pente topographique détermine les mouvements d'eau et de particules pouvant affecter le milieu.

Au niveau hiérarchique inférieur, la nature et les caractères propres des matériaux constitutifs des entités spatiales peuvent accroître ou neutraliser l'influence des données topographiques. Ainsi un terrain sableux, en favorisant l'infiltration, retarde le ruissellement ou la stagnation de l'eau par rapport à un terrain argileux ou rocheux. La présence d'une dalle rocheuse ou d'un horizon gravillonnaire dans le sol, peut au contraire interrompre l'infiltration et favoriser la formation d'une nappe perchée, facteur d'engorgement et d'hydromorphie des sols.

Au total, il a fallu opérer au cas par cas, étape par étape, pour rechercher les facteurs de risque, leur complémentarité ou leur opposition. Si déjà à la première étape, celle des données topographiques, le phénomène ne peut se produire pour une entité spatiale donnée, il n'est plus nécessaire de descendre au niveau de ses composantes du milieu. L'exercice se poursuit dans le cas contraire pour déterminer le niveau de risque sur la base de l'influence probable des composantes du milieu et des facteurs exogènes : une conjonction de facteurs favorisants accroît alors le niveau de risque.

Les réponses des différentes entités spatiales sont traduites ensuite sous forme de cartes au moyen du logiciel de SIG. Une légende propre à chaque thème est élaborée pour en faciliter la lecture et l'exploitation. Cette opération est d'autant plus aisée que la carte des paysages a été préalablement numérisée pour servir comme fond de carte.

2.2.2- Applications

- **Cartographie des risques d'érosion et de sédimentation**

L'érosion, selon George *(op. cit.)*, c'est l'ensemble des phénomènes extérieurs à l'écorce terrestre (ou phénomènes exogènes) qui contribuent à modifier les formes créées par les phénomènes endogènes (tectonique et volcanisme). Cette modification se fait par enlèvement de matières (sols et roches) : c'est l'érosion proprement dite, mais aussi par accumulation, conduisant à la sédimentation. En général, l'érosion se manifeste sur les reliefs élevés à forte pente, et la sédimentation dans les zones basses.
Pour la réalisation de la carte des risques d'érosion et de sédimentation, il a été question d'évaluer l'érosivité ou sensibilité des entités spatiales au phénomène. Les données de quatre paramètres ont été exploitées à cet effet: la pente des formes de terrain, la nature des roches, l'épaisseur des sols et les formes d'utilisation des sols. C'est la combinaison de tous ces paramètres qui détermine les mouvements potentiels des particules sur le terrain: érosion, transport et sédimentation.

- **Cartographie des risques de sécheresse pédoclimatique**

L'assèchement du sol est en rapport étroit avec deux paramètres : la capacité de rétention en eau du sol et la durée des séquences pluviométriques sèches (Brand, 1995). Le premier dépend des caractères physiques du sol (texture, structure, profondeur) et le second, de la répartition des précipitations dans le temps.

La carte des risques de sécheresse pédoclimatique est réalisée à partir des données des cartes pédologique, topographique et géologique. Le phénomène est favorisé par les terrains imperméables, les pentes fortes, un taux élevé d'éléments grossiers ou d'argile dans le sol. La position topographique du sol peut toutefois être bénéfique en raison des apports hydriques par écoulement hypodermique qui se produisent sur les versants. A ces facteurs s'ajoutent un faible taux de la couverture végétale et toute activité de nature à accroître le ruissellement, l'évaporation ou à réduire les apports hydriques.

- **Cartographie des risques d'inondation et d'engorgement**

Une inondation est un excès d'eau à la surface du sol, en des lieux où, ne constituant pas une réserve utile, sa présence n'est pas souhaitée par l'homme (Neuvy, 1991). Deux cas sont distincts : l'eau superficielle est stagnante ou courante. Dans le premier cas, elle est peu profonde et se localise dans des dépressions dépourvues de pente marquée, tels les marais. Dans le second cas, on est en présence de cours d'eau dont le débit, fortement amplifié pendant des durées généralement courtes, fait déborder l'eau hors des limites du lit mineur, par temps de crue. Les eaux de crue envahissent ainsi les plaines d'inondation où se déposent par décantation, des alluvions généralement fines.

