

# Article n°3

**Titre :** Contribution de la vase au comblement des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin

**Auteurs :** Ibouraima S., Oyédé L. M. et Sinsin B.

**Revue :** Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)

**Année :** 2013

**Caractéristiques:** 8 pages, 2 figures, 1 tableau et 22 références bibliographiques



**Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**  
Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)  
Service Informatique Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin  
Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [inrab@ya.hoo.fr](mailto:inrab@ya.hoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

**La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du  
Bénin (BRAB)**

**de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**

**01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01**

**Tél. : (+229) 21 30 02 64/21 13 38 70/21 03 40 59 - Fax : (+229) 21 30 07 36**

**E-mail: [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr), [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com),  
[craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)**

**République du Bénin**

**Sommaire**

Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Bulletin d'abonnement	Vii
Bois d'énergie du « dolo » et bois de service : deux grands modes de consommation de bois à Vipalogo au Burkina Faso G. Yaméogo, B. Yélémou, O. Kaboré et D. Traoré	1
Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier ( <i>Anacardium occidentale</i> L.) au Bénin L. C. A. Afouda, V. Zinsou, R. K. Balogoun, A. Onzo et B. C. Ahohuendo	13
Contribution de la vase au comblement des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin. S. Ibouraima, L. M. Oyédé et B. A. Sinsin	20
Influence of vegetative and seed establishment methods on seed yield and quality of <i>Arachis pintoi</i> CIAT 17434 in Soudanian region of Benin S. Adjolahoun, F. Houndonougbo, C. Adandedjan, S. S. Toleba, M. Houinato, W. R. Nonfon et B. A. Sinsin	28
Effet du Système Public d'Information sur les Marchés (SPIM) sur les prix reçus par les producteurs de maïs au Bénin S. Kpenavoun Chogou et E. Gandonou	36
Utilisation des excréta comme fertilisant pour produire <i>Lactuca sativa</i> L. sur le périmètre maraîcher de Houéyiho au Sud-Bénin E. Azéhoun Pazou Yehouenou, A. O. Balogoun, J. Azehoun Pazou, T. Ahoyo et F. Tononholou	49

### **Information générale**

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie deux (2) numéros par an mais aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

**Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche  
Agronomique du Bénin (BRAB)**

**01 BP: 884 Cotonou 01 Recette Principale – Tél.: (+229) 21 30 02 64 / 21 13  
38 70 / 21 03 40 59**

**E-mail: [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr), [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com),  
[craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr) –**

**République du Bénin**

**Editeur** : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

**Comité de Rédaction et de Publication** : Directeur de rédaction et de publication : Prof. Dr  
Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Maître de Recherche (CAMES)

**Secrétaire de rédaction et de publication** : MSc. Ir. KPERA-MAMA SIKA G. Nathalie

**Membres** : Prof. Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU, Maître de Recherche (CAMES), Prof. Dr Olorounto Delphin KOUDANDE, Maître de Recherche (CAMES) et Prof Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE, Maître de Recherche (CAMES)

**Conseil Scientifique** : Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Nestor SOKPON (Sciences Forestières, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Prof. Dr Ir. Abdourahamane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Prof. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Prof. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Prof. Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Prof. Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Prof. Dr ODelphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Prof. Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Prof. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Prof. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Economie, Bénin), Prof. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Economie, Allemagne), Prof. Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Prof. Dr Ir. Hessou Anasthase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Prof. Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Prof. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T. GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Dr Ir. Luc O. SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Sénégal)

**Comité de lecture** : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

## **Contribution de la vase au comblement des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin S. Ibouraima<sup>6</sup>, L. M. Oyédé<sup>7</sup> et B. A. Sinsin<sup>8</sup>**

### **Résumé**

Les travaux se sont déroulés dans le Département de l'Alibori caractérisé, entre autres, par l'indigence du couvert végétal, la torrentialité des pluies, l'érosion accélérée des sols, la sédimentation intra-cuvette et la multitude des retenues d'eau dont celles de Gogbèdè (Commune de Kandi) et Guéné (Commune de Malanville) qui tarissent vers la fin de la saison sèche,

permettant l'accès direct à leurs dépôts sédimentaires respectifs pour des études quantitatives. L'objectif de l'étude est d'estimer, pour chaque retenue d'eau expérimentale, la contribution de la vase au comblement de la cuvette. L'approche méthodologique a été axée sur des observations in situ, l'exploitation des dossiers techniques des retenues d'eau, les levés topographiques et géotechniques (carottage) du dépôt, ainsi que les techniques graphiques de détermination des aires de sections du dépôt et l'application de formules mathématiques. Les résultats ont montré que la valeur moyenne de contribution de la vase à la sédimentation intra-cuvette était de 0,67% à Gogbèdè et 2,36% à Guéné. Ces valeurs moyennes obtenues dans la zone d'étude, -i- ont présenté un gradient sud-nord positif dû à des perturbations anthropiques, -ii- ont montré que la contribution de la vase au comblement des retenues d'eau était relativement limitée et -iii- ont indiqué une inversion de l'effet réducteur de la latitude sur la production de vase.

