



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE



SECRETARIAT GENERAL DU MINISTERE

Centre de Recherches Agricoles à vocation Nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE)

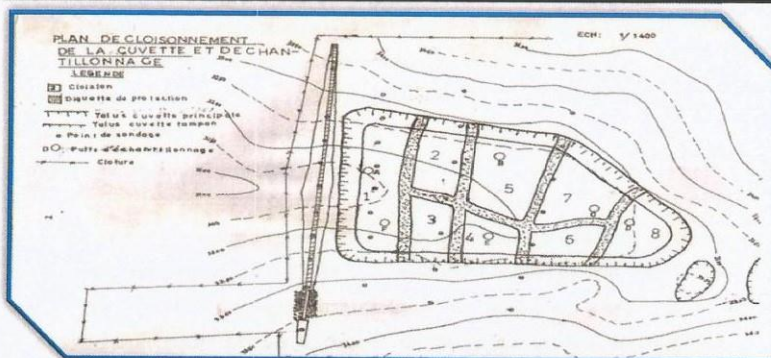
01 BP. 988 Recette Principale, COTONOU 01,

Tél. : (+229) 21 35 00 70 / 21 30 02 64 / 21 03 40 59

E-mail : raagonkanmey@yahoo.fr / lssee2007@yahoo.fr

Fiche technique

Maitrise des eaux de pluie dans les bas-fonds en pleins travaux d'aménagement : cas du chantier de construction de la retenue d'eau de Kourel dans la commune de Kalalé, au nord-est du Bénin



Dr Safiri IBOURAIMA

Attaché de recherche

Dr Ir. DAGBENONBAKIN Gustave Dieudonné

Chargé de recherche (CAMES)

Prof. Dr Ir. AZONTONDE Hessou Anastase

Maître de recherche (CAMES)

Dépôt légal N° 7029 du 30/12/2013, 4^{ème} trimestre 2013

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

ISBN: 978-99919-1-685-9



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE



SECRETARIAT GENERAL DU MINISTERE

Centre de Recherches Agricoles à vocation Nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE)

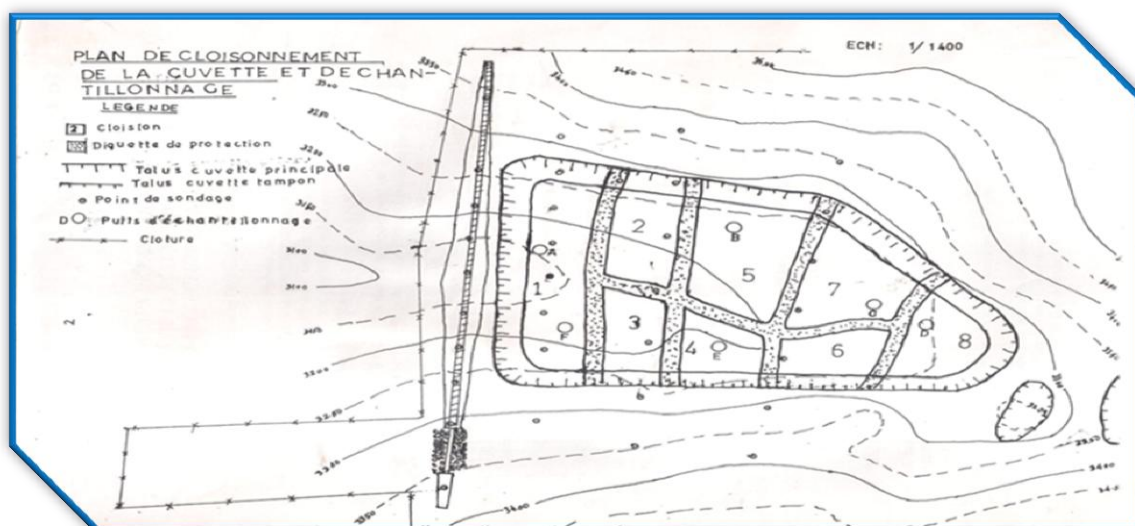
01 BP. 988 Recette Principale, COTONOU 01,

