



***ETAT DES LIEUX DU BARRAGE – RESERVOIR DE
BEKET ET OPPORTUNITE DE SA VALORISATION
DANS UNE APPROCHE GIRE AU BENIN***

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN
INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GESTION DES INFRASTRUCTURES ET SERVICES, EAU
ET ASSAINISSEMENT (M2 E&A),**

Présenté par

BANOUPIN Paul Nicolas

Travaux dirigés par: André ZOGO

Coordonnateur PNE BENIN

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prénom NOM

Membres et correcteurs : Prénom NOM

Prénom NOM

Prénom NOM

Cohorte de décembre 2014

RESUME

Le barrage réservoir de Bèkèt, commune de Pehunco, République du Benin est l'un des ouvrages réalisés par le Projet Promotion de l'Élevage dans l'Atacora (PPEA) en 1986. Après quelques années de fonctionnement, l'ouvrage ne satisfait plus les besoins en eau des usagers. Le manque de dispositifs de protection antiérosif et de mobilisations des ressources financières pour des travaux d'entretien aurait abouti à un comblement de la cuvette par les alluvions.

C'est dans ce contexte qu'un état des lieux de l'ouvrage incluant les éléments de solutions pour sa réhabilitation et sa meilleure gestion a été nécessaire. Ainsi l'étude diagnostic du barrage réservoir et du fonctionnement de son comité de gestion confirme une cuvette ensablée réduisant son volume alors que les populations environnantes vivent de ce point d'eau à travers l'élevage, la pêche, le maraichage.

Des actions urgentes sont donc nécessaires entre autres, la redynamisation du comité de gestion par les services techniques décentralisés pour la recherche de financement en vue du curage de la cuvette et sa protection.

Un nouveau modèle de gestion technique et financière devra être ensuite élaboré et entrepris afin de sauvegarder la ressource eau, restaurer le sol et l'environnement du bassin versant de la retenue d'eau.

D'autres activités génératrices de revenus et valorisant l'ouvrage devront être aussi encouragées procurant ainsi des compléments de redevances.

Un bon modèle de mobilisation et de gestion financière permettra de faire face aux travaux d'entretien courant du barrage en vue de sa pérennité.

MOTS CLES

Bassin versant

Réservoir- barrage

Retenue d'eau

Aménagement

Ensablement

ABSTRACT

The reservoir dam at Bèkèt, municipality of Pehunco, Republic of Benin is one of the works realized by the Atacora Livestock Promotion Project (PPEA) in 1986. After a few years of operation, the book no longer satisfies the water needs of the users. The lack of anti-erosion protection devices and the mobilization of financial resources for maintenance work would have resulted in a filling of the basin with alluvium.

It is in this context that an inventory of the work including the elements of solutions for its rehabilitation and better management was necessary. Thus the study of the reservoir dam and the functioning of its management committee confirms a silted basin reducing its volume while the surrounding populations live from this point of water through livestock farming, fishing, market gardening.

Urgent actions are therefore necessary among others, the revitalization of the management committee by the decentralized technical services for the search for funding for the cleaning of the bowl and its protection.

A new technical and financial management model will then need to be developed and undertaken to safeguard the water resource, restore the soil and the watershed catchment environment.

Other income-generating and value-adding activities should also be encouraged, thus providing additional fees.

A good model of mobilization and financial management will make it possible to deal with the ongoing maintenance of the dam in view of its durability.

KEYWORDS

Watershed

Reservoir - dam

Water retention

Planning

Silting

LISTE DES SIGLES

PAFILAV: Projet d'Appui à la Filière Lait et Viande

SCDA: Secteur Communal pour le Développement Agricole

PADA: Projet d'Appui à la Diversification Agricole

PADPPA : Programme d'Appui pour le Développement Participatif à la Pêche Non industrielle

PPEA : Projet Promotion de l'Élevage dans l'Atacora

CoGeS : Comité de Gestion

PTF : Partenaires Techniques et Financiers

ONG : Organisme Non Gouvernemental

GIRE : Gestion Intégrée des ressources en Eau

TABLES DES MATIERES

RESUME.....	ii
LISTE DES SIGLES	iv
TABLES DES MATIERES	1
LISTE DES TABLEAUX.....	2
LISTE DES FIGURES.....	2
I. Introduction.....	3
II. OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE TRAVAIL.....	5
II.1. Objectif global	5
II.2. Objectifs spécifiques.....	5
II.3. Hypothèses de travail.....	5
III. MATERIELS ET METHODE.....	6
III.1. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE	6
III.1.1. Situation géographique.....	6
III.1.2. Le relief.....	9
III.1.3. Le climat, végétation et sol.....	9
III.1.4. L’hydrographie	9
III.1.5. Milieu humain.....	12
III.2. Méthodologie de collecte des données	13
III.2.1. Recherches documentaires	13
III.2.2. Enquêtes auprès des populations et relevé de terrain	13
IV. RESULTATS	16
IV.1. Le barrage réservoir de Bèkèt et ses caractéristiques	16
IV.2. Utilisation du barrage réservoir de Bèkèt: activités économiques autour de l’ouvrage.....	17
IV.2.1. Les usages domestiques.....	17
IV.2.2. Les usages agricoles	17
IV.2.3. L’usage pastoral.....	18
IV.2.4. L’usage piscicole	20
IV.3. Diagnostic de l’état actuel du barrage réservoir de Bèkèt.....	21
IV.3.1. La digue et l’évacuateur de crue	21
IV.3.2. La cuvette	22
IV.3.3. Le bassin versant de la retenue d’eau	24
IV.4. Le comité de gestion	27
V. DISCUSSION ET ANALYSES.....	28
V.1. Discussion sur l’état actuel des infrastructures du barrage réservoir.....	28
V.1.1. Digue et évacuateur de crue	28
V.1.2. La cuvette.....	29
V.1.3. Le bassin versant.....	30
V.2. Discussion sur le fonctionnement du comité de gestion.....	31
V.3. Discussion sur le bénéfice apporté par l’eau du barrage	32
V.4. Recommandations.....	33
V.4.1. Curage ou dragage de la cuvette	33
V.4.2. Aménagement anti-érosif du bassin versant de la retenue	35

V.4.3. Redynamisation du comité de gestion du barrage réservoir	37
V.4.4. Développement des cultures maraîchères en aval du barrage.....	38
VI. CONCLUSION	38
Bibliographie	40
ANNEXE1 Fiche d'enquête.....	43
ANNEXE 2 : calcul du volume de l'envasement de la cuvette par la formule de Karambiri.....	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calcul des superficies occupées par des habitats ou cultures dans le bassin versant	24
Tableau 2 : Devis quantitatif et estimatif	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de village Bèkèt dans Pehunco	7
Figure 2 : Réservoir barrage de Bèkèt dans son environnement.....	8
Figure 3 : Carte topographique de Pehunco	10
Figure 4 : réseau hydrographique et situation des points d'eau (Barrages)	11
Figure 5 : Points relevés sur le terrain.....	15
Figure 6 : Digue et déversoir du barrage de Bèkèt.....	16
Figure 7 : Site maraîcher en aval du barrage.....	18
Figure 8 : Situation des camps peulh autour de la retenue d'eau	19
Figure 9 : troupeau de caprins en direction de la retenue d'eau.....	20
Figure 10 : Talus amont digue, absence de protection en pierre.....	21
Figure 11 : Cuvette comblée de dépôts solides et érosion des talus	22
Figure 12 : exploitation de l'amont immédiat pour des cultures.....	22
Figure 13 : Pratiques de la lessive en aval de la cuvette	23
Figure 14 : délimitation et calcul BV Bèkèt.....	25
Figure 15 : Occupation des sols du BV Bèkèt	26
Figure 16 : mode de protection durable du talus amont des digues en remblai (source : Technique des petits barrages en Afrique Sahélienne et équatoriale).....	29
Figure 17 : L'eau au centre du développement durable (source : Etudes de faisabilité d'options de gestion intégrée et concertée du barrage de Yakouta, Région du Sahel, Burkina Faso, 2010).....	31
Figure 18 : Configuration de l'ensablement de la cuvette	34

Introduction

L'eau est indiscutablement une ressource naturelle vitale. En plus d'être indispensable à la vie et à la santé des êtres vivants, l'eau est un inéluctable vecteur du développement socio-économique pour tous les pays. Cette ressource eau, tant pour les hommes que pour leur bétail, apparait dans les zones arides et semi arides comme l'une des contraintes essentielles éprouvée par les populations rurales. Les villages de ces zones, dont le Nord Bénin, ayant la garantie de disposer tout au long de l'année d'une eau de qualité et en quantité suffisante pouvaient se considérer comme privilégiés.

