



## CONTRIBUTION A L'ETUDE TECHNIQUE DE LA REALISATION DU BARRAGE DE WOROGUI ADJA DANS LA COMMUNE DE TCHAOUROU AU BENIN

### CONTRIBUTION TO THE TECHNICAL STUDY OF THE REALIZATION OF THE WOROGUI ADJA DAM IN THE COMMUNE OF TCHAOUROU IN BENIN

*HOUNTONDI B.<sup>1,2</sup>, CODO F. P.<sup>1</sup>, SINTONDI L.O.<sup>2</sup>, METONGNON O. S. B.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau (LSTE), Institut National de l'Eau (INE), Université d'Abomey-Calavi (UAC) 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup> Laboratoire de l'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau (LHME), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.

*babilassrock@yahoo.fr*

#### RESUME

A l'instar de la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne, l'économie du Bénin repose sur le secteur primaire, notamment sur l'agriculture, l'élevage et la pêche. L'agriculture à elle seule occupe trois quart de la population active et contribue à hauteur de 44% au Produit National Brut (PNB) selon la Banque Mondiale (2015). Cependant, la production des cultures vivrières n'arrive pas chaque année à couvrir les besoins alimentaires des populations. Le souci permanent de la population est de disposer en quantité suffisante de l'eau pour leur permettre de pratiquer d'une part les cultures de contre-saison (le maraîchage) et d'autre part de sécuriser l'approvisionnement en eau pour la population et pour le bétail.

Ces difficultés enregistrées justifient le bien-fondé de cette étude, qui propose d'aborder l'étude technique de la réalisation du barrage de Worogui Adja dans la commune de Tchaourou au Bénin.

**Mots- clés :** Etude technique, réhabilitation, barrage, Worogui-Adja.

## **ABSTRACT**

Like most countries in sub-Saharan Africa, Benin's economy is based on the primary sector, including agriculture, livestock and fishing. Agriculture alone employs three-quarters of the workforce and contributes 44% to the Gross National Product (GNP) according to the World Bank (2015). However, the production of food crops does not manage to cover the food needs of the populations every year. The permanent concern of the population is to have enough water to allow them to practice on the one hand the off-season crops (market gardening) and on the other hand to secure the water supply for the population and for livestock. These recorded difficulties justify the merits of this study, which proposes to approach the technical study of the construction of the Worogui Adja dam in the commune of Tchaourou in Benin.

**Keywords:** Technical study, rehabilitation, dam, Worogui-Adja.

## **INTRODUCTION**

L'eau est une ressource indispensable à la vie humaine, animale et végétale. Elle intervient dans toutes les activités humaines et dans le développement socioéconomique de tout pays (Protos, 2011). En Afrique subsaharienne, les activités agro-pastorales constituent la pierre angulaire de l'économie de la plupart des pays en voie de développement. A l'instar d'autres pays, ces activités agro-pastorales jouent un rôle moteur dans le processus de développement économique et social du Bénin. En effet, ces activités concernent 75% de la population active, contribuent pour 32,7% au produit intérieur brut (PIB), procurent 75% des recettes d'exportation du pays et participent à hauteur de 15% aux recettes de l'Etat (MAEP, 2013). Mais force est de constater qu'actuellement, le secteur agro-pastoral fait face à un certain nombre de contraintes qui limitent son développement et risquent de compromettre durablement son éclosion. La rareté de l'eau, due aux changements climatiques et au décalage des saisons, demeure le principal facteur contraignant. Dans ce contexte, les barrages en terre moins onéreux que les ouvrages en béton constituent l'unique alternative envisageable. Ils permettent de résoudre une grande partie des problèmes agro-pastoraux grâce à une meilleure maîtrise et stockage de l'eau. Cependant, ces ouvrages hydrauliques bien que indispensables nécessitent un travail technique précis pour éviter des désagréments.

C'est dans cette optique que, ce travail intitulé « Contribution à l'étude technique de la réalisation du barrage de Worogui Adja dans la commune de Tchahorou au Bénin » a été initié.

## **PRESENTATION DU BARRAGE DE WOROGUI ADJA**

Le barrage de Worogui-Adja est situé dans le village Worogui-Adja, qui est l'un des 19 villages de l'Arrondissement de Tchaourou dans la Commune de Tchaourou. Le site retenu pour l'aménagement est situé environ 8 km au nord du village Worogui-Adja, la figure 1 montre l'emplacement dudit village. Les coordonnées géographiques prises au GPS sur le site sont :

- latitude Nord : 08° 52' 02,3''
- longitude Est : 02° 42' 58, 3''
- altitude : 308 m

L'Arrondissement de Tchaourou, chef-lieu de la commune de Tchaourou est limité au nord par l'Arrondissement de Tchatchou au sud par le département des Collines, à l'Est par la République Fédérale du Nigéria et l'Ouest par l'Arrondissement de Goro (Figure 2).