La saturation du sol par l'eau se traduirait soit par l'existence de nappe, lorsque les caractéristiques texturales et structurales des horizons autorisent l'existence de macropores, soit par un engorgement lorsque le sol est dépourvu de pores grossiers, cas des structures massive avec des particules fines (Vizier, 1983). Cette saturation est responsable du phénomène d'hydromorphie, caractéristique des sols mal drainés et qui peut affecter tout ou partie du profil, de façon temporaire ou permanente.

La cartographie des risques d'inondation et d'engorgement prend appui sur les données topographiques et pédologiques. Les

zones dépressionnaires et les sols hydromorphes sont les plus sensibles à ces phénomènes.

- **Cartographie des risques de dégradation du couvert végétal**

Selon George *(op.cit.)*, la dégradation désigne la transformation subie par certains constituants du sol. C'est aussi la transformation d'un milieu (sol, végétation, biotope, écosystème).
Le risque de dégradation est en rapport avec la configuration du relief, le type de formation végétale et la pression anthropique. Les reliefs accidentés sont potentiellement plus exposés que les terrains plats. Il en est de même pour les formations savanicoles comparées aux formations forestières. A l'exception des plantations forestières, les activités anthropiques induisant déboisement ou incendie de végétation, accroissent les risques quel que soit le milieu considéré. La pression anthropique elle-même dépend de la densité de population, de l'ancienneté du peuplement et des activités exercées.

- **Réalisation d'une carte de synthèse des risques naturels**

La réalisation de cette carte s'est appuyée sur l'exploitation des cartes précédentes. Elle a consisté à extraire de ces dernières les valeurs les plus élevées des risques cartographiés pour constituer les unités de la carte de synthèse. Elle est d'autant plus aisée que nombre des contraintes s'excluent mutuellement dans l'espace : sécheresse pédoclimatique contre inondation, érosion contre sédimentation, etc. Les cas de chevauchement sont réglés dans la formulation de la légende.
Le traitement cartographique a permis d'obtenir les résultats exposés dans les lignes qui suivent, avec les commentaires et réflexions qu'ils suscitent.

3. - Résultats et discussions

3.1- Carte des risques d'érosion et de sédimentation

La figure 2 montre la carte des risques d'érosion et de sédimentation du Département du Zou.
Il ressort de l'analyse de cette carte que les aires soumises à une forte érosion avec des pertes de terres importantes sont limitées aux versants déboisés des plateaux et aux agglomérations humaines installées sur ces mêmes versants comme Covè, Zagnanado et Agbangnizoun.