En effet, dans les années 80, si l'Etat Béninois assure tant bien que mal le contrôle des maladies des bétails, par contre, en matière d'infrastructures d'hydraulique pastorale, il n'a jusqu'ici entrepris aucune action d'envergure sur le terrain.

Ainsi, la nécessité d'assurer une auto-suffisance alimentaire tant du point de vue quantitatif à une population humaine à très fort taux de croissance, a conduit les autorités politiques de la République Populaire du Benin à trouver des formules toutes complémentaires du reste susceptible d'augmenter le disponible en bétail. Ces dispositions devraient entraîner la décision, de l'Etat, d'apporter, sur une base régionale et en fonction des potentialités naturelles déjà immenses, les moyens réels en créant de points d'eau pastoraux par la mise en place du Projet Promotion de l'Elevage dans l'Atacora (PPEA) financé conjointement par la République Populaire du Benin et la République Fédérale d'Allemagne (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984)

Le PPEA, installé donc dans le département de l'Atacora, a réalisé plusieurs points d'eau pastoraux dont neuf (09 dans la commune de Pehunco) y compris celui de Bèkèt.

Cependant, la construction de ces points d'eau ne constitue point une fin en soi; elle appelle l'adhésion et la collaboration des usagers eux même tant lors de la réalisation des ouvrages que lors de leur entretien (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984) car, investir en hydraulique ne suffit pas. Les usagers doivent aussi devenir capables de prendre en charge la gestion des ouvrages qui leur sont confiés (André Teyssier, 2004).

C'est pourquoi, des comités de gestion ont été mis en place afin de protéger les ouvrages contre l'érosion, les crues et les entretenir de façon régulière (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984).

Ces points d'eau, destinés à l'abreuvement du bétail ont connu un multi usage avec les effets du changement climatique : besoins plus accrus de l'eau pour les hommes et les bêtes.

Mais, ces comités de gestion installés autour de ces ouvrages n'ont pu fonctionner pour protéger et entretenir les différentes infrastructures comme prévu. On a assisté donc :

- à des pratiques agricoles inadaptées dont les techniques culturales en amont favorisant l'érosion des sols,

- à une absence d'une politique de protection anti érosive du sol autour de l'ouvrage;

Ces pratiques ont entraîné l'érosion des sols du bassin versant, la pollution du plan d'eau, l'envasement de la retenue; toute chose qui peut compromettre la pérennité de la ressource, la durabilité de l'écosystème du lac et par conséquent la prospérité des activités économiques autour du barrage réservoir.

Ces travaux de projet de fin d'étude intitulé « Etat des lieux du barrage-réservoir de Bèkèt et opportunités de sa valorisation dans une approche GIRE au Benin » s'inscrit dans un contexte de diagnostics de l'état et de la gestion d'un des barrages réservoir de Pehunco et de proposer des approches de solution pour sa réhabilitations et une meilleure gestion en vue de la valorisation de la ressource eau.

Ce travail pourra servir de modèle de gestion des autres points d'eau de surface construits dans la même période dans la commune de Pehunco pour leur pérennité et pour répondre aux différentes sollicitations. D'autres travaux de recherche ont aussi montré que les potentialités offertes par les petits barrages en terre sont importantes, car les volumes d'eau stockés, le plus souvent destinés à satisfaire les besoins des hommes et des animaux, permettent aussi le développement des cultures irriguées, notamment le riz, le maraîchage et l'arboriculture, mais aussi la pêche. Leurs performances sont cependant régulièrement décriées (VENOT et CECCHI, 2011).

Seule la gestion intégrée des ressources en eau, basée sur une vision globale du secteur et sur une approche fondée sur la concertation et la participation de l'ensemble des acteurs, notamment les usagers, pourra être la solution pour la satisfaction des besoins en eau, aussi bien en quantité qu'en qualité (Abdelkrim ElMajoudi, 2008).

Pour y parvenir, des enquêtes ont été menées auprès de tous les usagers du réservoir barrage, des relevés des différentes parties de l'ouvrage ainsi que de son bassin versant et le traitement de ces données nous ont permis de proposer des modèles de gestion appropriés pour l'amélioration de la disponibilité de l'eau et sa pérennité

OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE TRAVAIL

II.1. Objectif global

L'objectif global de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de l'état du barrage-réservoir de Bèkèt ainsi qu'à sa valorisation

II.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- ✓ Faire un état des lieux des ouvrages hydrauliques (digue, déversoir, abreuvoir et cuvette), de la disponibilité des ressources en eau face aux usages actuels et futurs, de la qualité de l'eau, des usages et de la gestion de l'eau du barrage-réservoir de Bèkèt;
- ✓ Proposer des méthodes de gestion plus adéquates avec l'adhésion de toutes les parties prenantes;
- ✓ Proposer des approches de solutions innovantes pour la valorisation de la retenue d'eau

II.3. Hypothèses de travail

Les hypothèses de recherche formulées dans le cadre de l'étude sont :

- ✓ La population de Bèkèt ignore les règles d'entretien et de gestion du barrage réservoir;
- ✓ La population ne prend pas des initiatives pour valoriser ou tirer profit du barrage;
- ✓ Les bénéficiaires directs du barrage de Bèkèt ne sont pas formés sur la gestion durable de la ressource en eau à l'échelle du sous bassin versant de Bèkèt de la retenue.

Ce mémoire s'articule autour de deux parties composées chacune de deux chapitres. La première partie traite du cadre conceptuel de l'étude et des caractéristiques physiques et humaines de la zone d'étude. La deuxième partie est une étude diagnostic des différentes parties de l'ouvrage, du comité de gestion, la proposition des approches de solution pour la réhabilitation et la meilleure gestion du barrage réservoir en vue de sa pérennité.

MATERIELS ET METHODE

III.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III.1.1. Situation géographique

La commune de Pehunco est située entre les vallées de l'Alibori à l'Est et de celle de la mékrou à l'Ouest. Elle fait partie des neuf (9) communes que compte le Département de l'Atacora. Elle est limitée au Nord par la commune de Kérou, au Sud par la commune de Djougou dans le département de la Donga, à l'Est par la commune de Sinendé dans le département du Borgou et à l'Ouest par la commune de Kouandé. La commune de Pehunco a une superficie totale de 1.900 km². Elle est composée de trois (03) arrondissements et de vingt-six (26) villages et quartiers de ville (Ousmane K., 2006).

Le village de Bèkèt de l'arrondissement central de Pehunco est à 5km sur la voie RN8 entre Pehunco - Kerou.

Bèkèt se situe entre les coordonnées géographiques 10°14'45.59", 10°15'17.59" latitude Nord et 1°59'49.33", 1°59'38.10" longitude Est.

Le barrage réservoir Bèkèt, installé à proximité du village à l'Ouest à pour coordonnées géographiques (à la digue) 10°15'17.10" latitude Nord et 1°59'27.52" longitude EST (figure N°1 et N°2)