D'une superficie de 7256 km<sup>2</sup>, soit environ 6,5 % du territoire national, l'arrondissement de Tchaourou est peuplé de 43862 habitants (INSAE, 2016). L'arrondissement connaît une forte croissance démographique estimée à 6,73 % au dernier Recensement de la Population et de l'Habitation de 2013 (RGPH4 – 2013).

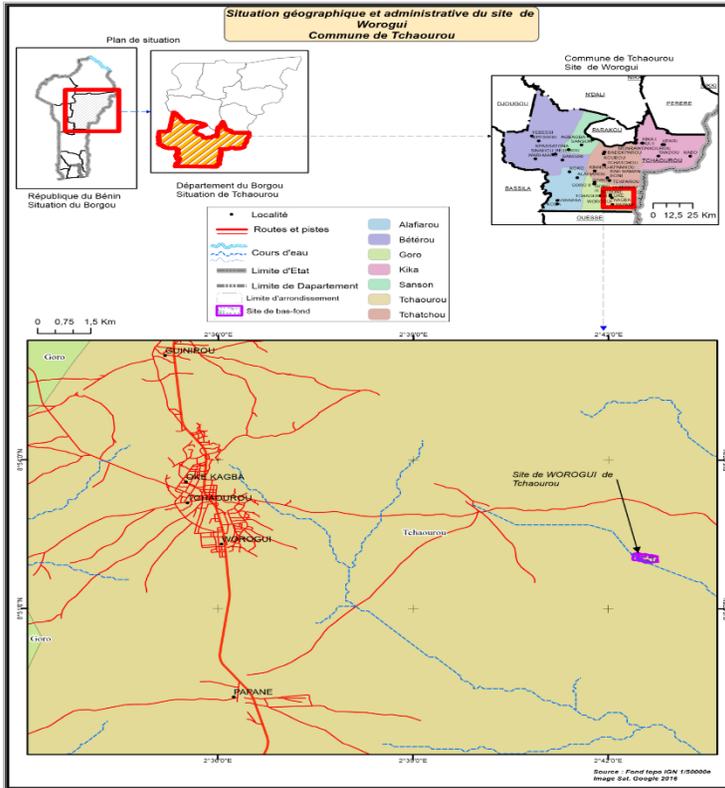


Figure 1 : Situation géographique et administrative du site de Worogui-Adja (Mairie de Tchaourou, 2017).

## Climat

La Commune de Tchaourou est soumise à l'influence du climat sud-soudanien à l'instar des autres communes du département du Borgou. C'est un climat unimodal caractérisé par une saison sèche et une saison humide. Les moyennes pluviométriques varient entre 1000 et 1100 mm par an et compte entre six et sept mois humides dans l'année (Mairie de Tchaourou, 2017). A partir des données pluviométriques de la station de Tchaourou, de la période de 1938 à 2005, soit 67 ans, la température moyenne annuelle est de 27°C. Les mois de juillet, août et septembre enregistrent les ETP les plus faibles (variant entre 30 et 45 mm). Cette période correspond à la plaine saison des pluies où la demande évaporatoire est peu importante, d'où la faible perte d'eau par évaporation des plans (phénomène physique) et par transpiration des végétaux (phénomène

biologique). En revanche, d'octobre à mai, l'ETP varie entre 40 et 97mm. Cela correspond à la période de stress hydrique où la demande évaporatoire de l'atmosphère est très importante, d'où les fortes pertes par évapotranspiration sont observées (ASECNA Bénin, 2017).