**Mots clés** : Alibori, vase, comblement, retenues d'eau.

### **Mud contribution to the sedimentation in water reserves of Gogbèdè and Guéné in the Alibori District in North-Eastern Benin**

#### **Abstract**

The works took place in the Department of Alibori, marked, among other things, by indigent vegetation, torrential rains, accelerated soil erosion sedimentation in basin and many sites of water reserves whose Gogbèdè (Kandi District) and Guéné (Malanville District) which run dry in the dry season to permit, in this way, the direct access to their respective sedimentary deposits for their quantitative studies. The study aims to determine, for each these two experimental water reserves, the mud contribution to the filling of the reservoir. The methodology was focused on In situ observations, technical documents interpretation, geotechnical and topographic surveys, graphic methods and mathematical formulas application. The results showed that 0.67% and 2.36% were obtained as average values of the mud contribution to the filling reservoir, respectively for Gogbèdè site and Guéné site. These average values obtained in the study area, -i- presented a positive south-north gradient due to anthropic disturbances, -ii- showed that the mud contribution to the filling of reservoirs was relatively limited and -iii- revealed a reversal of the reducing effect of latitude on the mud production.

**Key words:** Alibori, mud, sedimentation, water reserves

## **INTRODUCTION**

Pour atténuer les conséquences écologiques et socio-économiques négatives de la longue et rude période de sécheresse des années 70 et 80 qui a sévi au Nord de la République du Bénin, le Gouvernement béninois a mis en œuvre, entre autres programmes, celui de la construction des retenues collinaires à but agricole et/ou pastoral (Ibouraima, 2005). Ainsi, environ 300 retenues d'eau à but essentiellement pastoral pour la plupart ont été installées à ce jour sur le territoire du Bénin et moins de la moitié d'entre elles arrivent à peine à satisfaire, durant la saison sèche, les besoins des humains et des animaux qu'abritent les aires d'influence respectives de ces retenues d'eau, en raison de la surexploitation de la réserve d'eau et/ou du comblement accéléré de la cuvette (Kpéra, 2002 ; Ibouraima, 2005).

.....

6 Dr Safiri IBOURAIMA, CTREau/MERPMEDER, 04 BP 1412-Cotonou 04, Tél. : (+229) 95 06 69 24, E-mail : safiribouraima@hotmail.com, République du Bénin

7 Pr. Dr Lucien Marc OYEDE, FAST, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 925 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 95 40 82 70, E-mail : oyede\_marc@yahoo.fr, République du Bénin

8 Pr. Dr Ir. Brice SINSIN, FSA, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 925 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 97 01

61 36, E-mail : E-Mail: bsinsin@gmail.com, République du Bénin

Certains paramètres climatiques comme la température, les précipitations annuelles, une indigence du couvert végétal avec une dégradation des formations dominées par les savanes et une imperméabilité relative du substratum cristallin favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration, sont entre autres des caractéristiques environnementales pouvant influencer sur la sédimentation en général et la production de vase en particulier. Il s'ensuit une dynamique hydroérosive relativement intense liée, d'une part, à la discontinuité du couvert végétal et à l'érodibilité des sols (Bouzou et al., 2009) majoritairement ferrugineux tropicaux et alluviaux et, d'autre part, à la pression sur les ressources agro-sylvo-pastorales. Sous les climats humides (cas du lac Taabo soumis directement à l'influence des régimes tropical et équatorial de transition en Côte d'Ivoire), « l'abondance de la vase résulte essentiellement de la décomposition des végétaux aquatiques et de la végétation non aquatique mais submergée par la retenue » (Kouagou et al., 2007). Quant aux bassins versants sahéliens, leurs comportements hydrologiques expriment une forte sensibilité des écoulements au changement environnemental et à la péjoration climatique qui s'opèrent dans cette zone (Mamoudou, 2006). En effet, les ressources naturelles des bassins versants ruraux sahéliens subissent depuis plusieurs décennies, une forte pression qui conduit à un changement radical de leur comportement hydro géomorphologique (Bouzou et al., 2011).

De multiples activités anthropiques sont exercées sur des plans d'eau du Bénin sans que l'on ne puisse clairement responsabiliser les différents acteurs par une politique d'aménagement claire (Daouda, 2010). De même, les apports massifs de nutriments liés à ces multiples activités ont provoqué très souvent l'eutrophisation caractérisée par la prolifération de la jacinthe d'eau douce dans divers plans d'eau du Bénin (Ogutu-Ohwayo et al., 1997). Cette eutrophisation se traduit, entre autres, par la production de la vase qui est un sédiment péritique où domine la fraction fine (Mérenne, 1990 ; Re, 2002). La péjoration pluviométrique et l'indigence de la végétation limitent la production de vase par eutrophisation des plans d'eau dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin. La vase provient aussi bien du sédiment apporté à la cuvette par un écoulement amont fluvial (Catheline, 1998) que de la décomposition des végétaux aquatiques et de la végétation non aquatique mais submergée par la retenue (Kouagou et al., 2007). Il est établi qu'en raison de cet écoulement amont fluvial qui caractérise les sites de ces petites retenues d'eau, la sédimentation n'est pas influencée par le courant de densité et que, par conséquent, les particules fines se déposent après les moins fines, en aval immédiat de celles-ci. Alors, dans cuvette pratiquement sèche, la matière organique entrant dans la composition de la vase accompagne l'eau résiduelle qui se retire au point le plus bas. C'est certainement à ce niveau que la matière organique et la fraction de matière minérale fine qui l'a précédée se mélangent à la faveur de processus bio-géochimiques pour constituer la vase. Le dépôt vaseux épouse, dans chacune des deux retenues d'eau de Gogbèdè et de Guéné étudiées dans le présent article, la forme hexaédrique de la partie de cuvette qu'il occupe. L'accès direct à ces dépôts exhibés dans les cuvettes permet leurs études quantitatives. Le tarissement de la cuvette en fin de saison sèche est le critère de choix des sites ayant limité à deux sites la taille de l'échantillon de l'étude. Par conséquent, tout ce qui précède justifie le choix du Département de l'Alibori comme zone de l'étude et des retenues d'eau de Gogbèdè et de Guéné comme sites expérimentaux.