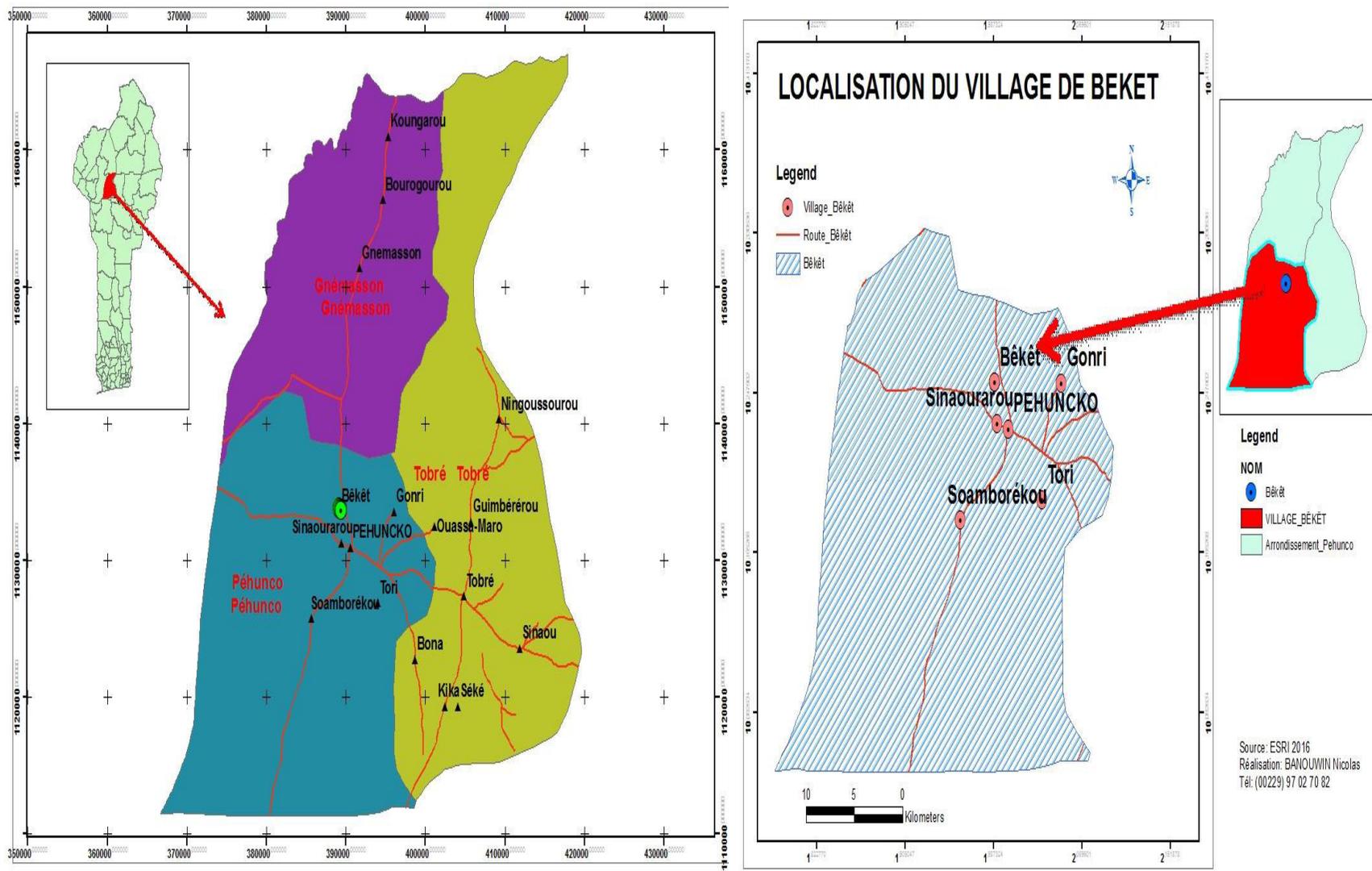


Figure 1 : Situation de village Békét dans Pehunco



Figure 2 : Réservoir barrage de Bèkèt dans son environnement

III.1.2. Le relief

La commune de Pehunco est située sur un terrain peu structuré et ondulé. Les altitudes se situent entre 300 à 400m ou dans les moyennes de 350m. Les vallées sont vastes sur plusieurs kilomètres. Cette commune est située dans une pénéplaine qui s'étire dans la ligne de partage des eaux entre les bassins du Niger et de l'Atlantique (Figure N°3).

III.1.3. Le climat, végétation et sol

La commune de Pehunco jouit d'un climat de type Soudano-guinéen, caractérisé par une saison de pluie, allant de mi-avril à mi-octobre, et une saison sèche allant de mi-octobre à mi-avril. Elle appartient à une zone agro écologique caractérisée par une pluviométrie qui oscille entre 800 et 1200 mm de pluie par an et répartie sur près de 170 jours. La température moyenne est 26°C avec un maximum au cours du mois de février, (Ousmane K., 2006).

La végétation dans son ensemble est faite de savane arborée et arbustive. Elle est arborée surtout dans la forêt classée et le long des cours d'eau où elle forme des forêts galeries. Il existe aussi une strate herbacée assez variée mais composée en majorité de graminées. Les ressources forestières occupent un domaine classé qui couvre 207 km², soit 1,09 % environ de la superficie totale. Ces ressources forment pour la plupart des galeries forestières. La faune de Pehunco est faite de phacochères, de singes, de buffles et autres petits gibiers qu'on rencontre surtout dans les forêts classées de la commune (Ousmane K., 2006).

La roche mère qui constitue le sol dans la commune de Pehunco est du gneiss à biotite compris dans le dahoméen. Ces substrats géologiques ont donné naissance à des sols ferrugineux tropicaux lessivés non concrétionnés et sablonneux. Le sous-sol se compose de gneiss, schiste et migmatite couverte par une couche argilo-sableuse (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984).

III.1.4. L'hydrographie

La commune de Pehunco est drainée par le fleuve Mékrou dans les arrondissements de Pehunco et de Gnèmasson et par de nombreuses rivières à régime torrentiel telle que l'Alibori dans l'arrondissement de Tobré non loin du village Kika. Ce réseau hydrographique est complété par des cours d'eau dont la plupart ont un caractère saisonnier. C'est sur les bras de ces cours d'eau que sont implantées les huit (08) retenues d'eau de la commune comme l'indique la Figure N°4