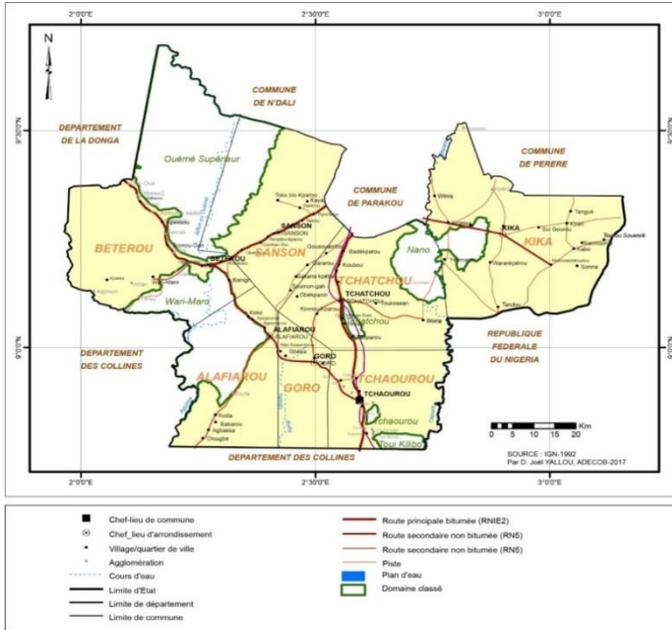


Figure 2 : Situation géographique de la commune de Tchaourou (Mairie de Tchaourou, 2017).

## Sols

La structure du sol au niveau de la commune de Tchaourou est de type ferrugineux tropical faiblement concrétionné. Ce sont des sols lessivés à engorgement de profondeur. Dans l'ensemble, la productivité est fortement influencée par le pourcentage de terre fine et par la médiocrité du drainage (Figure 3).

## Végétation

La commune de Tchaourou dispose de forêts classées que sont les forêts de Nano, de Wari-Marou, de Tchatchou-Gokanna, de Tchaourou et la forêt d'Alafiarou-Bétérou. L'ensemble de ces forêts couvre une superficie de 1.725

km<sup>2</sup> soit 23,77% de la superficie totale de la commune. Le reste est constitué d'aires protégées.

Quant à la faune, elle est composée de mammifères menacés par les activités de braconnage. (PDC3 de Tchaourou, 2017)

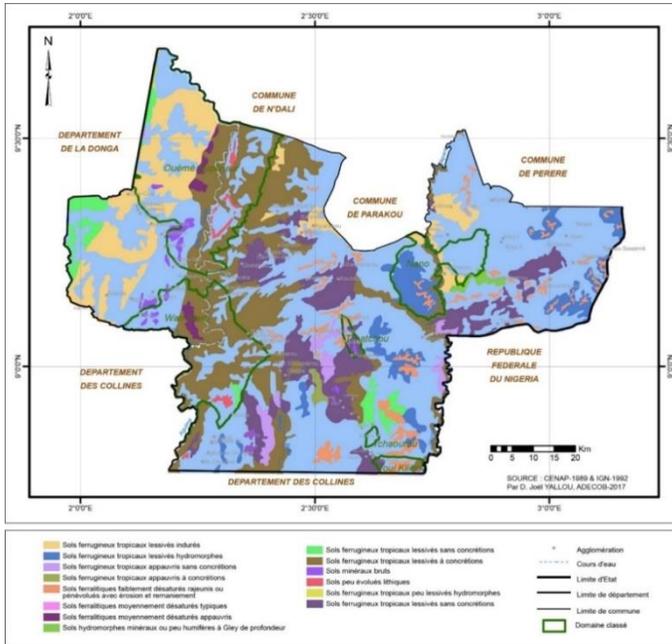


Figure 3 : Sol de la commune de Tchaourou (Mairie de Tchaourou, 2017).

### Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est essentiellement dominé par les affluents des fleuves Ouémé et Okpara. Ces affluents arrosent la plupart des arrondissements et favorisent le développement des activités de pêche. Au total, les ressources en eau de surface de la commune se présentent schématiquement comme suit :

- Deux (02) Plans d'eau : 27 km de long et 36,46 km<sup>2</sup> ;
- Onze (11) Cours d'eau permanente : 295,65 km de long ;
- Cours d'eau temporaire : 683 km de long. (PDC3 de Tchaourou, 2017)

## MATERIELS ET METHODES

### Données de l'étude

Les données utilisées sont obtenues au niveau de la Direction Générale de l'Eau du Bénin (DGEau). Ces données concernent l'hydrographie, la topographie de la zone d'étude et les caractéristiques de la cuvette de Worogui-Adja.

### Hydrographie de la zone d'étude

La délimitation du bassin versant à partir de la carte hydrographique de la commune de Tchaourou nous a permis d'obtenir la carte du réseau hydrographique du bassin versant (Figure 4).