Tél. : (+229) 21 35 00 70 / 21 30 02 64 / 21 03 40 59

E-mail : craagonkanmey@yahoo.fr / lssee2007@yahoo.fr

Fiche technique

Maitrise des eaux de pluie dans les bas-fonds en pleins travaux d'aménagement : cas du chantier de construction de la retenue d'eau de Kourel dans la commune de Kalalé, au nord-est du Bénin



Dr Safiri IBOURAIMA

Attaché de recherche

Dr Ir. DAGBENONBAKIN Gustave Dieudonné

Chargé de recherche (CAMES)

Prof. Dr Ir. AZONTONDE Hessou Anastase

Maître de recherche (CAMES)

Dépôt légal N° 7029 du 30/12/2013, 4^{ème} trimestre 2013

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

ISBN: 978-99919-1-685-9

PREFACE

Depuis des lustres, les bas-fonds ont été des lieux de convoitise des populations rurales. Par conséquent, leur aménagement ne serait-ce que sommaire date d'aussi longtemps que l'agriculture irriguée. En effet, la réserve d'eau dépend de la possibilité d'irriguer. Ainsi, en disposant d'une rivière ou d'un lac permanent en un lieu donné, l'irrigation est possible durant toute l'année en ce lieu, mais à condition que d'autres facteurs que l'eau ne viennent pas limiter la culture. Néanmoins, dans bien des cas, l'eau n'est pas disponible à l'endroit et à la période les plus indiqués. D'où la nécessité de l'amener là où elle est le plus attendu pour des usages données comme l'irrigation, l'abreuvement, durant une période de l'année déterminée par ces usages. D'ailleurs, au Nord-Bénin, les populations sont confrontées depuis des décennies aussi bien à la péjoration qu'à la majoration pluviométrique (Ibouraima et *al.*, 2013a). La répartition spatiale de ces extrêmes pluviométriques ne répond à aucune logique. A cette variabilité spatio-temporelle des extrêmes pluviométriques, exacerbée par la sécheresse qui a sévi sous les latitudes tropicales à deux saisons contrastées (l'une sèche et l'autre pluvieuse) entre 1970 et 1980, le gouvernement du Bénin a réagi en mettant en œuvre en autres programmes celui de la construction d'environ 300 retenues d'eau collinaires à but agricole et/ou pastoral dans la zone septentrionale (Ibouraima, 2005).

La construction de la retenue d'eau de Kourel en 1999 dans la commune de Kalalé, située au nord-est du département du Borgou au Bénin, s'inscrit dans ce cadre. Vu sa contribution, un tel programme mérite d'être soutenu car il contribue à l'autosuffisance alimentaire des populations bénéficiaires. Ainsi, la présente fiche technique, venue à point nommé donne des recettes pour braver les contraintes de construction de retenues d'eau liées à l'envahissement du chantier par les eaux de pluie. De même, cette fiche technique doit aider désormais les aménagistes à améliorer la performance des brigades de construction des retenues d'eau et la consommation des crédits par les ministères de tutelle des projets de réalisation de ces retenues d'eau. Je tiens particulièrement à féliciter et à encourager les collègues chercheurs qui ont proposé cette fiche technique. Je suis persuadé que cette fiche technique sera d'une grande utilité tant pour les décideurs politiques que pour les aménagistes dans le but d'une utilisation plus rationnelle des eaux de pluie.



Prof. Dr Ir. Guy Apollinaire Mensah

Maître de Recherches (CAMES)