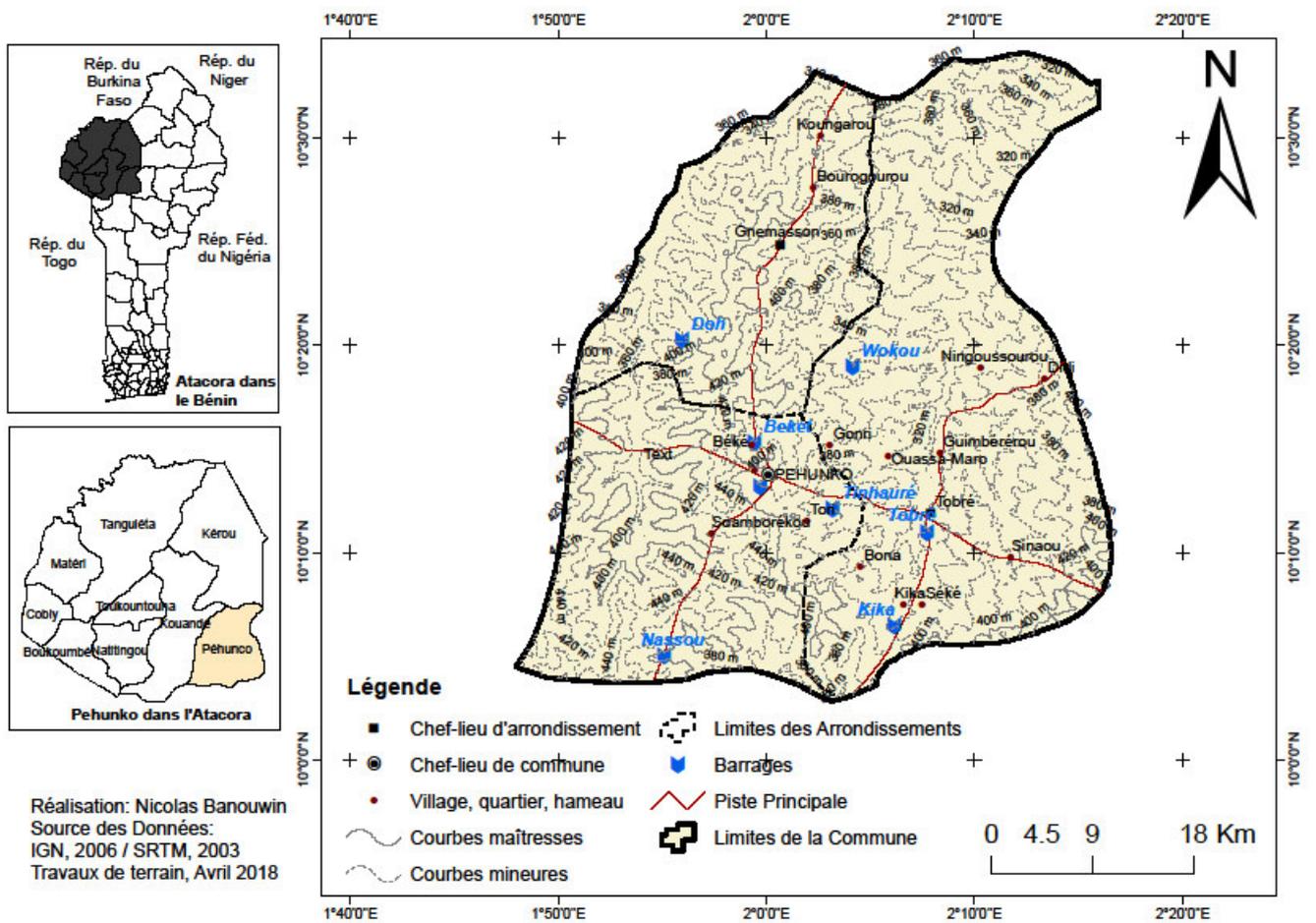


Figure 3 : Carte topographique de Pehunco

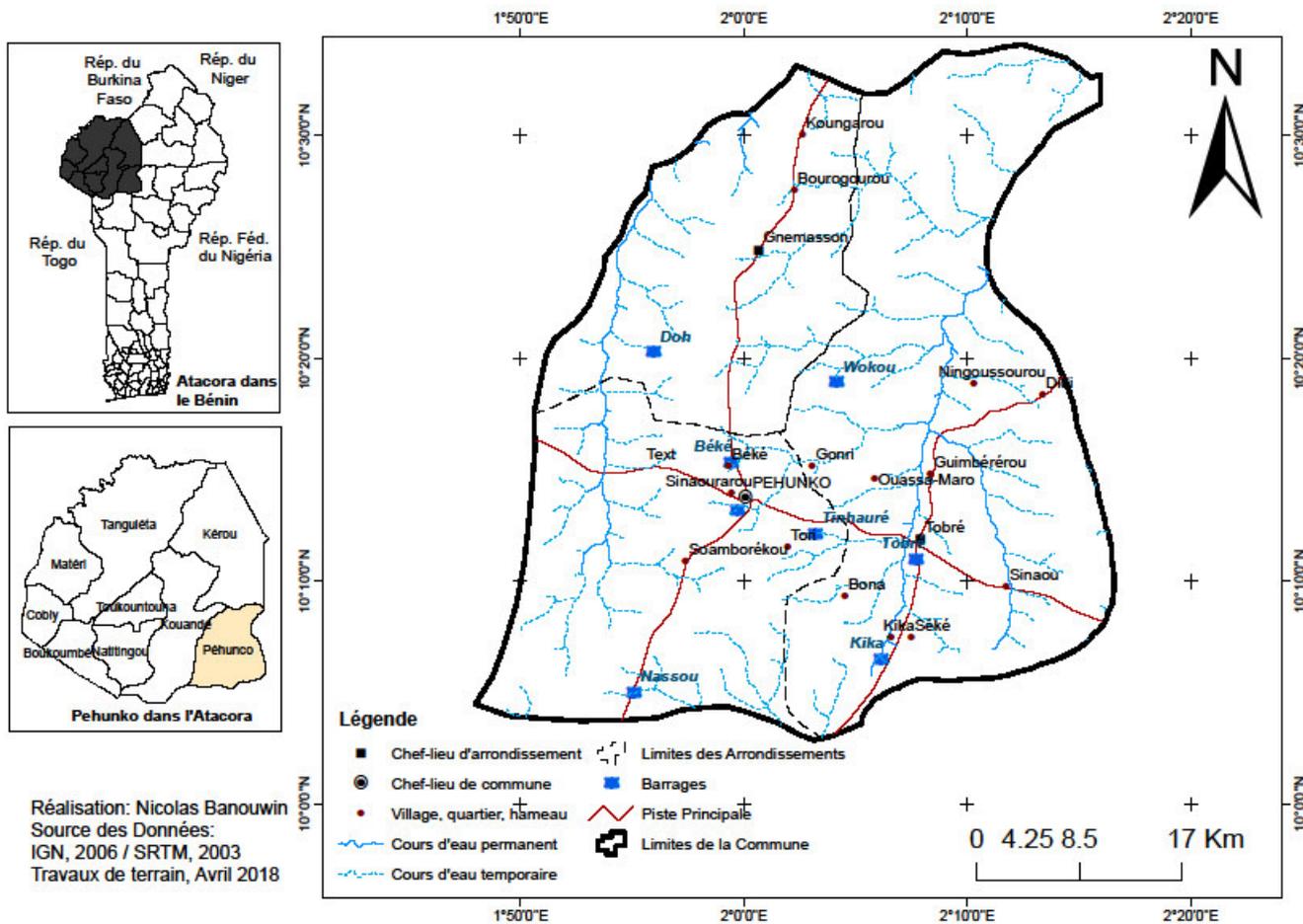


Figure 4 : réseau hydrographique et situation des points d'eau (Barrages)

III.1.5. Milieu humain

Population

La population rurale selon le dernier recensement avoisine les 40 000 habitants. Cette population est composée de divers groupes ethniques dont les baribas, les peulhs et les nationalités mineures (de point de vue effectifs) telles que les Natimba, les ditamari, les Djerma et les Haoussa (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984).

Activités socio-économiques

L'agriculture et l'élevage sont les activités principales de la majorité de la population de la commune. L'économie de la commune de Pehunco est basée donc sur l'exploitation des ressources naturelles telles que les terres, le pâturage, les eaux de surfaces en agriculture et l'élevage. Les terres cultivables sont encore disponibles même si leur fertilité est en baisse. La disponibilité des pâturages et les eaux de surface pendant une grande partie de l'année est favorable à l'élevage des bovins, des petits ruminants et de la volaille. L'agriculture très extensive est aujourd'hui en difficulté parce que les terres neuves sont presque épuisées, l'accroissement de la population et l'augmentation des superficies emblavées ne permettent plus le renouvellement de la fertilité des sols par la pratique de la jachère. Cette situation combinée avec l'augmentation des aléas climatiques suggère l'intensification de l'agriculture et la maîtrise de l'eau. Ceci devra induire le changement des pratiques agricoles et la professionnalisation de la production pour passer de la cueillette à une agriculture économique réfléchie. Les cultures les plus pratiquées sont essentiellement le coton, le maïs, le sorgho, l'arachide.

L'élevage est aussi à la croisée des chemins. Il se pratique dans la commune de Pehunco de façon traditionnelle. Les espèces les plus importantes élevées dans la commune sont les bovins, ovins caprins et les volailles. L'élevage des bovins de Pehunco, représente plus de 15% de celui du département de l'Atacora.

Les bouviers constituent la main d'œuvre qui assure l'élevage des bovins. L'effectif du cheptel bovin est de 43 000 têtes dont 5000 autour du barrage réservoir de Bèkèt (Bétail provenant de Bèkèt centre et sokoro gah).

Ces secteurs restent confrontés donc aux doubles défis de professionnalisation et de diversification répondant aux marchés locaux, nationaux, régionaux et internationaux à travers des filières organisées (SCDA – Pehunco, 2010)

En ce qui concerne la pisciculture, la commune dispose des rivières (Mékrou et Alibori) où se pratique la pêche traditionnelle; de huit (08) retenues d'eau empoissonnées où la pêche est faite grâce à des comités villageois formés par le Projet de Promotion de l'élevage dans

l'Atacora (PPEA). Le Tylapia est le poisson d'eau douce pêché dans les eaux de la commune (Ousmane K., 2006).

III.2. Méthodologie de collecte des données

III.2.1. Recherches documentaires

Elle a consisté à la recherche et à l'exploitation des documents relatifs à l'étude. Ces documents se composent essentiellement d'études scientifiques, de rapports, de monographie de la commune de Pehunco et surtout de supports cartographiques.

III.2.2. Enquêtes auprès des populations et relevé de terrain

Cette enquête a pour but d'examiner le fonctionnement du comité de Gestion du réservoir barrage de Bèkèt et ses objectifs. Des entretiens (focus-groups) ont été conduits auprès des éleveurs, agriculteurs, pêcheurs et maraîchers. Nous avons eu également des entretiens avec les responsables du comité de gestion.

L'ensemble est complété par les observations directes et les relevés faits sur le terrain dont l'identification des points de dégradation des parties d'ouvrages comme la digue, le déversoir et l'état de la cuvette (figure N°5)

Le matériel de collecte de données comprend :

- ✓ Des fiches d'enquête qui sont des guides d'entretien (voir en annexe);
- ✓ Un GPS de marque Garmin;
- ✓ Les images satellitaires
- ✓ Un décamètre de 50m de portée ;
- ✓ Un appareil photo numérique.