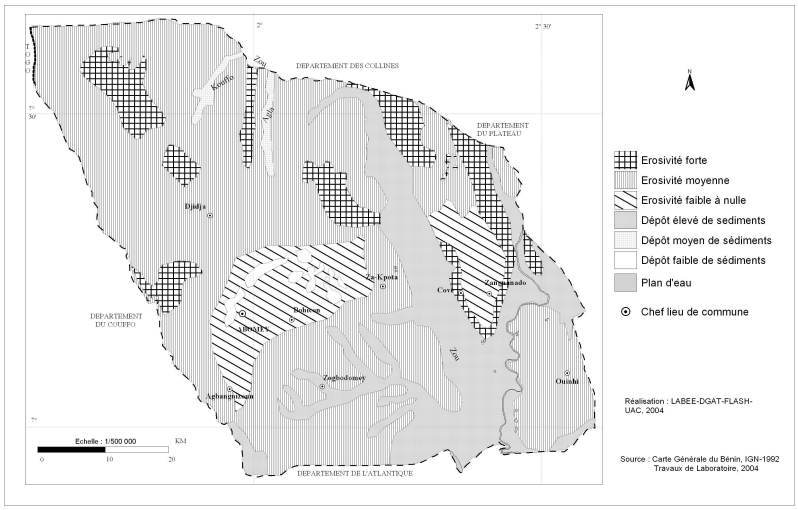

Figure 2 : **Risque d'érosion et de sédimentation**

Les aires de modelé de dissection du domaine cristallin et de la zone de contact entre le bassin sédimentaire et le socle cristallin représente une part considérable de cette unité qui couvre 37 % du département. En général les sols de sensibilité moyenne occupent 56 % du département. Ils représentent 88,35 % de la commune de Ouinhi et 87% de celle de Djidja.
La sédimentation a lieu dans les vallées des fleuves Ouémé, Zou et Couffo. Les apports sont d'origine à la fois locale (colluvions)

et lointaine (alluvions). Avec 47,91 % des terres couvertes de sédiments, la commune de Zogbodomey vient en tête. Elle est suivie des communes de Covê (27,38 %), de Zagnanado (25,83 %).

Les aires les plus stables sont les sommets plan ou plan convexe, mais qui enregistrent de plus en plus une forte concentration humaine.

Cette carte présente un intérêt agronomique : en effet les sols de versant perdent leur fertilité au profit des zones de dépôt de plus en plus sollicitées dans le cadre des aménagements des bas-fonds (Assigbè et Mama, 1993). Par ailleurs, une forte érosion affecte la stabilité des bâtiments et autres infrastructures communautaires, comme l'ont observé Eténé *et al* (2009).

3.2 Carte de risque de sécheresse pédoclimatique

La figure 3 montre la carte des risques de sécheresse pédoclimatique dans le département du Zou.

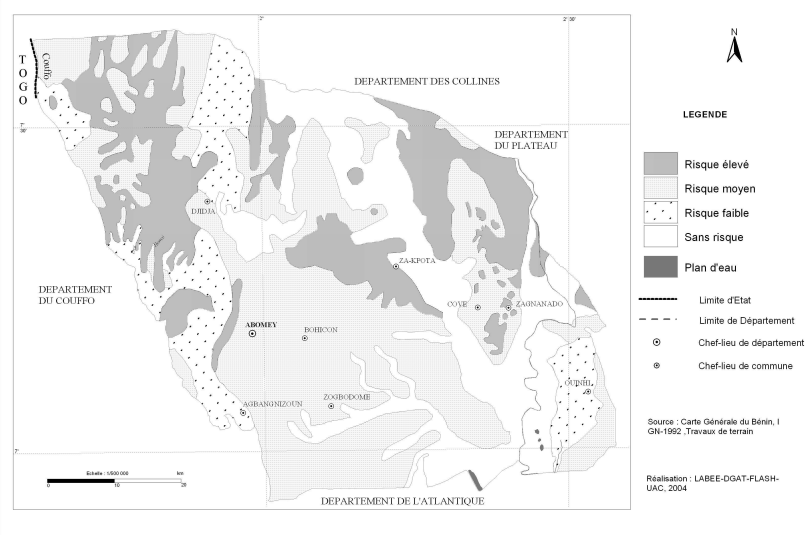

Figure 3: Risque de sécheresse pédoclimatique

En effet, le risque de sécheresse pédoclimatique dans le Zou est classé suivant trois ordres de grandeur : risque élevé, moyen et

faible. Le risque élevé signifie que le sol retient très peu d'eau. La faiblesse du risque témoigne la grande capacité de rétention en eau du sol sur une longue période. Le calcul des superficies des sols à risque à partir de la carte montre que les communes de Djidja et de Covè présentent les plus grandes proportions de terre à risque élevé (20 % environ). Les sols ayant une grande capacité de rétention (risque faible de sécheresse pédoclimatique) sont en grande proportion dans les communes d'Agbangnizoun, d'Abomey et de Ouinhi avec des pourcentages respectifs de 35,86 %, 30,81 % et 20,70 %