La problématique de l'étude réside dans les difficultés à séparer la vase en vue de mesurer ses dimensions et celles de l'ensemble du dépôt. L'objectif de l'étude est d'évaluer l'importance relative de la vase pour une meilleure appréciation de sa contribution au comblement des retenues d'eau étudiées. L'unique résultat attendu de l'étude est ce qui suit : Les valeurs numériques de contribution de la vase au comblement des deux retenues d'eau de Gogbèdè et de Guéné sont disponibles.

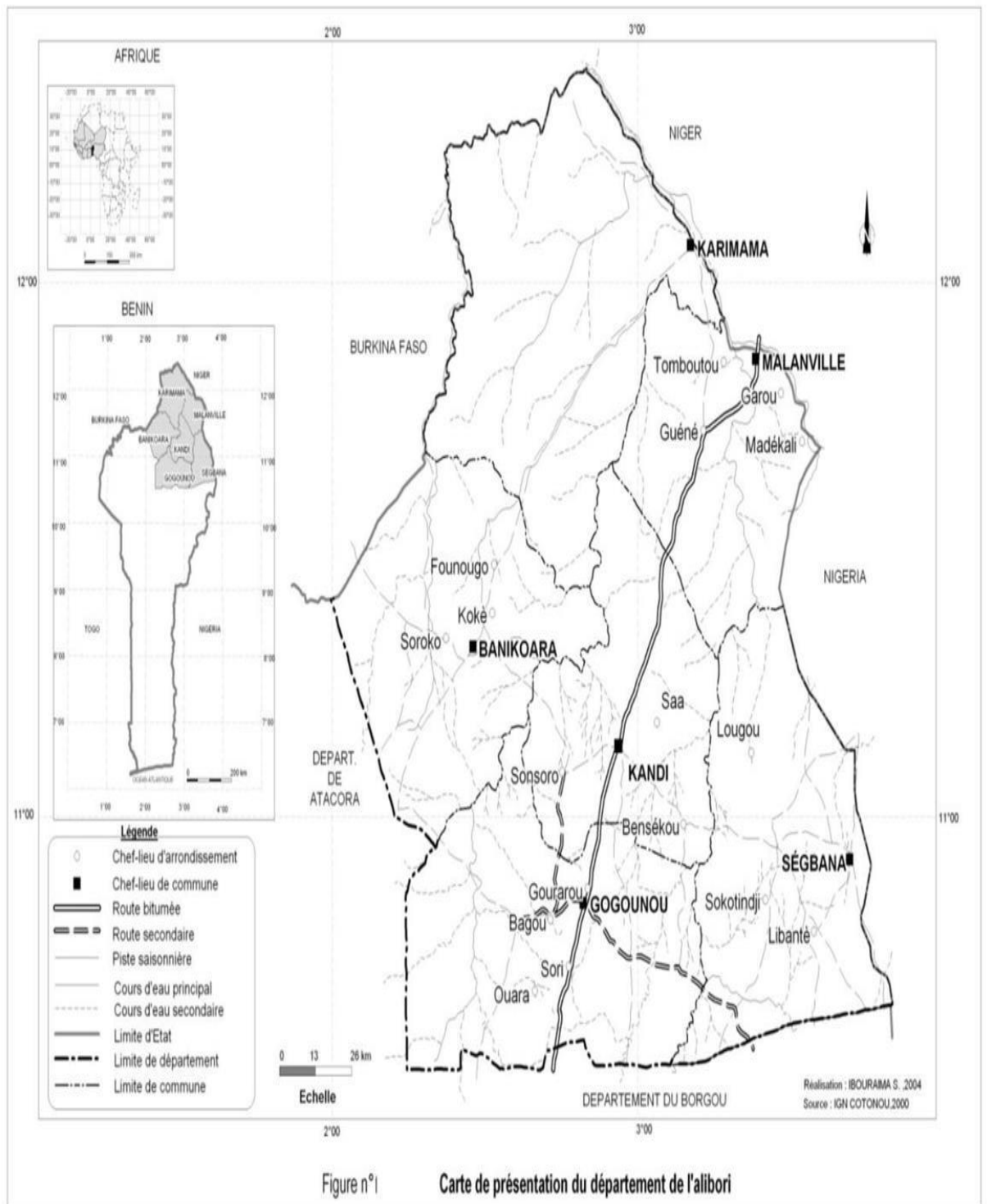
## **MILIEU D'ETUDE**

Situé en Afrique de l'Ouest, dans le Golfe du Bénin, entre les latitudes 6°45' N et 12° 25' N et les longitudes 0°45' E et 3°50' E (Kreis, 1988), la République du Bénin s'étend sur 114.763 km<sup>2</sup> entre l'Océan Atlantique au Sud, le Niger et le Burkina Faso au Nord, le Nigeria à l'Est et le Togo à l'Ouest. Elle abrite à son extrémité nord-est, en zone soudano-sahélienne, le Département de l'Alibori qui représente la zone de l'étude (Figure 1). Les retenues d'eau de Gogbèdè (11°00'47" N, 3°06'33" E) et Guéné (11°43'51" N, 3°33'39" E) localisées dans le Département de l'Alibori, respectivement dans les Communes de Kandi et Malanville, sont situées à l'interface des zones soudanienne nord et sahélienne sud.

Les principaux paramètres climatiques de la zone de l'étude sont les suivants (Adam et Boko, 1993) :

16,2 °C à 18,9 °C de température ; une pluie annuelle de 485 mm à Malanville, 1.008 mm à Banikoara et 1.015 mm à Kandi ; une indigence du couvert végétal dont la dégradation se poursuit du Sud vers le Nord sur des formations dominées par les savanes ; une imperméabilité relative du substratum cristallin qui favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration.

Les dossiers techniques des deux retenues d'eau étudiées affichent une aire de bassin versant de 600 ha pour la retenue d'eau de Gogbèdè et de 1.900 ha pour celle de Guéné, avec des volumes de cuvette respectifs de 11.000 m<sup>3</sup> et 39.000 m<sup>3</sup> et une même durée de fonctionnement à ce jour qui est de 14 ans. Lesdits dossiers techniques des deux retenues d'eau indiquent encore que, si le surcreusement de la mare de Gogbèdè a une cuvette entièrement hexaédrique, c'est seulement la partie approfondie de la cuvette naturelle du barrage de Guéné qui présente cette géométrie, l'essentiel de la cuvette étant de forme irrégulière. Ainsi, la retenue d'eau de Gogbèdè est un surcreusement de mare où le volume de la cuvette est dû essentiellement à l'approfondissement de la mare naturelle par un creusement substantiel du fond de celle-ci, tandis que celle de Guéné est un barrage où le volume de la cuvette résulte essentiellement de l'érection d'une digue à travers le cours d'eau concerné, en amont immédiat de la cuvette naturelle qui n'est qu'accessoirement creusée en cas d'éventuel emprunt de matériaux à ce niveau (Ibouraima, 2005).