Directeur du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

Introduction

En zone agropastorale Béninoise, la problématique de la gestion de l'eau d'abreuvement se pose en termes de préservation de l'adéquation eau-cheptel-fourrages (Ibouraima, 2000 ; Ibouraima *et al.*, 2013f). En milieu inondable tels que les bas-fonds, les cours d'eau, etc., la saison sèche est par excellence la période requise pour l'exécution des travaux de construction de micro barrages de retenue d'eau. Ceci est d'autant plus vrai que l'on ne dispose que des moyens limités pour maîtriser les eaux d'écoulement qui envahissent la cuvette au cours des travaux de terrassement pour lesquels les rendements des matériels motorisés et des ouvriers sont moins élevés. Malheureusement, il arrive que, du fait des changements climatiques et des contraintes administratives et/ou budgétaires, ces travaux de terrassement en zone inondable démarrent tardivement et/ou lambinent au point d'être obligés de se poursuivre sous la pluie. C'est le cas du chantier de construction de la retenue d'eau de Kourel dans la commune de Kalalé située au Nord-Est du Bénin et qui n'a été ouvert qu'en Avril 1996, pratiquement au démarrage des pluies. S'il est vrai que les travaux de construction d'une retenue d'eau en pleine saison pluvieuse sont très contraignants, il n'en demeure pas moins qu'ils présentent quelques atouts générateurs de gain de temps et d'argent : humidification des matériaux gerbés et stockage gratuit de l'eau de pluie pour l'humidification partielle par la pluie des matériaux gerbés et stockage gratuit de l'eau de pluie pour l'humidification complémentaire de ces matériaux. C'est à cette expérience que nous avons eu à faire quand nous avons été chargés, par le Projet de Développement de l'Élevage dans le Borgou-Est de la Direction National de l'Élevage, du contrôle des travaux de construction de la retenue d'eau de Kourel démarrés en mai 1999.

1. Matériels

Les matériels utilisés pour les travaux de maîtrise d'œuvre de réalisation de la retenue d'eau de Kourel sont les suivants : un (01) jeu complet de matériel de sondages géotechniques comprenant un carrotier et ses accessoires ; un (01) mini laboratoire mobile de chantier pour tester les carottes de matériaux in situ ; un (01) jeu de matériels topographique comprenant un niveau de géomètre et ses accessoires (mire, trépieds, décamètre, trois (03) jalons au moins, des piquets, un fil à plomb, un (01) écritoire d'opérateur géomètre) ; un (01) matériel de terrassement pour 02 brigades de terrassement comprenant 02 bulldozer de puissance telles que l'une peut tracter et défoncer l'autre, 02 chargeuses, un (01) pelle hydraulique ; une (01) pompe à boue équipée d'un raccord de plusieurs dizaines de mètres linéaires ; quatre (04) camions bennes ; un (01) petit véhicule pick-up ; un (01) groupe électrogène ; un (01) cube de

stockage de carburant ; un (01) fut de stockage de lubrifiant ; un (01) sifflet pour transmettre des messages codifiés aux conducteurs d'engins en présence de bruits.

A l'exception des engins lourds, des camions et de la motopompe à boue, le reste du jeu de matériels a servi au nivellement et à la levée topographique du dépôt intra-cuvette de sédiment dans le cadre de l'étude de la contribution de la vase au comblement des retenues d'eau de Gogbèdè et Guéné dans la commune de Kandi au Centre du département de l'Alibori (Ibouraima *et al.*, 2013g). Quant aux matériels topographiques, ils ont été précédemment utilisés pour effectuer une étude altimétrique d'estimation de la sédimentation d'une cuvette de retenues d'eau en déplaçant ce matériel et l'équipage sur le plan d'eau à l'aide d'une pirogue (Ibouraima *et al.*, 2013e).

2. Méthodologie

La méthodologie utilisée dans le cadre de la réalisation des travaux de maîtrise d'œuvre de réalisation de la retenue d'eau de Kourel dans la Commune de Kalalé revêt des aspects institutionnels, organisationnels et logistiques, administratifs et techniques.

2.1. Au plan institutionnel

Les maîtres d'œuvre et d'ouvrage (direct et délégué) ont été définis dans le contrat.

2.2. Au plan organisationnel et de la logistique

Les équipes suivantes ont été commises chacune à des tâches précises :

- une équipe de deux techniciens du Centre National d'Essai et de Recherche des Travaux Publics (CNERTP) a été chargée de tester in situ les matériaux à mettre en œuvre ;
- une équipe du Génie Rural comprenant deux conducteurs des travaux et un contrôleur/surveillant des travaux (moi-même), chargé de la gestion du chantier ;
- une équipe de mécaniciens comprenant un chef-mécanicien fourni par le projet , et des mécaniciens fournis par les propriétaires des engins lourds loués chargés de la maintenance du matériel de terrassement ;
- une équipe de conducteurs de matériels roulants de terrassement comprenant 04 conducteurs polyvalents d'engins lourds (bulliste et chargeriste) et quatre conducteurs de camions, chargée de faire tourner deux brigades de terrassement ;
- une équipe de la Direction de l'Élevage comprenant un sociologue et un animateur chargé de sensibiliser, de former et de mobiliser les bénéficiaires de l'aménagement.