Au total, le département du Zou ne présente que 10,36 % de terres peu sensibles à la sécheresse. Il s'agit essentiellement des sols des vallées humides de l'Ouémé, du Zou, du Couffo et de certains de leurs affluents. Les sols à risque moyen se retrouvent sur les plateaux sédimentaires dans une proportion de 31,87 % sur l'ensemble du département. Ceux à risque élevé couvrent plus de la moitié (57, 27 %) du département. Ces résultats révèlent la sensibilité du département aux épisodes climatiques secs. La fréquence de ces épisodes est élevée au cours des dernières décennies (Le Borgne, 1990 ; Ogouwalé, 2009), ce qui affecte l'alimentation de la nappe phréatique. Eu égard à la faible densité des stations pluviométriques, il n'a pas été possible d'intégrer la répartition spatiale des précipitations dans la cartographie de ce risque. Toutefois, l'utilisation efficiente de ces résultats pourrait contribuer à mieux préciser les espaces à potentiel agricole stable ou instable.

3.3 Carte de risque d'inondation et d'engorgement

La figure 4 montre les risques d'inondation et d'engorgement dans le département du Zou.

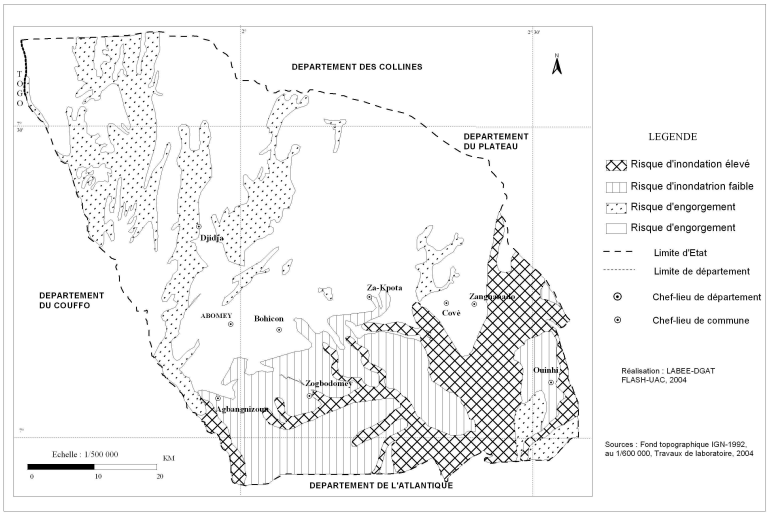

Figure 4 : Risque d'inondation et d'engorgement

Les vallées des principaux cours d'eau : Ouémé, Zou et Couffo sont le siège de fortes inondations. Celles-ci se produisent fréquemment dans leur cours aval, où ont été façonnées de vastes plaines alluviales dans le bassin sédimentaire. Les communes les plus touchées sont Ouinhi, Zagnanado et Zogbodomey. Le socle cristallin est surtout marqué par l'engorgement. Néanmoins certains chenaux encaissés des cours d'eau enregistrent des écoulements torrentiels en saison des pluies. De tels écoulements s'observent de plus en plus dans les agglomérations urbaines du fait de la concentration des infrastructures et du faible développement des réseaux de canalisation et d'évacuation des eaux pluviales (Eténé *et al*, 2009). Quant aux hautes terres du département, tels les sommets de plateaux et des croupes moyennes, le risques d'inondation est quasi nul, tant en raison des pentes que de la nature des sols le plus souvent bien drainés.

3.4 Carte de végétation

La figure 5 montre les grandes unités du couvert végétal du département du Zou.