Ces données ont été ensuite traitées avec les outils tels que:

- ✓ Un Ordinateur munit du système d'exploitation Windows 10;
- ✓ Des logiciels: Word 2010, Excel 2010; Google earth, Global MAPPER, ARGIS

Les formules mathématiques suivantes ont été utilisées pour l'estimation du taux de comblement en éléments solides de la cuvette :

- ✓ Formule de GOTTSCHALK (Gueye, 2014).

$$D = 260 \times S^{-0.1}$$

Avec :

S= surface du bassin versant en km²

D= dégradation spécifique annuelle en m³/km²/an

- ✓ Formule du CIEH-EIER (DRAHRH/ Centre Est, 2006): Estimation du taux de comblement de barrage

$$D = 700 * \left(\frac{Pm}{500}\right)^{-2,02} * S^{-0,1}$$

Avec :

Pm = pluviométrie moyenne annuelle en mm

S= surface du bassin versant en km²

- ✓ Formule de GRESILLON modifiée ou formule de KARAMBIRI (KARAMBIRI A., 1998)

$$D = 137 * \left(\frac{P}{700}\right)^{-2,02} * S^{-0,05} * [0,25 + 1,13 * (h + r)]^{1,15}$$

$$V = D * S$$

Avec D : Dégradation spécifique annuelle (m³/km²/an)

V : Volume annuel de dépôts solides (m³/an)

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

S : Superficie du bassin versant (km²)

h : Paramètre anthro

r : Paramètre morpho

La formule résumé D de la dégradation spécifique annuelle est la suivante

$$D = 137 * \left(\frac{P}{700}\right)^{-2,02} * S^{-0,05} * K$$

Avec k dépendant des paramètres h et r



Figure 5 : Points relevés sur le terrain

IV. RESULTATS

IV.1. Le barrage réservoir de Bèkèt et ses caractéristiques

Le barrage réservoir de Bèkèt a les caractéristiques ci-après (Hurnung, 1986) :

Construit sur une rivière affluent de l'Alibori en 1986, le barrage a un bassin versant de 4,5km², une cuvette de 35000m³ de volume utile, une digue de 146m et un déversoir de 21m (Figure N°6).

Cet ouvrage était exclusivement à but pastoral et devait permettre l'abreuvement de 6700 têtes de bovin dans un rayon de 5km (B.KRAUTHAUSEN et O YOROUBA, 1984).

L'ouvrage, après 30 années d'utilisation a connu une réhabilitation partielle financée par le Projet d'Appui aux Filières Lait et Viande (PAFILAV). Les travaux de rehabilitation sont essentiellement le reprofilage de la digue, la protection partielle en pierre du talus amont de la digue, l'enherbement du talus aval, la protection du chenal en perré maçonnés et la reprise du siphon dispositif de pompage d'eau vers l'abreuvoir.



Figure 6 : Digue et déversoir du barrage de Bèkèt

IV.2. Utilisation du barrage réservoir de Bèkèt : activités économiques autour de l'ouvrage

La diversité des sollicitations auxquelles est soumis le barrage réservoir de Bèkèt, fait de cette infrastructure un atout majeur pour le développement de la localité. En effet, les principaux usages que la population fait de l'eau du réservoir ont été regroupés comme suit : les usages domestiques, l'usage agricole, l'usage pastoral et l'usage piscicole.

IV.2.1. Les usages domestiques

Habituellement les populations rurales ont tendance à s'installer à proximité ou le long des cours d'eau afin de faciliter l'approvisionnement en eau. Au Benin, de nombreux barrages ont été construits pour l'approvisionnement en eau des populations et pour le bétail. En dehors de ce type de consommation, on a la lessive et parfois la vaisselle, qui constituent aussi des formes d'usages de l'eau, et non des moindres. C'est ainsi que les populations des villages environnants de Bèkèt exploitent l'eau de cette retenue à des fins domestiques. Les peulhs et les populations autochtones s'adonnent à la lessive, la vaisselle, les lavages de moto en aval dans les aires aménagées à cet effet.

On note aussi les prélèvements de l'eau pour la confection des briques et la construction d'habitats. Par ailleurs, il y a des prélèvements qui sont fait à l'aide de camions citernes pour constructions d'infrastructures publiques. Selon les habitants, l'eau du barrage a servi pour la réalisation de presque toutes les habitations de Bèkèt et villages environnants, ce qui limite ainsi les coûts de construction. En somme, le barrage a permis la disponibilité d'une ressource en eau abondante qui a avantageé aussi les principales activités artisanales du village telles que la transformation d'aliments (lavage) ou la construction (confection des briques).

IV.2.2. Les usages agricoles

L'eau du réservoir de Bèkèt n'est pas directement exploitée à des fins agricoles. Mais cette eau favorise la remontée de la nappe et permet le développement du maraîchage en aval à 800m environ de la digue (Figure 7). En effet, deux puits tubés (forages de 5m de profondeur) avec une motopompe permettent de remplir des bassins pour l'irrigation d'environ 1,5ha de cultures maraîchères telles que l'oignon et quelques légumes feuilles. Ce périmètre maraicher est installé depuis 2005 et les vingt et un (21) exploitants sont exclusivement des femmes constituées en groupement dont le bureau est composé de sept (07) membres. Les recettes annuelles issues des ventes des produits maraîchers varient entre un million (1 000 000) et un million cinq cent mille (1 500 000) FCFA. Cette coopérative ne paie aucune redevance ni à la commune ni au comité de gestion du barrage de Bèkèt



Figure 7 : Site maraîcher en aval du barrage

IV.2.3. L'usage pastoral

L'élevage est pratiqué par la quasi-totalité des ménages de Bèkèt. Ces ménages détiennent chacun quelques animaux sans compter la volaille présente chez tous. Ces animaux sont constitués en majorité de petits ruminants (ovins, caprins). Pour ce qui est du gros bétail, les ménages détiennent les bœufs de traits et chez les éleveurs peulhs, un important cheptel. L'effectif du cheptel bovin autour du barrage est estimé à 5000 têtes au moins (secteur élevage de Pehunco).

Ce cheptel bovin est reparti dans dix-huit (18) camps peulhs installés autour de l'ouvrage (figure 8) et leurs animaux s'abreuvent dans le réservoir barrage (figure 9). A cet effectif s'ajoute le cheptel transhumant. Des résultats de l'enquête effectuée auprès des éleveurs, le réservoir n'arrive plus à satisfaire les besoins en eau croissant du cheptel pour deux raisons : l'accroissement de l'effectif du bétail et la réduction croissante du volume d'eau disponible dans la cuvette. Un bureau de groupement formé de cinq (5) membres s'occupe du volet abreuvement du bétail.