**Figure 1. Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin**

## **MATERIELS ET METHODES**

### **Matériels**

Le matériel de nivellement et celui de carottage de sédiments ont été utilisés respectivement pour lever des cotes et prélever des carottes dans le dépôt. Le matériel de nivellement a été constitué d'un niveau de géomètre (appareil à objectif de visée monoculaire, horizontal et rotatif) monté sur le plateau amovible d'un trépied équipé de tige télescopique réglable à la verticale à l'aide de sa nivelle sphérique, d'une mire (règle graduée en mm portable à la verticale à l'aide de sa nivelle sphérique), d'un décimètre, des piquets en bois, d'un marteau masse pour enfoncer ces piquets dans le dépôt et d'une écritoire pour prendre des notes.

Le matériel de carottage a été composé d'une série de tiges tubulaires en acier de 2,5 mm de diamètre et 1 m de long dont une (carottier) a été fendue tout au long sur le 1/3 de son périmètre, affûtée à un bout et filetée en écrou à l'autre bout. Les autres tiges (rallonges), au nombre déterminé par l'épaisseur du dépôt, ont été conçues pleines, filetées en vis à un bout et en écrou à l'autre. En présence de dépôt d'épaisseur supérieur à 2 mètres linéaires, cet usinage des tiges a permis, à la faveur du système vis et écrou, de connecter le carottier à plusieurs rallonges préalablement

agencées. Selon que le bout libre (en attente de connexion) de la dernière tige connectée est fileté en vis ou en écrou, un embout (en acier) à vis ou à écrou a été utilisé pour couronner le dispositif ainsi monté.

Les matériels accessoires ont été un marteau masse et une plaque métallique à anneau central logeant des billes anti-retour qui lui permettent d'attaquer le dispositif sous l'embout et de lui demeurer solidaire au cours des manœuvres. Un chiffon, un petit couteau, une règle graduée en mm et une écritoire ont constitué le jeu de matériels de prétraitement des carottes. Ils ont été respectivement utilisés pour nettoyer la tige fendue contenant la carotte, gratter la partie de carotte exhibée dans la fente de la tige, mesurer les longueurs respectives de la vase et du sédiment non vaseux le long de la carotte et enregistrer les résultats de ces mesures.