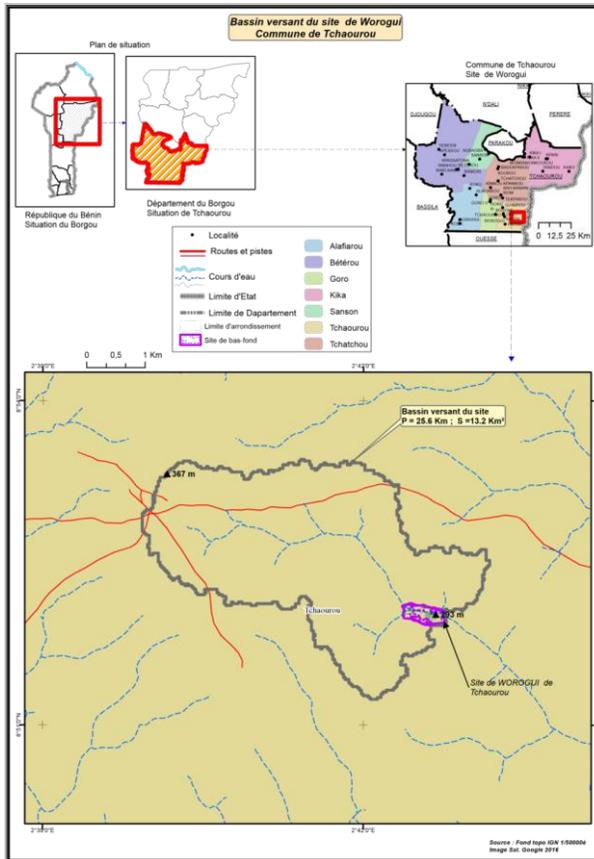


Figure 4 : Bassin versant du site de Worogui-Adja (DGEau, Bénin)

### Topographie de la zone d'étude

L'étude de la topographie de la commune de Tchaourou nous a permis d'obtenir la carte topographique de la Figure 5.

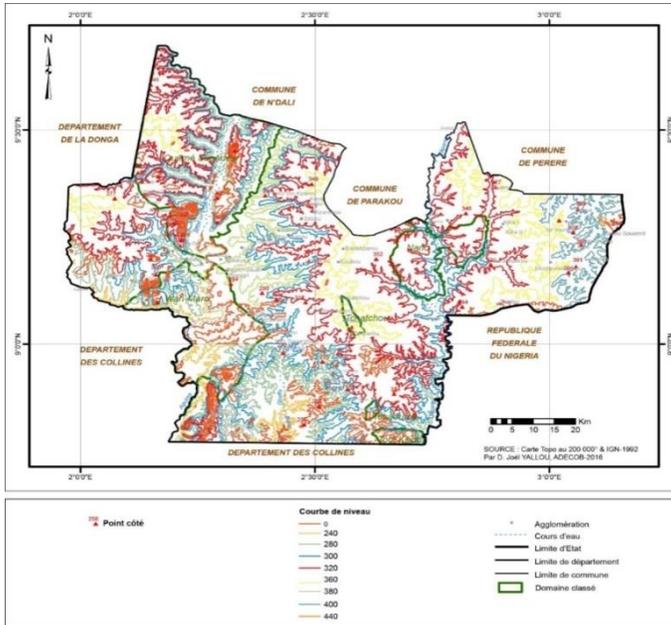


Figure 5 : Topographie de la commune de Tchaourou (DGEau, Bénin)

### Caractéristiques de la cuvette de Worogui-Adja

Les caractéristiques de la cuvette de Worogui-Adja sont obtenues au niveau de la Direction Générale des Eaux du Bénin sont consignées dans le Tableau 1.

### Approche méthodologique

L'analyse technique de ces différents travaux, nous ont permis de vérifier nos hypothèses et de tirer une conclusion justifiable de notre étude.

Les différents travaux effectués sur le site de Worogui-Adja sont les suivants :

Lorsque la documentation est réunie et les informations recueillies, un travail de synthèse a été effectué, ensuite la compilation des résultats issus des études diagnostiques que nous avons effectué, a permis de dégager les atouts prouvant la nécessité de la construction du barrage d'une part et les moyens de sa

réalisation. Le traitement des données a consisté dans un premier temps à hiérarchiser les différentes données qui ont été collectées suivant leur importance, et à les regrouper selon leur utilité. Ensuite, nous avons tiré des informations directement exploitables de ces données comme suit :