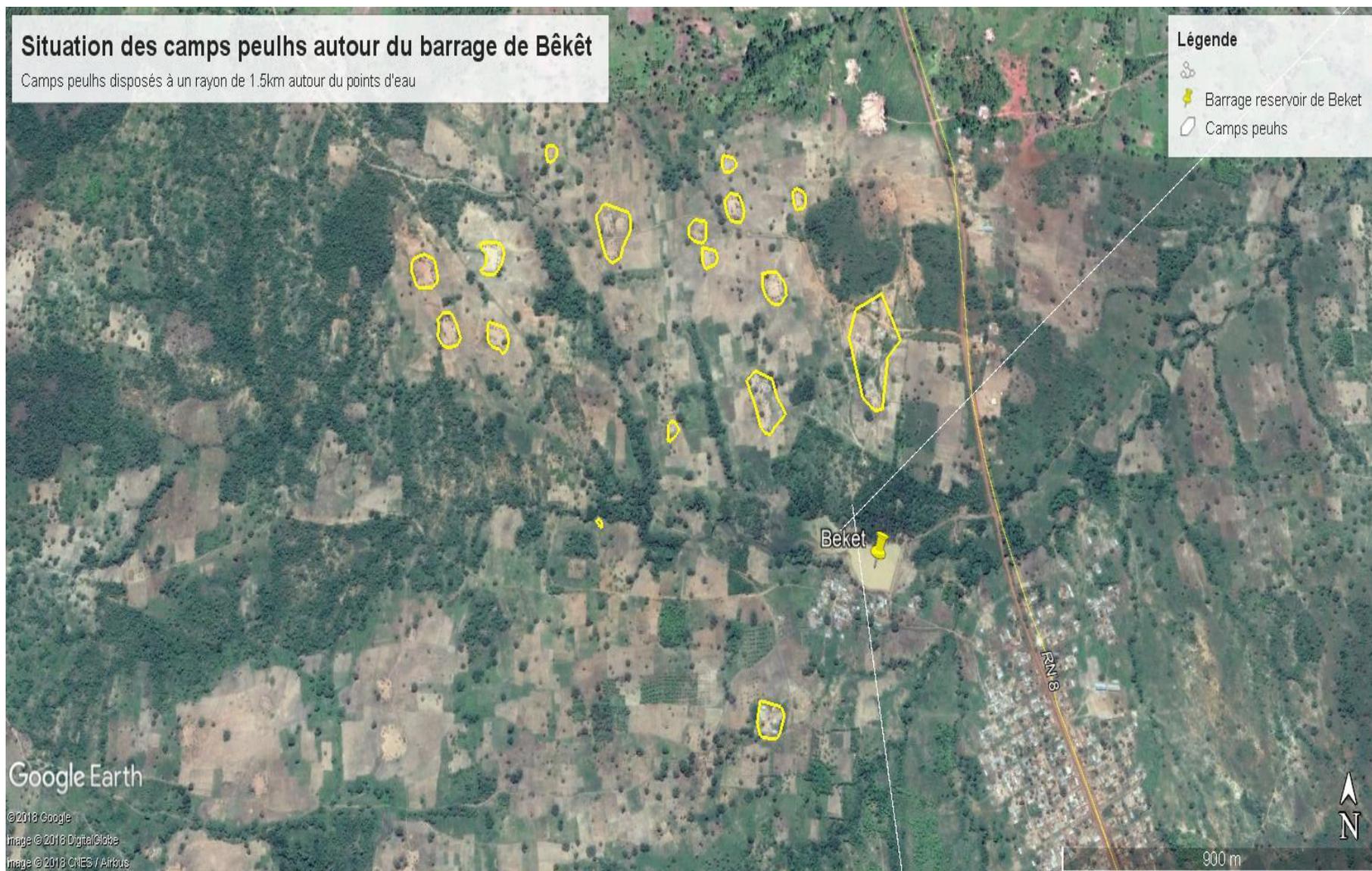


Figure 8 : Situation des camps peulh autour de la retenue d'eau



Figure 9 : troupeau de caprins en direction de la retenue d'eau

IV.2.4. L'usage piscicole

La pêche est aussi une des activités qui est menée au niveau de la retenue d'eau de Bèkèt. Cependant, elle ne mobilise pas autant de monde que l'agriculture et l'élevage. La pêche à Bèkèt est organisée par le comité de gestion qui sollicite l'appui des professionnels.

La cuvette est riche en poissons d'eau douce dont le Tilapia et les silures. L'ensablement avancé du barrage et la remontée de la boue rend cette pêche difficile empêchant la capture des poissons. Le début de la saison pluvieuse est la période à laquelle les prises de poissons sont les plus importantes.

Cette activité génère des recettes de l'ordre de deux cent quatre-vingt mille (280 000) FCFA par an.

IV.3. Diagnostic de l'état actuel du barrage réservoir de Bèkèt

Le diagnostic du barrage de Bèkèt consiste à faire un état des lieux, le fonctionnement des différentes parties de l'ouvrage (digue, évacuateur de crue, cuvette et diguette de protection) et de sa gestion. Aussi, l'inspection de son bassin versant serait-il nécessaire.

IV.3.1. La digue et l'évacuateur de crue

La digue, ouvrage en remblai de 5m de hauteur maximale au point le plus bas du talweg, fonctionne bien. Son inspection ne présente aucune érosion et aucune fuite d'eau en aval. Les arbustes et termitières ont été débarrassés pendant les derniers travaux financés par le PAFILAV. Mais au niveau du talus amont de cette digue, on constate le départ des pierres qui protégeaient l'ouvrage de l'érosion dues aux effets du batillage (figure N°10).



Figure 10 : Talus amont digue, absence de protection en pierre

En ce qui concerne l'ouvrage d'évacuation des crues, l'inspection du seuil déversant, du bassin de dissipation, du chenal et des murs bajoyers ne présente aucune trace ni d'érosion ni de fissuration : l'ouvrage fonctionne donc bien et supporte la crue à laquelle elle est soumise

IV.3.2. La cuvette

La cuvette du barrage de Bèkèt était un réservoir de 35000m³. Elle est à ce jour fortement comblée de dépôts solides (figure 10). Les alluvions charriées par les eaux de ruissellement s'accumulent progressivement réduisant la capacité de stockage en eau du réservoir en faisant prospérer le développement des plantes aquatiques. Ce résultat est dû à l'érosion hydrique, provenant essentiellement de l'action agressive des eaux de ruissellement, elle permet le transport et le dépôt des éléments fins du sol dans le barrage.

Des griffes d'érosion jonchent aussi les berges de la cuvette drainant vers cette dernière le sable. (Figure 11)



Figure 11 : *Cuvette comblée de dépôts solides et érosion des talus*

L'observation de l'amont immédiat de cette cuvette présente une exploitation des terres pour la culture du maïs et des ravins non protégés contre l'érosion hydrique (Figure 12).



Figure 12 : *exploitation de l'amont immédiat pour des cultures*

Cette cuvette, vue son état actuel et sa capacité réduite de stockage en eau ne joue plus vraiment le rôle qui lui était assigné. Le niveau élevé de boue ne permet aussi plus la pratique de la pêche qui a souvent lieu en fin de saison sèche.

Une évaluation du volume de dépôt solide pendant les 29 ans de durée de vie (1988-2017) de l'ouvrage donne :

Formule de GOTTSCHALK : 29 191m³

Formule du CIEH-EIER (GRESILLON): 11 398m³

Formule de GRESILLON modifiée ou formule de KARAMBIRI : 13 000m³ (voir note de calcul en annexe 2).

Par ailleurs, les études préliminaires sur l'installation de ces ouvrages (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984) ont permis d'estimer les volumes de sédimentation à 300m³ par an et par km².

La formule de KARAMBIRI donne un résultat proche de celle de GRESILLON et paraît plus probant car l'ouvrage garde de l'eau jusqu'à la saison des pluies même si cette eau est mélangée à la boue. La cuvette du barrage réservoir de Bèkèt serait ensablée à environ 50% de sa capacité.

En ce qui concerne la qualité de l'eau de la cuvette, elle résulte des types de déchets drainés par les eaux de ruissellement. Cette eau mélangée à la boue a une couleur rougeâtre surtout quand son niveau baisse en période sèche. Des déjections humaines, animales et des produits chimiques issus de la production agricole dans le village et le bassin versant contribuent certainement à la pollution de l'eau de la cuvette.

La lessive est pratiquée en aval de la cuvette. En effet des aires de lessives sont aménagées pour éviter la pollution de cette eau par des détergents (figure 13).

Au cours de nos enquêtes, aucun cas d'intoxication d'animaux et de poissons dus à l'eau de cette cuvette n'a été signalé.



Figure 13 : Pratiques de la lessive en aval de la cuvette

IV.3.3. Le bassin versant de la retenue d'eau

Le bassin versant, délimitée (figure 14), aire de collecte des eaux vers le réservoir du barrage de Bèkèt, est un lieu de culture par excellence. En dehors de la zone de protection en forêt galérique à la rive gauche de la cuvette, aucune mesure anti érosive ne se pratique pour la réduction de l'érosion. Ce qui contribue certainement au comblement de la cuvette.

Selon la figure 15 ci-dessous, les zones d'occupation du bassin versant, constituées soit par des camps peulhs ou des cultures (coton et céréales) ont été délimitées à partir de Google Earth et leurs superficies calculées via global GLOBAL MAPPER. Les résultats sont consignés dans le tableau N°1 ci-dessous. La superficie de ces zones d'occupation représente 34% de la superficie totale du bassin.

Tableau 1 : Calcul des superficies occupées par des habitats ou cultures dans le bassin versant

Zones d'occupation	Superficie (km²)
Zone de culture et habitat N°1	0,0425
Zone de culture et habitat N°2	0,09
Zone de culture et habitat N°3	0,1348
Zone de culture et habitat N°4	0,1997
Zone de culture et habitat N°5	0,1692
Zone de culture et habitat N°6	0,601
Zone de culture et habitat N°7	0,04227
Zone de culture et habitat N°8	0,03799
Zone de culture et habitat N°9	0,1054
Zone de culture et habitat N°10	0,1076
Total Superficie occupée	1,53046