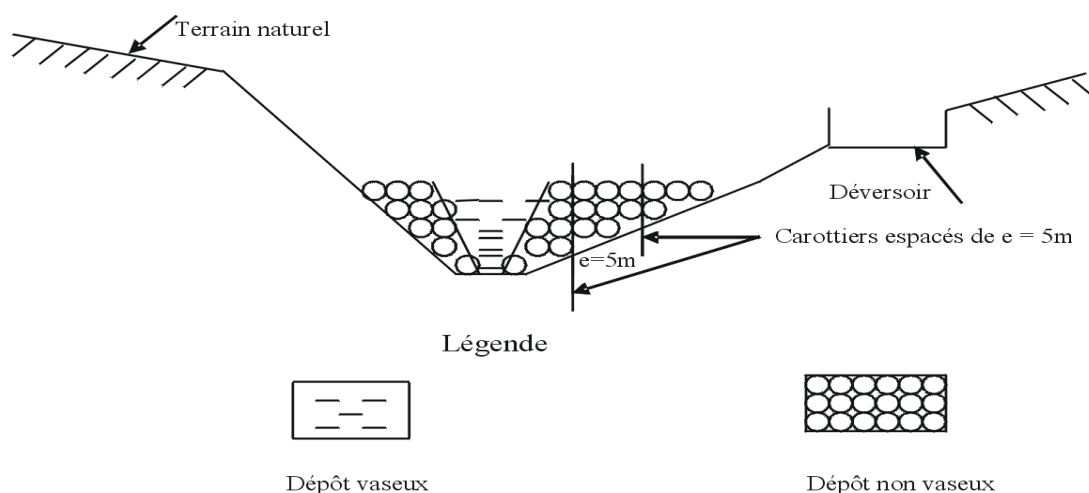
Les instruments de dessin (papier millimétré transparent, kutch, crayon à papier, gomme) et la calculatrice scientifique ont constitué les matériels de traitement graphique des données numériques (topographiques et géotechniques) enregistrées ayant permis de déterminer la contribution de la vase au comblement de chacune des deux retenues d'eau étudiées.

## Méthodes

L'appréciation de la contribution de la vase au comblement des retenues d'eau étudiées a été faite à partir de la vase ressuyée (à la faveur du tarissement de la cuvette courant février-mars), observée, séparée et mesurée in situ, de même que l'ensemble du dépôt. Au laboratoire, le volume de la vase a été calculé et sa contribution au comblement (proportion qu'elle représente de l'ensemble du dépôt) a été estimée. Une telle démarche répondait à la nécessité d'apporter une réponse opérationnelle pour les retenues d'eau en phase d'envasement (comblement) pour lesquelles des données suffisantes n'étaient pas disponibles aussi bien sur le plan de la bathymétrie que sur celui des apports du bassin versant (N'Dongo et al., 2011). Alors, si l'assèchement de la cuvette à un moment de l'année est un critère de choix des retenues d'eau expérimentales pour cette étude de cas de sédimentation intra-cuvette, l'existence d'au moins une retenue d'eau temporaire dans un milieu a conditionné le choix de celui-ci comme zone d'étude.

### Méthode de collecte et de prétraitement de données (carottes)

Les observations in situ du gisement de sédiment ont permis de décrire le dépôt exhibé dans chacune des deux retenues d'eau expérimentales. Le nivellement topographique et le carottage du dépôt ont servi à déterminer respectivement les cotes des points implantés sur les axes à la surface du dépôt et la longueur correspondante à chacun des deux types de sédiment (vaseux et non vaseux) le long de chaque carotte prélevée à un point d'axe de nivellement donné. Dans l'opérationnalisation de la méthode de nivellement, un piquetage tous les 5 m a été fait sur le dépôt accessible sur la base de l'hypothèse qui a sous-tendu le choix des retenues d'eau expérimentales (Figure 2).



**Figure 2.** Contact en biseau de la vase et du sédiment non vaseux

La technique du rayonnement simple (le dispositif de nivellement stationné à un point permettant de voir, dans l'objectif du niveau de géomètre, la mire posée successivement à chacun des points

piquetés) a été mise en œuvre comme suit pour le nivellement : le niveau de géomètre a été calé (fixé et mis à l'horizontal sur le plateau du trépied stabilisé au sol) et une lecture a été faite, dans l'axe horizontal de l'objectif de cet appareil, sur la mire posée et maintenue verticale à chacun des points à lever. Les nombres ainsi lus pour tous les points ont été enregistrés dans le carnet de nivellement.

Concernant le sondage géotechnique par carottage du dépôt, cette méthode étant une méthode de collecte des carottes comme données, sa mise en œuvre a été limitée, à chaque point, à l'extraction de la carotte du dépôt. Avant de procéder au carottage du dépôt à un site, les travaux préparatoires suivants ont été effectués : le nettoyage des tiges, de l'embout et de la plaque à anneau central ; l'huilage des fentes ; éventuellement la connexion de tiges. Les tiges connectées ont toujours été enfoncées progressivement dans le dépôt. A chaque fois qu'elles ont atteint le fond de la cuvette sous le dépôt, une brusque et substantielle augmentation de la résistance du substratum à leur pénétration ont été enregistrées. Ensuite, le dispositif a été extrait avec la carotte en soulevant verticalement et énergiquement la plaque après lui avoir fait effectuer, en même temps que le reste du dispositif qui lui est solidaire, une rotation permettant à la tige inférieure de cutter et séquestrer dans sa fente le dépôt sous forme de carotte. Pour s'assurer de l'effort physique et de l'horizontalité du mouvement nécessaires à cette opération, celle-ci a souvent été effectuée par deux personnes tenant chacune la plaque à une de ses deux manches diamétralement opposées. Le nettoyage de la tige et le grattage léger de la partie de carotte exhibée par la fente du carottier ont été mis au compte du traitement in situ (prétraitement) des données (les carottes). Après le prétraitement des carottes qui a permis d'obtenir des données numériques, ces carottes ont été jetées, ne servant plus à rien.