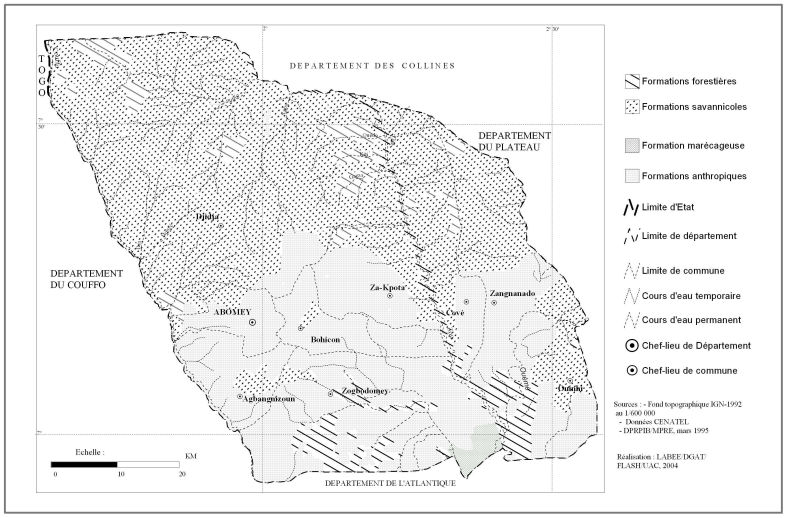

Figure 5 : Végétation du département du Zou

De l'examen de la figure 5 deux grands ensembles peuvent être distingués : les formations naturels (forêts et savanes) et les formations anthropiques (cultures, jachères, plantations). Les savanes sont de types variés en rapport avec les conditions édaphiques et de la pression humaine. L'observation révèle une opposition entre le nord, domaine des savanes et le sud domaine des cultures et plantations. Dans le détail, les savanes du nord sont marquées par une emprise agricole croissante. Dans le sud-est se signalent les forêts riveraines du Zou et de l'Ouémé. Le long de la plupart des cours d'eau de la région des savanes sont disséminées des forêts galeries.

L'observation montre également que tous les chefs lieux de commune, à l'exception de Djidja et de Ouinhi sont situés dans le domaine des cultures permanentes. Ce niveau d'anthropisation prononcé est le reflet de l'exploitation multiséculaire presque sans interruption de la région remontant à l'époque de la fin de la traite négrière.

Les conséquences de la dégradation du couvert végétal sur le sol et les mouvements de particules affectent la fertilité des sols, la stabilité des plans d'eau et nombre d'activités socio-

économiques comme l'ont souligné Houndagba *et al.* (2007) et Tchéoubi (2006).

3.5 Carte de synthèse des risques du département du Zou

La carte générale des risques biophysiques résume les principaux risques auxquels le département du Zou est exposé. Elle révèle qu'aucune portion du territoire n'est exempte de risque. La répartition des risques est fonction des conditions écologiques de base. En effet l'on observe une nette différence entre les deux grands ensembles physiographiques, à savoir le bassin sédimentaire au sud, et le socle cristallin au nord. Le premier se distingue par l'importance des aires affectées par l'inondation, la sédimentation et la dégradation du couvert végétal ; le second par celle de l'érosion et la sécheresse pédoclimatique.

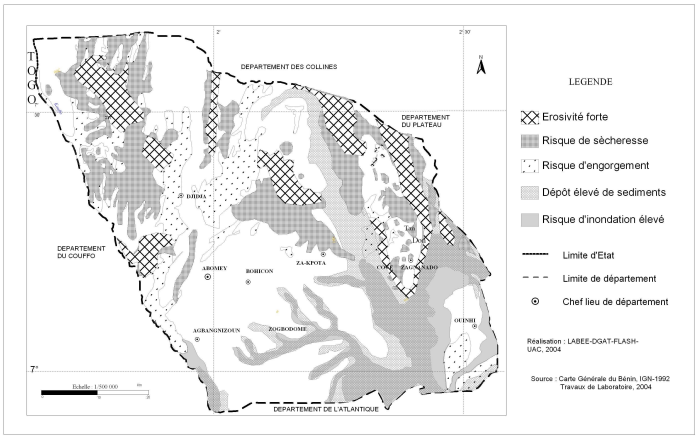

Figure 6 : Carte de synthèse des risques biophysiques

A côté de ces traits distinctifs apparaissent aussi de multiples petites plages qui achèvent le caractère émietté du département par rapport à la question des risques examinés. Cette hétérogénéité, en même temps qu'elle impose une diversité des mesures préventives, permet toutefois de minimiser, le cas échéant, l'ampleur des impacts dans la mesure où certaines

étendues susceptibles d'être affectées par les manifestations des catastrophes sont limitées et peuvent être facilement circonscrites.