- Evaluation des besoins et des pertes : les fonctions de la retenue d'eau ont été choisies, à partir des données socio-économiques, et les besoins ont été calculés pour chaque fonction en termes de mètres-cube d'eau. Le même calcul a été fait pour les pertes en se basant sur les données météorologiques de l'ASECNA, et les recommandations des manuels « Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatoriale » et « Techniques des barrages en aménagement rurale ». Ainsi les données des pluies et de la température de la station de Tchaourou ont été exploitées.
- Etudes topographiques : la capacité de la retenue a été calculée en utilisant la méthode des surfaces moyennes. Les courbes hauteur-volume et hauteur-surface ont été tracées avec le logiciel Microsoft Excel.
- Etudes hydrologiques: la crue de projet a été déterminée en utilisant les méthodes ORSTOM et CIEH et les apports annuels ont été estimés en utilisant la méthode d'estimation à partir du coefficient de ruissellement.

L'analyse des données a été faite après le traitement, afin d'identifier les actions à mener pour réhabiliter le barrage.

**Tableau 1 : Caractéristiques de la cuvette de Worogui-Adja (DGEau, Bénin)**

Cotes	hauteurs	Dh	Surfaces	Surface moyenne	Volumes partiels	Volumes cumulés
18	5	0	69510			
17	4	1	52430	60970	60970	
16	3	1	34909	43669,5	43669,5	104639,5
15	2	1	22025	28467	28467	133106,5
14	1	1	9162	15593,5	15593,5	148700
13,25	0,25	0,75	431	4796,5	3597,375	152297
13	0		0		152.297	

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Résultats

Dans cette partie, on présentera les résultats obtenus pour l'étude technique du barrage de Worogui-Adja dans la commune de Tchaourou.

#### *Courbe Altitude-Volume de la cuvette de Worogui-Adja*

Les caractéristiques de la cuvette de Worogui-Adja (Tableau 1) ont permis d'obtenir le graphe de la Figure 6.

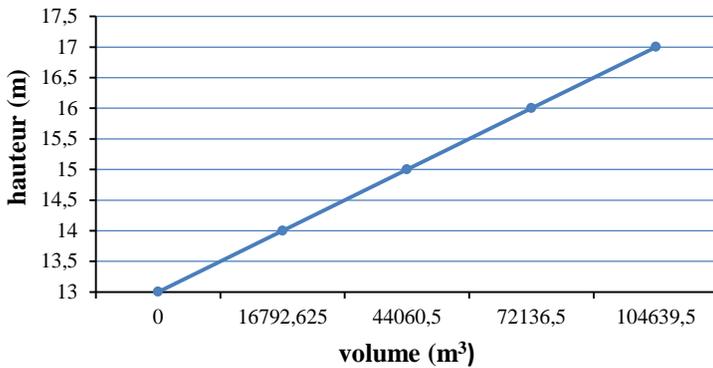


Figure 6 : Courbe Altitude-Volume (site de Worogui-Adja)

#### **Etude géologique et géotechnique du site de Worogui-Adja**

Les résultats de sondage au pénétromètre dynamique montrent que le sol n'est pas homogène sur la profondeur des sondages. La contrainte admissible du sol varie entre 0 et 8,67 bars.

Au plan lithologique, les couches se présentent comme suit :

- à 0,70 m : Argile de couleur noire contenant assez de racines ;
- de 0,70 à 5 m : Argile de couleur grise ;
- à 5 m et plus : roche

Les résultats de l'analyse granulométrique se présentent comme suit :

- Passant (%)  $\leq 2$  mm : 98,20
- Passant (%)  $\leq 0$  mm : 90,70

Les limites d'Atterberg sont :  $LL = 76$  ;  $LP = 36$  ;  $IP = 40$

L'essai au cisaillement montre une cohésion de 0,53 et un angle de frottement interne de  $26^\circ$ .

La perméabilité obtenue est égale à  $k = 10^{-7}$  cm/s. Le gonflement relatif est égal à 0,12.

### **Dimensionnement du barrage de Worogui-Adja**

La digue sera homogène, en matériaux tout venant argileux qui gisent dans la zone du projet, à des profondeurs variables. Pour des dispositions constructives, il est nécessaire de réaliser une tranchée d'ancrage dont la profondeur varie entre 1 et 5 mètres, selon que l'on soit au niveau de l'interfluve ou au niveau du lit mineur.