## **Méthodes de traitement de données numériques**

Le traitement des données numériques issues du nivellement par rayonnement sur des points donnés du dépôt (il s'agit des lectures sur mire effectuées à ces points à l'aide du niveau de géomètre à partir d'une même station de l'appareil), a consisté à calculer les cotes (en mm) de ces points en soustrayant de chacune des lectures (en mm), le nombre (en mm) lu sur la tige télescopique dressée verticalement sous le niveau de géomètre stationné. Pour chacun des axes de nivellement, les cotes des points ont été reportées sur un papier millimétré transparent, à une échelle donnée, pour obtenir le profil topographique de l'axe considéré. Les méthodes de traitement de données géotechniques mises en œuvre ont intégré la mesure et l'enregistrement des longueurs respectives des deux composantes (vaseuse et non vaseuse) de chacune des carottes

prélevées aux points d'un axe de carottage et le report de ces longueurs sur le profil topographique de l'axe considéré pour obtenir la coupe "sédimentologique" dans ledit axe.

Pour déterminer les aires de vase et de sédiment non vaseux sur les coupes "sédimentologiques", leurs limites respectives ont été tracées sur un papier transparent posé sur le dessin de la coupe "sédimentologique". Ensuite, en comptant les nombres de carreaux dans les emprises respectives des deux composantes du dépôt et en multipliant chacun des deux nombres par l'aire d'un carré (à l'échelle de la coupe sédimentologique) l'aire du type de dépôt (vaseux ou non vaseux) correspondant a été obtenue (Figure 2). Pour obtenir le volume total de chacune des deux composantes, la formule volumétrique suivante a été appliquée en se référant à la figure 2 où le volume V du dépôt vaseux ou non vaseux a été calculé en multipliant la demi-somme de l'équidistance des points de section i et (i+1) ou points de carottage, par le cumul des aires de section :  $S_i + S_{(i+1)}, \dots, S_{(i+n)}$  du dépôt considéré, avec :  $V (m^3) = \frac{1}{2} e (S_i + S_{(i+1)} + \dots + S_{(i+n)})$ , où ici, e est de 5 m. Pour une retenue d'eau, la contribution de la vase au comblement de la cuvette a été obtenue (%) en multipliant par 100, le rapport du volume de la fraction vaseuse du dépôt au volume total de celui-ci.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Sur la carte du Département de l'Alibori (zone de l'étude), les deux retenues d'eau expérimentales de Gogbèdè et Guéné ont été représentées, respectivement dans les moitiés sud et nord de ce Département (Figure 1). Comme l'indiquent les dossiers techniques des retenues d'eau de Guéné et Gogbèdè, leurs cuvettes sont respectivement irrégulière (écart de pente de 5 % entre le talus de la rive gauche et celui de la rive droite) et hexaédrique (Tableau 1). Les volumes intra-cuvette de vase des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné ont été estimés respectivement à 30 m<sup>3</sup> et 137,5 m<sup>3</sup> (tableau 1). Les contributions de la vase au comblement des retenues d'eau de Gogbèdè et de Guéné ont été évaluées respectivement à 0,67% et 2,36%. Ces valeurs de contribution de la vase au comblement des retenues d'eau ont été estimées suffisamment faibles et ont augmenté avec la latitude. En variant entre 0,67% pour la retenue d'eau de Gogbèdè et 2,36% pour celle de Guéné de Guéné respectivement localisées au Sud et au Nord du Département de l'Alibori, les valeurs de contribution de la vase au comblement de ces deux retenues d'eau ont été relativement faibles et ont augmenté avec la latitude (tableau 1). A l'analyse de ce résultat synthétique, les retenues d'eau de Guéné et Gogbèdè étant respectivement situées au Nord et au Sud du Département de l'Alibori, le comblement en vase de la première (2,36%) devait être moins rapide que celui de la seconde (0,67%), en raison de l'ambiance forestière (plus ressentie au Sud qu'au Nord) naturellement à la production de vase par eutrophisation (tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques essentielles des retenues d'eau de Gogbèdè et de Guéné en rapport avec leur comblement

Caractéristiques	Retenues d'eau de Gogbèdè	Retenues d'eau de Guéné
Coordonnées géographiques	11°00'47"N et 3°06'33" E	11°43'51" N et 3°33'39" E
Aire du bassin versant (ha)	600	1.900
Coefficient ruissellement (%)	9,0	8,5
Apport annuel d'eau à cuvette (m3)	5600	12000
Crue décennale (m3/s)	70	55
Pluie moyenne (mm)	1.040	900
Tirant d'eau maximal (m)	2,5	3,5
Capacité de la cuvette (m3)	110	390
Fond creusé cuvette (m2)	2400	1800
Pente aval de la cuvette (%)	20	30
Pente amont de la cuvette (%)	10	7
Pentes latérales de la cuvette	20%	20% à droite et 25% à gauche

La retenue d'eau de Guéné présente une contribution de la vase de 2,36% à son comblement, valeur nettement supérieure (3,5 fois) à celle de la retenue d'eau de Gogbèdè estimée à 0,67%.