Conclusion

Le département du Zou est exposé à une série de risques naturels dont la cartographie permet d'en appréhender les dimensions spatiales. Cette spatialisation a été rendue possible grâce à l'exploitation de la documentation existante et à l'interprétation des caractères intrinsèques des composantes des milieux naturels d'une part, et à la mise à contribution des techniques de système d'information géographique d'autre part. A côté de divers risques affectant des espaces réduits dudit département, les risques majeurs de portée régionale ainsi mis en évidence sont, par ordre décroissant, la dégradation du couvert végétal, la sécheresse pédoclimatique et l'inondation.

L'exercice pourra être affiné en évaluant, sur la base des données démographiques et socioéconomiques, la taille de la population exposée à chacun des risques, ainsi que les pertes potentielles y afférentes. Les résultats permettront alors d'éclairer davantage l'opinion publique et les acteurs sur les contraintes inhérentes à l'environnement aux fins d'une meilleure intégration de la problématique des risques dans les plans de développement. En effet, la finalité des études sur les risque et catastrophes naturels, c'est d'abord la prévention, et ensuite une protection satisfaisante des personnes et des biens en cas de sinistre. Dans cette perspective, et dans un contexte de changement climatique et de transformation des écosystèmes, la capitalisation des connaissances endogènes serait opportune à toutes les étapes, qu'il s'agisse de la prévention ou de la gestion des crises.

Bibliographie

Adam K.S. (1981) : *Cartographie de l'environnement. Approches méthodologiques en Afrique Soudanaise milieu et environnement*. Annales n° 2 FLASH-UNB. pp 238-254.

Assigbè P. et Mama V. J. (1993) : Mise en valeur des bas-fonds en République du Bénin. Point des travaux de recherche. Séminaire de planification sur la caractérisation et la mise en valeur des vallées intérieures en Afrique Sub-Sahélienne.

Bouzké 8-10 juin 1993. DRA/CENATEL, 11 pages.
Barnier M. (1992) : *Atlas des risques majeurs : Ecologie, Environnement, Nature*. Plon, Paris, 125 p.

Brand D. et Durosset M. (1995): *Dictionnaire thématique. Histoire-Géographie*. Paris : Dalloz, 4 éd., 541 p.

Brunet P. (1979) : Le rôle de la cartographie de l'environnement dans les aménagements des régions de bocage. In : *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique*. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 101-119.

CENATEL (Centre National de Télédétection), (2005) : Notice explicative de la carte d'occupation du sol du bassin de l'Ouémé. CENATEL/DEFRN, Cotonou, 24 p + Carte hors-texte

CILF (Conseil International de la Langue Française), (1992) : *Dictionnaire de l'Environnement.* 3 éd. PUF, Paris., 351 p.

Eténé C. G., Vissin E. W., et Boko M. (2009) : Evénements pluvieux extrêmes et adaptation aux risques d'érosion dans la ville de Porto-Novo. Rev.Sc.Env.Univ.,Lomé (Togo), n°005. pp 165-174.

George P. (1984) : Dictionnaire de géographie. Puf, Paris, 452 p.

Gnélé J. (1999) : Dynamique de l'environnement et utilisation des bas-fonds dans le Mono Nord : Cas du secteur Dékpo-Lonkly. Mémoire de maîtrise de géographie.FLASH/UAC.89 p.

Igué A. M. (2000): The use of soil and Terrain Database for Land Evaluation Procedures-Case Study of Central-Bénin. Thesis of University of Hohenhein, Germany, 235 p.

Igué A. M., Floquet A. and Stahr K. 2006a. Land/cover change and farming systems in central Benin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, N° 50, pp. 23-37*.

Journaux A. (1979) : Présentation des cartes de l'environnement de Basse-Normandie : Réalisations actuelles : Premiers résultats de la Télédétection. In : *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique*. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 11-21.