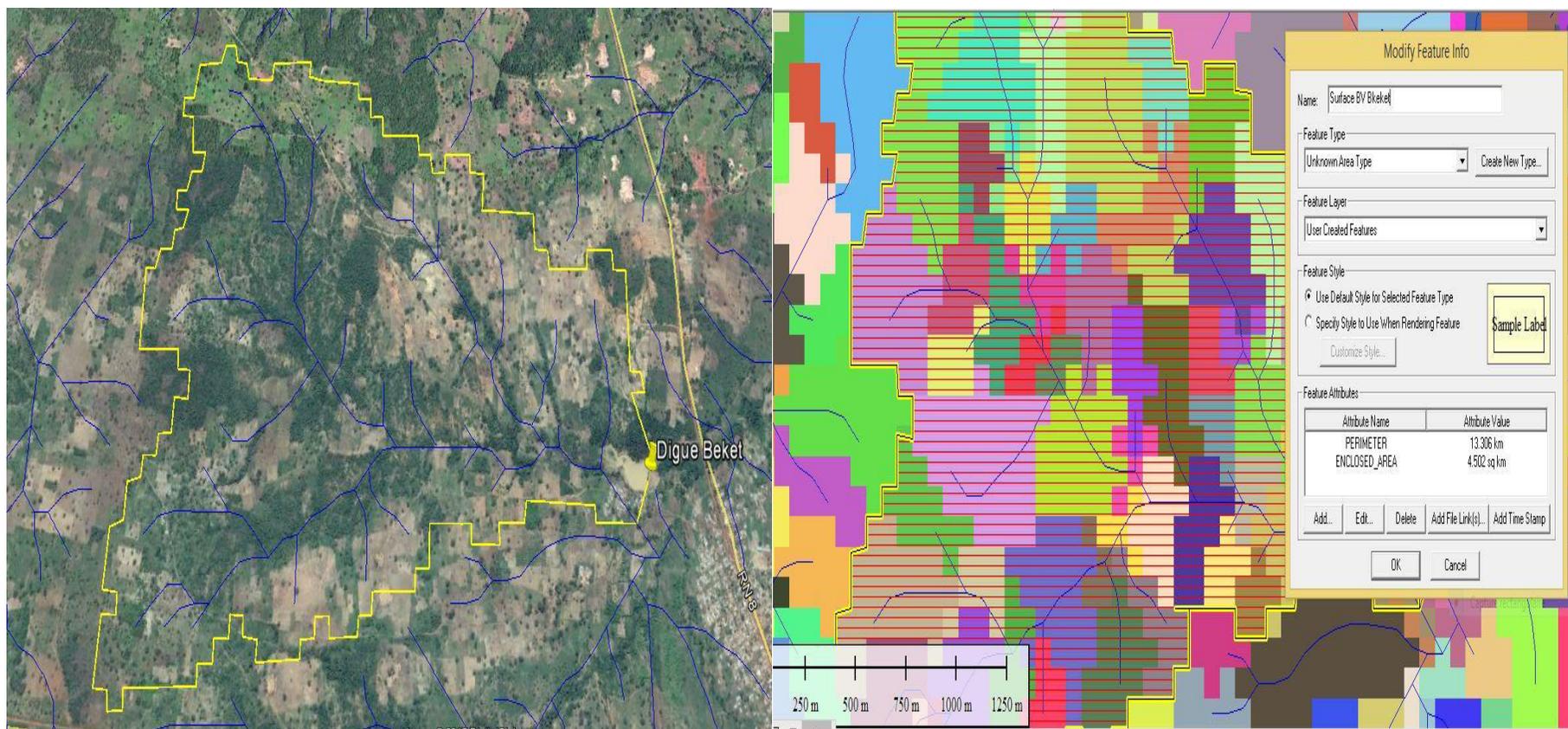


Figure 14 : délimitation et calcul BV Bèkèt

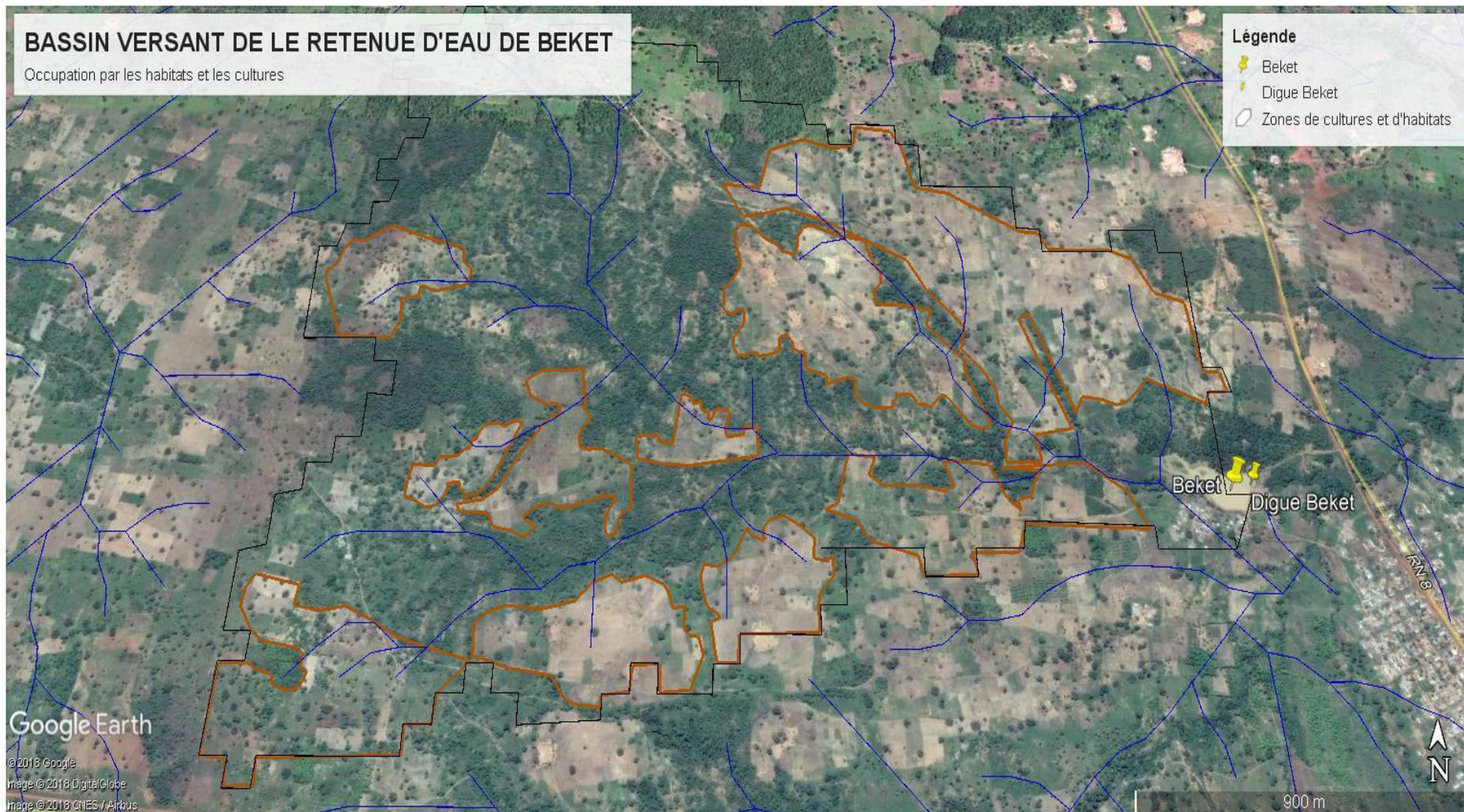


Figure 15 : Occupation des sols du BV Bèkèt

IV.4.Le comité de gestion

Le comité de gestion (CoGes) du réservoir barrage de Bèkèt est composé de trois membres à savoir le président, le secrétaire et le trésorier. Ce comité est mis en place en 1989 et a été renouvelé une seule fois en 1994. Il s'occupe beaucoup plus de l'organisation des activités de pêche.

Le rôle qui lui est dévolu lors de sa mise en place est entre autre celui de:

- Assurer la maintenance physique des différentes parties du barrage (contrôle et la surveillance de proximité de l'exécution des entretiens et maintenances, participer dans la mesure de ses possibilités à l'exécution des réparations importantes des dégradations) ;
- Faire respecter par les éleveurs les couloirs d'accès définis de commun accord
- Assurer la surveillance de la zone de protection (forêt galerique mise en place autour de la cuvette) du barrage
- Surveiller et faire réparer les fuites éventuelles au niveau de la digue ;
- Surveiller les activités de pêches et gérer les fonds issus des ventes
- Assurer le recouvrement de la redevance sur l'eau au niveau de chaque éleveur de gros ruminants;
- Représenter les bénéficiaires auprès de la commune, de l'administration et de toute organisation décisionnelle en rapport avec l'objet du CoGes.
- Veiller à la bonne marche des activités du CoGes et à la gestion saine et transparente de ses ressources;

Mais depuis la fin du projet PPEA en 2000, selon les résultats des enquêtes effectuées, le comité de gestion du barrage réservoir de Bèkèt, à l'instar des comités des autres barrages de la localité ne joue plus pleinement son rôle. Ses activités se sont focalisées que sur la pêche. Il est donc constaté autour de la retenue d'eau le non-respect des couloirs d'accès, l'installation anarchique des champs aux abords immédiats de la cuvette et l'arrêt du paiement des redevances de l'utilisation d'eau par les éleveurs.