L'explication est que, dans cette zone, le charriage jusqu'à l'exutoire des déjections animales et humaines et des ordures ménagères déchargées chaque jour dans le bassin versant de la retenue d'eau de Guéné concourt largement à inverser la tendance à la diminution avec la latitude des valeurs de contribution de la vase des retenues d'eau au comblement de leurs cuvettes respectives (Ibouraïma, 2005). La faiblesse relative de la contribution de la vase à la sédimentation intra-cuvette dans le Département de l'Alibori n'est pas un résultat surprenant car « l'eutrophisation de grande envergure des plans d'eau dont résulte en partie la vase semble faible en zones soudanienne et soudano-sahélienne et quasi- inexistante en zone sahélienne à cause des suspensions solides dans l'eau ne favorisent pas la pénétration de la lumière solaire et par conséquent, limitent le développement de l'activité photosynthétique » (Konate et al., 2008).

Les bassins versants des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné tenant respectivement sur un substratum cristallin relativement imperméable et des alluvions du fleuve Niger, il va sans dire que le transport jusqu'à l'exutoire des particules fines en suspension dans l'eau est plus important au site de la retenue d'eau de Guéné qu'à celui de Gogbèdè. A ce propos, Fournier (1960) écrit que « si les éléments fins sont à 99,3% évacués en suspension jusqu'à l'exutoire, alors la conclusion pouvant être tirée est que la charge dissoute évacuée par les rivières est en étroite relation avec la lithologie du bassin versant drainé ». A l'échelle des petits bassins versants, si ce contrôle que la lithologie exerce sur les transports dissous est essentiel, la charge en solution produite à l'exutoire d'un bassin versant ne provient qu'en partie de l'altération chimique de la lithosphère, car d'autres sources de matériaux peuvent représenter une part non négligeable de ces éléments en solution (Bravard et

Petit, 2000). En effet, les vases contiennent une phase minérale, une phase organique et une phase liquide (Zogo, 2010). Les vases peuvent être d'origine anthropique ou naturelle (Traina et Laperche, 1999 ; Gleyaes et al., 2002). Ainsi, pour Traina et Laperche (1999) et Gleyaes et al. (2002), les particules naturelles peuvent être endogènes au lac (constituées de matières organiques issues d'organismes végétaux ou animaux aquatiques) ou lui être exogènes (essentiellement minérales en provenance de l'érosion éolienne et hydrique de sols de bassins versants ou organiques issues de débris végétaux et/ou animaux charriés par les eaux de ruissellement ou transportés par le vent).

Les valeurs de contribution de la vase à la sédimentation intra-cuvette obtenues pour les deux retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné sont sans commune mesure avec celles d'autres retenues d'eau sous des latitudes relativement plus humides. En effet, une étude du transport solide et de l'eutrophisation des réserves d'eau en Côte d'Ivoire a révélé qu'en un quart de siècle d'existence, la retenue construite sur la Lobo à Daloa en pleine zone forestière a été comblée aux deux tiers de son volume donc la responsabilité du comblement de cette retenue d'eau est à attribuer exclusivement aux vases provenant de la sédimentation des débris de macrophytes aquatiques (Maïga et al., 2001 ; 2002). Sans savoir la raison, ajoutent Maïga et al. (2001 ; 2002), un lac ou un réservoir échappe entièrement aux infestations macrophytiques, même lorsqu'il existe une source d'infestation et que les caractéristiques de l'eau sont en apparence identiques à celles des eaux d'autres zones infestées. C'est ainsi que la jacinthe d'eau douce *Eichhornia crassipes* n'a pas colonisé certaines zones apparemment favorables à son développement (Goldman, 1997).