2.3. Au plan administratif

Pour un suivi sans failles de toutes ces étapes de maîtrise d'œuvre de réalisation, nous avons veillé à la tenue sur le chantier d'un cahier avec des comptes rendus aux parties impliquées par le contrat. Les rapports et documents contractuels ont été établis et transmis à divers niveaux indiqués au contrat.

2.4. Au plan technique,

La stratégie adoptée est d'intensifier les travaux de terrassement en exploitant les conditions météorologiques favorables qui prévalent telles que l'humectation naturelle (par les eaux de pluie) et quasi-totale des matériaux gérés pour la construction de la digue, l'économie de corvée d'eau en utilisant l'eau des premières pluies retenues dans la cuvette en cours d'excavation, la compacité élevée de l'argile en place de la cuvette qui offre une surface de roulement de portance suffisante pour empêcher l'embourbement des engins lourds et des véhicules et la poursuite des travaux pendant les nuits de pleine lune qui sont généralement sans pluie au cours de la saison pluvieuse. Pour ce qui est de la compacité élevée de l'argile en place dans la cuvette, elle résulte du fait qu'elle provient essentiellement de l'altération du régo-lite car nous avons constaté à la faveur des granites des cuvettes naturelles pour la réalisation des retenues d'eau dans le nord-bénin, les argiles d'apport sont d'épaisseur relativement plus faible et d'origine essentiellement autochtone car les argiles d'apport sont d'épaisseur relativement plus faible et d'extension plus limitée dans le bas-fond (Ibouraima, 2005).

3. Stratégie

Si d'une manière générale, « l'imperméabilité relative du substratum cristallin qui favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration » (Ibouraima et *al.*, 2013f) a limité l'alimentation en eau de la cuvette par écoulement subsuperficielle, elle a permis aux premières pluies de ruisseler jusqu'à la cuvette de la retenue d'eau de Kourel en construction. La stratégie utilisée pour la réalisation de l'ouvrage a consisté à (Figure 1) : cloisonner l'emprise de la cuvette et procéder à son excavation par la maîtrise des eaux de ruissellement qui envahissent la cuvette en pleine excavation ;

- creuser une «zone-tampon» (sous-cuvette N°8) à l'extrémité amont de la cuvette de retenue : les eaux de ruissellement sont retenues dans la zone tampon lorsque le volume creusé de la cuvette est si important que cette cuvette ne saurait être vidée des éventuelles

eaux de ruissellement qui l'envahissent avant la fin de l'excavation ; à la fin de son excavation ;