Kessler J. J. 1997. *L'analyse stratégique de l'environnement (ASE). Un cadre de planification et d'intégration du respect de l'environnement dans les politiques et les interventions de développement. Application à la SNV, Organisation néerlandaise de développement*. AIDEnvironnement, 137 pages.

LABEE (Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale), (2003) : Les espaces sensibles à protéger et les zones d'aménagement concerté face aux enjeux environnementaux. Rapport d'étude ABE/DAT/MEHU. 57 p.

Laouina .A, 1979. Cartographie de l'environnement en région méditerranéenne sémi-aride : l'exemple de la plaine des Triffa (Maroc). In : Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 131-140.

Le Barbé L. Alé G., Millet B., Texier H., Borel Y., et Gualde R. (1993) : *Les ressources en eaux superficielles du Bénin. Monographie hydrologique, n°11*, ORSTOM, Paris, 504 p.

Le Borgne J. (1990) : La dégradation actuelle du climat en Afrique entre Sahara et Equateur. In Richard J. F : *La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*. AUPELF/ORSTOM/ENDA. Dakar. Pp 17-36.

Maystre. Y. (1979) : Le concept d'environnement et sa dynamique cartographique. In : Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 11-21.

Mondjannagni A. (1979) : Essai cartographique de l'habitat rural au sud du Bénin. Approche méthodologique. In : *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique*. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 167-182.

Neuvy (G.), 1991. *L'homme et l'eau dans le domaine tropical.* Masson, Paris, 227 p.
OBEMINES (Office béninois des mines). (1989) : *Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000, feuilles Pira-Savê, Abomey-Zagnanado, Lokossa-Porto Novo.* Mém. n° 3. Stampa Diffusioni Grafiche S. p. A., Villanova Monferrato, Italy, 77 p. + Carte hors texte.

Ogounwalé R., Houndagba J. C. et Houssou C. (2009) : Dynamique hydro-climatique et stratégies de gestion des ressources en eau dans le bassin du Zou. In *Actes 2ème colloque de l'UAC des Sciences, Cultures et Technologies. Géographie : pp 31-42.*

PADECOM (2002) : Projet d'Appui au développement communal dans le Zou. Université d'Abomey-Calavi, Danida, FSA/UAC.

Roggeri H. (1995) : *Zones humides tropicales d'eau douce. Guide des connaissances actuelles et de gestion durable.* Dordrecht, London, 385 p.

Roufaï M.C. (1996) : Plan d'Aménagement Participatif des Forêts Classées de Tchaourou et Toui-Kilibo. Projet de Gestion des Ressources Naturelles (Volet Aménagement Forestier).

Ministère du Développement Rural, Cotonou, Bénin. Vol.1 55 p.
SERHAU (Société d'Etude Régionale de l'Habitat et de l'Aménagement Urbain) (1985): Atlas cartographique de la région Sud du Bénin. Projet d'Urbanisme. Sonagim. Ministère de l'équipement et des transports.Bénin.

Tchéoubi H. (2006) : Dynamique hydro-sédimentaire et écologique du lac Sélé. Mémoire de maîtrise de géographie. DGAT/FLASH/UAC, 101 p.

Verhasselt. Y. (1979) : Contribution à la dynamique de l'environnement urbain. In : *Symposium international sur la cartographie de l'environnement et sa dynamique*. CAEN, Vol.1 et Vol.2 pp 65-76.

Vizier J.-F. (1983) : *Etude des phénomènes d'hydromorphie dans les sols des régions tropicales à saisons contrastées.*

Dynamique du fer et différentiation des profils. ORSTOM, Travaux et Documents, n° 165, Paris, 294 p.

Weller U. (2002): Land Evaluation and Land Use Planning for Southern Benin (West Africa) BENSOTER. Thesis of University of Hohenhein, Germany, 349 p.

Worou R. (2006) : Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols dans la forêt classée de Toui-Kilibo (République du Bénin). Mémoire d'ingénieur des travaux (DIT), EPAC/UAC, Bénin, 56 p.