## **CONCLUSION**

Au bilan, l'envasement des retenues d'eau est peu responsable du comblement de leurs cuvettes respectives dans le Département de l'Alibori. Dans cette zone de l'étude, l'inversion du rôle traditionnel (réduction de l'ampleur) de la latitude sur l'envasement des retenues d'eau résultant à la fois de l'eutrophisation et des apports de sédiments du bassin versant est liée à la primauté des facteurs anthropiques de ces processus sur leurs facteurs naturels. Le faible niveau de production intra-cuvette de vase dans cette zone ne signifie pas une moindre importance du comblement des retenues d'eau. En effet, si l'envasement est une composante secondaire du comblement des retenues d'eau dans ladite zone, la composante non vaseuse du dépôt intra-cuvette (produits d'érosion mécanique de bassin versant qui atterrissent dans les cuvettes) est de loin la plus représentée. Une partie de cet apport de bassin versant se combine avec la matière organique décomposée et des particules minérales provenant d'autres sources pour constituer la vase. Une étude qui doit réussir à distinguer, dans la vase, la fraction minérale d'origine intra-bassin versant et celle d'origine extra-bassin versant (silice provenant de la décomposition de diatomées mortes, particules de poussières éoliennes et d'autres aérosols, eutrophisation, etc.) doit être d'un grand intérêt. Elle peut permettre d'estimer les influences respectives des deux sources (intra-bassin versant et extra-bassin versant) de production de vase sur le comblement des cuvettes d'eau.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adam, S.K., Boko, M., 1993: Le climat du Bénin. In : Le Bénin ; Ed. Sodimas-Edicef. Paris. 96 p.
- Bouzou, M.I., O.F. Maiga, J-M. Ambouta, B. Sarr, L. Descroix, M.M. Adamou, 2009 : Les conséquences géomorphologiques de l'occupation du sol et des changements climatiques dans un bassin versant rural. *Science et Changement Planétaire/Sécheresse*, 20(1): 145-152.
- Bouzou, M.I., 2011 : Les changements d'usage des sols et leurs conséquences hydrogéomorphologiques sur un bassin versant endoréique sahélien. *Sciences et Changements Planétaires/Sécheresse*, 22(1): 13-24.
- Bravard, J-P., Petit, F., 2000 : Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial. Armand Colin, Paris, France.
- Catheline, C., 1998 : Vidange des barrages EDF : Impacts sur l'environnement. Extrait de Catheline C. Vidange des barrages EDF : Quels impacts sur l'environnement. Mémoire de DESS. Université de Picardie, Amiens, France, 66 p.
- Fournier, F., 1960 : Climat et érosion, PUF, Paris, France.
- Gleyaes C., S. Tllier, M. Astruc, 2002: Fractionation studies of trace elements in contaminated soils and sediments: review of sequential extraction procedures. *Trends in analytical chemistry*, 21 (6+7), 451-467.
- Goldman, R., 1997 : Les retenues d'eau sous les tropiques. Aspects écologiques. Cours de l'Université de Californie, 14 p. Ibouraima, S., 2005 : Comblement des retenues d'eau d'abreuvement en zone agropastorale soudano-sahélienne : Dynamique, bilan et impact de la sédimentation intra-cuvette. Cas du Département de l'Alibori (Nord-Est du Bénin – Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, 221 p.
- Konate, Y., A.H. Maiga, K. Denyigba, H. Karambiri, J. Wethe, 2008 : Activités anthropiques et risques d'eutrophisation et de comblement des petites retenues d'eau du Burkina Faso : analyse à partir d'études de cas. *Sud Science et Technologie* 1, 1- 10.
- Kouakou, K., A.V.I. Wognin, T. Gnagne, Y.A. N'go, J-R. Courivaud, P. Kassy, M. Deme, K. Aka, 2007 : Caractérisation des sables et morphologie du fond du lac du barrage hydroélectrique de Taabo (Côte d'Ivoire). *Sciences et Nature*, 4(1) : 93-103.
- Kpéra, G.N., 2002 : Impact des aménagements d'hydraulique pastorale et des mares naturelles sur la reconstitution des populations de crocodiles dans les Communes de Nikki, Kalalé, Ségbana, Kandi, Banikoara, Kérou, Ouassa-Péhunco et Sinendé (nord du Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Bénin. 103 p. + Annexes.
- Kreis M., 1988 : Contribution à l'étude agropastorale de la Province du Borgou : Districts de Kalalé et Nikki (République du Bénin). Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université Libre de Belgique, 165 p.

Maïga, A.H., K. Denyigba, J. Allorent, 2001 : Eutrophisation des petites retenues d'eau en Afrique de l'Ouest : causes et conséquences : cas de la retenue d'eau sur la lobo à Daloa en Côte d'Ivoire. *Science et Technologies*, 7, 16-29.

Maïga, A.H., Denyigba, K., 2002 : Transport de solides et eutrophisation des plans d'eau : Une menace réelle pour les petites retenues d'eaux en Afrique de l'Ouest. Actes de la 5ème conférence internationale sur l'environnement et l'eau. *Envirowater*, Ouagadougou, Burkina Faso, 1, 265-273.

Mama, D., 2010 : Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). Thèse de Doctorat, Université de Limoges, Limoges, France, 157 p.

Mamoudou, I., 2006 : Erosion et ensablement dans les koris du Fakara-Degré Carré de Niamey – Niger. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) de Géographie "Milieux et sociétés des espaces arides et semi-arides : Aménagement – Développement. Option : Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 115 p.

Merenne, E., 1990 : Dictionnaire des termes géographiques. Fédération de professeurs de géographie (FEGEPRO), n° spécial, Bruxelles, Belgique.

N'Dongo, B., S. Lako Mbouendou, A. Boukong, M. Nkobe Keghe, R. Djakou Yopo, 2011 : Suivi de la dynamique d'envasement des micro-réservoirs en zone pluvieuse des Hautes Terres de l'Ouest-Cameroun : cas de la retenue d'eau de Keleng II. *Afrique Science*, 7(1): 93-104.

Ogutu-Ohwayo R., R. E. Herky, S. A. Cohen, L. Kauf, 1997: Human impacts on the African Great Lakes. *Environmental Biology of Fishes*, 50, 117-137.

Re, M., Y. Roche, D. Mouafo, 2002 : Dictionnaire des termes géographiques. Lthe, Montreal, Canada

Traina, S.-J., Laperche, V., 1999: Contaminant bioavailability in soils, sediments and aquatic environments. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 9.6, 3365-3371.

Zogo, D., 2010 : Etude de l'élimination du fer et du manganèse lors de la potabilisation de l'eau d'une retenue d'eau en cours d'eutrophisation : cas de la retenue d'eau de l'Okpara au Bénin. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Chimie des Eaux. Université d'Abomey-Calavi, Abomey