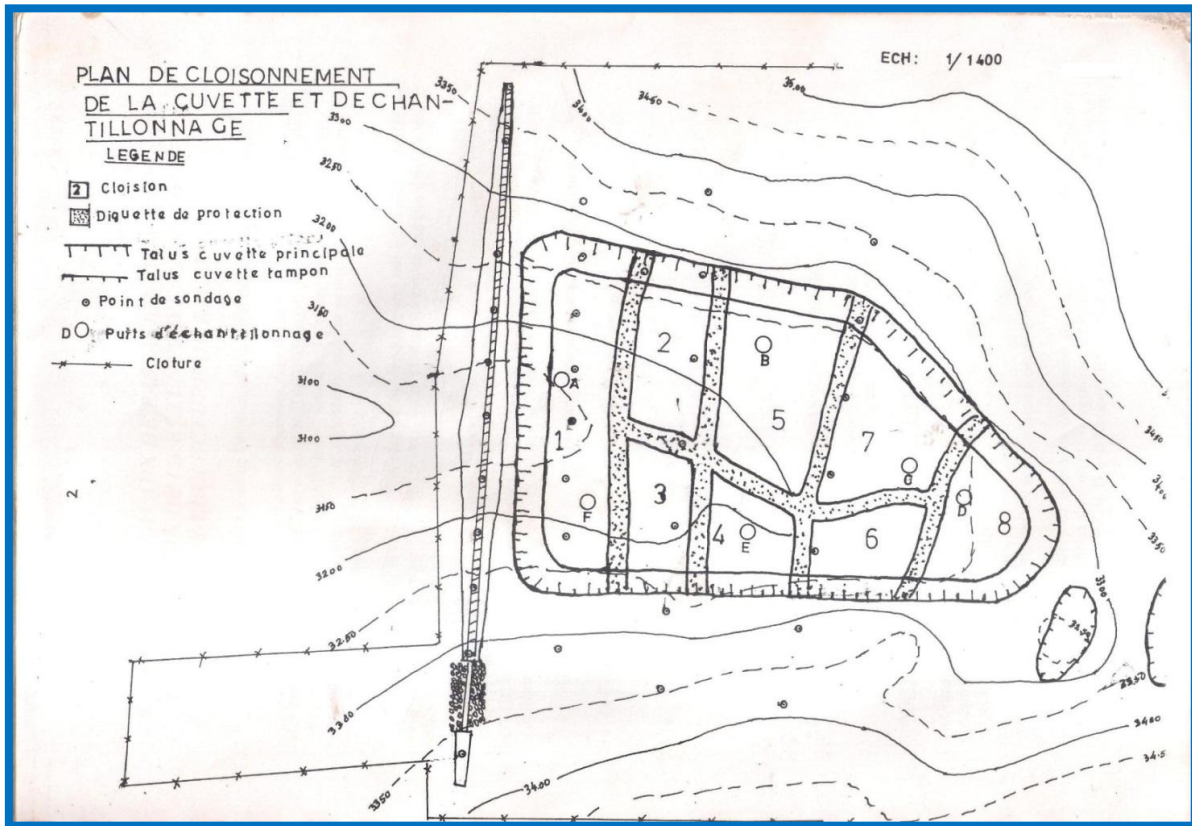


Figure 1 : Plan de cloisonnement de la cuvette

Source : travaux de maîtrise d'œuvre de réalisation de la retenue d'eau de Kourel dans la sous-préfecture de Kalalé.

- faire travailler simultanément deux brigades de terrassements, chacune comprenant un bulldozer, une chargeuse, deux camions-bennes et un conducteur pour chaque matériel roulant (la pelle hydraulique et le petit matériel complétant au besoin le matériel lourd de terrassement des deux brigades) et instaurer des heures supplémentaires pour ces brigades avec rotation des conducteurs.

4. Résultats de la mise en œuvre de la stratégie

Au bilan de la mise en œuvre de cette stratégie, tous les travaux de terrassement prévus au contrat ont pu être achevés, à l'exception de la pose des moellons et des cynodons pour la protection de l'ouvrage. A ce stade, le niveau d'avancement des travaux constaté a été évalué à 83% alors qu'il restait 15 jours pour boucler le délai contractuel d'exécution des travaux.

L'étude comparée des jours d'arrêt de travail présentés par l'entreprise d'une part et ceux préalablement établis par le chef-chantier de contrôle d'autre part a permis de prolonger de 14 jours la durée contractuelle. Sur cette base, la nouvelle date limite de livraison des travaux a été fixée au 29 juillet 1999, échéance qui a été respectée pour cause que les travaux à faire se sont déroulés en dehors des aires d'inondation et n'ont aucunement pas été freinés par les aléas climatiques. Les travaux ont donc été achevés et réceptionnés à la satisfaction de toutes les parties contractantes. Il en a été de même à la réception définitive qui a été prononcée un an après.