Le corps de la digue homogène en terre compactée, aura les caractéristiques suivantes :

- Hauteur digue : 5m
- Longueur digue : 195 m
- Hauteur d'eau retenue : 4 m
- Volume de la digue : 12 042 m<sup>3</sup>
- Terres d'emprunt : argile sableuse
- Déversoir : Latéral
- Crue du projet : 25m<sup>3</sup>/s
- Longueur déversoir : 40 m
- Lamme d'eau déversant : 50 cm
- Longueur coursier : 290m

### **DISCUSSION**

Les études techniques, ont permis d'estimer le volume d'eau stocké à 104639,5m<sup>3</sup> /an pour les besoins globaux (besoins pastoraux et agricoles) estimés à 80175.8 m<sup>3</sup>/an. Il ressort qu'à l'état actuel, le barrage est à mesure de satisfaire à la demande en eau d'irrigation ainsi que celle du bétail. Le volume d'eau ruisselée en année décennale sèche est estimé à 831769 m<sup>3</sup>, cela rassure que même en année sèche il ne se pose pas de problème pour le remplissage de la cuvette. Nantis, de ces résultats, nous pouvons confirmer que pour la retenue d'eau de Worogui-Adja le volume d'eau ruisselé en année décennale sèche

permet de remplir la cuvette, alors la disponibilité de l'eau de la retenue est garantie.

La crue du projet estimé à 25 m<sup>3</sup>/s pour une hauteur de 7m nous paraît faible pour la protection de tous les ouvrages projetés sur le site, mais (GRESILLON, 1976), rassure par ses travaux que pour les micros barrages de faible hauteur (inférieure à 10 m), une crue supérieure ou égale à 20 m<sup>3</sup>/s suffit pour le dimensionnement de tous les ouvrages hydrauliques.

## **CONCLUSION**

Le présent travail a été effectué dans le but de contribuer à l'étude technique de la réalisation du barrage de Worogi Adja dans la commune de Tchaourou au Bénin. Une étude diagnostique minutieuse notamment en topographie, géologie, géotechnique et en hydrologie, a été réalisée après les travaux de terrain. La capacité de stockage de la cuvette est estimée à 104639,5 m<sup>3</sup>, alors que les besoins pastoraux et agricoles sont estimés à 80175.8 m<sup>3</sup>/an, ce qui est en-dessous de la capacité de la cuvette, par conséquent, il ne se pose pas de problème de la disponibilité en eau.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BAYLE J. (2000). Initiation aux méthodes des sciences sociales, Edition l'Harmattan, 272p.
- CARRERE A. (1993). Les barrages dans leur environnement, Édition Dam Engineering, 26p.
- DEGOUTTE G. (1992). Guide pour le diagnostic rapide des barrages anciens, Cemagref Editions Antony, France, 100p.
- DEGOUTTE G. (1997). Petits barrages - recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi, Cemagref Editions, France, 179p.
- GRESILLON J. M. (1994). Contribution à l'étude de la formation des écoulements de crue sur les petits bassins versants, thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 137p.
- LEPETIT L. (2002). Etude d'une méthode de diagnostic de digues avec prise en compte du risque de liquéfaction, thèse de doctorat, Université Blaise Pascal – Clermont II, France, 288p.

- NADJINGAR D. (2006). Diagnostic des micro-barrages dans la région de Koupela en vue de leur réhabilitation. Cas du site de Kombeole au Burkina Faso, mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'équipement rural, EIER-ETSHER/ Burkina Faso, 93p.
- PDC3 (2017). Plan de développement communal troisième génération, commune de Tchaourou, 223p.
- REMINI W., REMINI B. (2003). La sédimentation dans les barrages de l'Afrique du nord. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 02, pp. 45-54.
- REMINI B., BENSALFIA D. (2012). The impact of climate changes on the acceleration of reservoir siltation in arid regions the Algerian case study. Elixir International journal Bio. Diver, 44, pp.7074-7076.
- REMINI B., BENSALFIA D., MISSOUM M. (2015). Silting of Foug el Gherza Reservoir GeoScience Engineering, Volume LXI, ISSN 1802-5420, n°1, pp. 1-9.
- REMINI B., LEDUC C., HALLOUCHE O. (2009). Evolution des grands barrages en régions arides : quelques exemples algériens. Revue Sécheresse, n°20, vol.1, pp.c18.
- REMINI B., MAAZOUZ M. (2018). Les courants de densité dans le barrage de Foug-El Gherza (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°35, pp. 87-105.
- YABA O. (2015). Etude de réhabilitation de la retenue d'eau de Manigri dans la commune de Bassila, mémoire de fin de formation en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en génie civil, Ecole Polytechnique d'Abomey- Calavi - Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 179p.