5. Implication pour le développement

La fiche technique sur la maîtrise des eaux de pluie dans les bas-fonds en pleins travaux d'aménagement permet de sauver des financements menacés de caducité et d'éviter le risque de les perdre. En effet, pour une raison ou une autre, la construction d'une retenue d'eau maintes fois reportée peut se butter à cette contrainte et ne plus avoir une chance d'attendre une ultime période favorable (saison sèche) pour être réalisée. Par conséquent, le chantier est ouvert avec la certitude de réaliser une bonne partie des travaux sous la pluie. La mise en œuvre de cette stratégie permet de livrer les travaux dans le délai contractuel. Cela a été le cas pour les retenues d'eau d'Alédjo dans la commune d'Alédjo, de Koutangou-Kouwonatougou dans la commune de Boukoumbé et de Kourel dans celle de Kalalé. Très opérationnelle, la stratégie mise au point à travers la présente fiche technique mérite d'être vulgarisée au niveau des techniciens et ingénieurs chargés de la construction des retenues d'eau. En favorisant l'aboutissement de ces projets qui auraient échoué sans sa mise en œuvre, cette stratégie permet de consommer des crédits mis à la disposition du Bénin par ses partenaires techniques et financiers et partant, contribuer à améliorer le taux de consommation de ces crédits.

Conclusion

La fiche technique consacrée à la maîtrise des eaux de pluie dans les bas-fonds en pleins travaux d'aménagement permet de mettre au point une stratégie opérationnelle permettant de poursuivre la construction des retenues d'eau malgré la pluie. En expérimentant cette stratégie sur le chantier de construction de la retenue d'eau de Kourel (Commune de Kalalé), les travaux sont exécutés conformément aux règles de l'art et dans le délai contractuel. En définitive, si cette opération qui comporte beaucoup de risques n'est pas aisée, il convient de reconnaître qu'elle n'est ni impossible, ni proscrite par la déontologie du métier de construction de retenue d'eau. En effet, dans les localités hyper pluvieuses à cheval sur les tropiques, où il est enregistré peu de jours continus sans pluie, de gigantesques digues de

barrages sont construites en utilisant pour la maîtrise de l'eau dans les aires de travail, des techniques et méthodes appropriées. Si la stratégie à mettre en œuvre pour faire aboutir un chantier de terrassement surpris par les pluies peut varier d'un milieu à un autre, les éléments communs à ces variantes de la stratégie sont le respect scrupuleux des clauses du contrat des travaux, l'utilisation de cadres rompus à la tâche d'une entreprise expérimentée et organisée, l'utilisation de deux brigades spécialisées en terrassement en milieu inondable et d'un personnel habitué à travailler sous pression (heures supplémentaires et travaux de nuit).

Remerciements

Les auteurs remercient le Prof. Dr Ir. Guy Apollinaire Mensah, Maître de Recherche (CAMES), pour s'être investi à améliorer le manuscrit. Ils n'oublient pas non plus de remercier tous ceux qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, à la réalisation de cette fiche technique.

Références Bibliographiques

1. Ibouma S., 2000 : Gestion de l'eau d'abreuvement dans la zone d'intervention du projet de promotion de l'élevage dans l'Atacora (Bénin) : Problématique, Stratégie et modèle, *In Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*, Niamey, Niger, pp. 135-149
2. Ibouma S., 2005 : Comblement des retenues d'eau d'abreuvement en zone agropastorale soudano-sahélienne : Dynamique, bilan et impact de la sédimentation intracuvette. Cas du département de l'Alibori (Nord-Est du Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 221 p.
3. Ibouma S., Oyédé L. M. et Sinsin B., 2013a : Contribution de la vase au comblement des retenues d'eau Gogbèdè et Guéné dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)* – Numéro 73 – Juin 2013, pp. 20-27.
4. Ibouma S., Oyédé L. M. et Sinsin B., 2013b : L'emprise humaine actuelle sur le milieu naturel du département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin. LACEEDE n°15, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, pp.38-45.
5. Ibouma S., Dagbénonbakin G. et Azontondé H. A. 2013c : Méthode d'étude de l'adéquation eau-cheptel-fourrages en zone agropastorale béninoise. Fiche technique INRAB/MAEP/BENIN. Dépôt légal N° 7028 du 30/12/2013, 4ème trimestre 2013a, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. ISBN : 978-99919-1-684-2, 8 p.

6. Iboureira S., Oyédé L. M. et Sinsin B., 2013d : Estimation de la sédimentation intracuvette dans la commune de Kandi au Nord-Est du Bénin. *Revue de Géographie du Bénin*, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, pp. 5