V. DISCUSSION ET ANALYSES

Des résultats issus du traitement des données du terrain, il résulte :

V.1. Discussion sur l'état actuel des infrastructures du barrage réservoir

V.1.1. Digue et évacuateur de crue

La digue et l'évacuateur de crue du barrage de Bèkèt jouent encore pleinement leur rôle. L'étanchéité, le manque d'érosion et d'affaissement sur la digue témoignent de son bon état et de la qualité des travaux de remblai de l'équipe d'exécution. Néanmoins le talus amont a été débarrassé des protections en moellons. Cette protection joue un rôle important dans la protection de la digue: lutte contre les effets de batillage qui arrachent les éléments solides du corps de la digue.

En ce qui concerne l'évacuateur de crue, elle fonctionne aussi bien et continue par évacuer la crue à laquelle elle est soumise.

Au niveau de ces deux parties d'ouvrages, les travaux d'entretien se résument au dégagement des arbustes, des termitières par le comité de gestion.

Les travaux de confortement de la digue par la protection du talus amont s'avèrent nécessaire. Cette activité ne nécessite pas une aide extérieure mais une mobilisation de la population par un apport de moellon. Les charrettes tractées par les bœufs peuvent être mise à contribution en lieu et place des camions. En ce qui concerne la technique de protection du talus, les moellons et empierrements préalablement approvisionnés seront posés, serrés des uns contre les autres aussi jointivement que le permet leur forme (figure 16). Les vides entre les moellons ou les empierrements seront remplis au moyen de pierrailles de façon à réduire au maximum les espaces interstitiels (Jean-Maurice DURAND et al, 1998).

Quant au talus aval, il serait aussi nécessaire de mettre en place un drain de pied de talus et renforcer l'enherbement. La construction du mur de crête de digue pourra renforcer le remblai en place et empêcher l'apparition des griffes d'érosion causées par le ruissellement vers l'aval, cette crête de digue étant utilisée comme chaussée pour les charrettes, piétons, motocyclistes et autres).

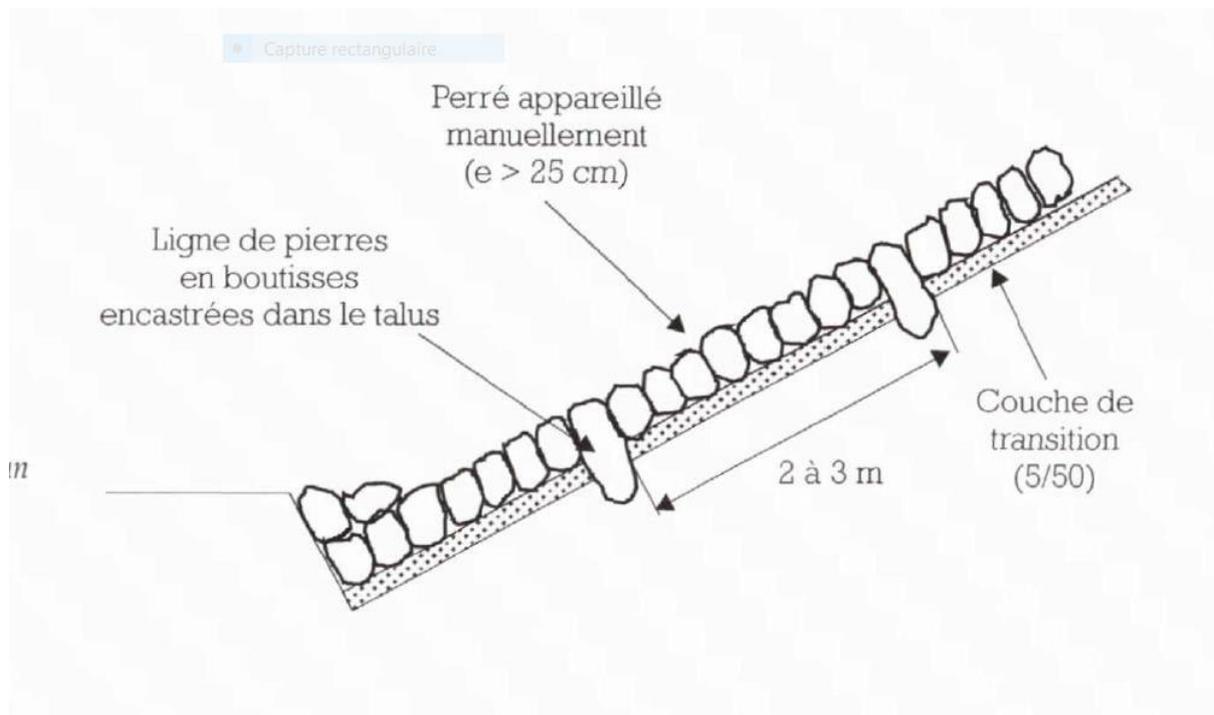


Figure 16 : mode de protection durable du talus amont des digues en remblai (source : Technique des petits barrages en Afrique Sahélienne et équatoriale)

V.1.2. La cuvette

Les résultats des calculs et observations de la cuvette montre son ensablement, élément principal jouant le rôle de réservoir d'eau à cause duquel l'ouvrage est mis en place.

Les volumes de dépôts trouvés selon les trois formules précédentes montrent une disparité des résultats. Nous constatons tout de même que la cuvette est ensablée à plus de 80%.

Néanmoins, le barrage réservoir de Bèkèt a fait ses preuves et a satisfait aux besoins des populations, éleveurs et agriculteurs pendant plus de deux décennies. Les études de faisabilité sur ces ouvrages avaient prévu un curage de la cuvette tous les 10 ans au moins, (B. KRAUTHAUSEN et Dr SAKA G. Saleh, 1984).

La durée de vie d'un réservoir de surface d'eau en Afrique tropicale est fortement tributaire de l'intensité de l'érosion qui affecte l'aire de captage (K.A. Edward et al, 1988). Le curage régulier au moins deux fois pendant cette durée de vie aurait réduit le volume de dépôt solide actuellement présents dans la retenue.

Le dragage de cette cuvette constitue aujourd'hui une grosse activité du fait de son coût qui n'est pas à la portée des usagers, même si l'opération remettra l'ouvrage à son état initial. La mobilisation d'une contrepartie financière doit être envisagée afin de soumettre ce projet à des partenaires techniques et financiers. Dans tous les cas, la réhabilitation du barrage réservoir de

Bekêt est la meilleure alternative à la construction d'un ouvrage neuf (recherche d'un nouveau site, étude de faisabilité, coût élevé du remblai, rareté des terres déjà occupées par des productions et installation d'infrastructure de production autour de Bèkèt). C'est pourquoi « La problématique de l'envasement doit être traitée de manière détaillée et approfondie lors des études de projet de barrage. Les travaux jugés nécessaires pour contrôler, empêcher, réduire le risque d'envasement doivent être intégrés dans le coût du barrage lors de sa construction » (institut méditerranéen de l'eau, 2010).

V.1.3. Le bassin versant

Le bassin versant est la composante à préserver pour la pérennité de la retenue. L'analyse de l'occupation du bassin versant du barrage de Bèkèt montre une occupation de 1.53km² soit 34% en habitat (camps peulh) et exploitations pour l'agriculture. Malgré cette occupation, aucune mesure anti érosive ne se pratique dans cette aire. Au contraire, l'extension des champs contribue à la déforestation et facilite l'érosion hydrique qui se traduit par la sédimentation dans les cours d'eau, la pollution des eaux de surface par les sédiments et substances polluantes érodées (Mutiviti, 2011).

L'agriculture notamment la production de coton contribue à la pollution de l'eau par l'utilisation des pesticides nuisibles pour la prospérité de la pisciculture dans le réservoir. Il a été démontré que l'agriculture influe sur la qualité de l'eau par deux voies : la pollution ponctuelle et non ponctuelle (diffuse). La pollution diffuse causée par l'agriculture a cours principalement en raison de deux causes indépendantes (FAO, 2001b). Premièrement l'application excessive des produits agrochimiques qui s'infiltrent par la suite dans les eaux souterraines ou le ruissellement des eaux de surface. Deuxièmement les techniques « modernes » d'agriculture mécaniques et en particulier l'enlèvement de la végétation et l'intensification des labours qui dégradent l'écosystème et la couche de terre/végétation et démunies sa capacité de fournir plusieurs systèmes écosystémiques important pour le maintien de la qualité de l'eau (FAO, WWDR 2018).

De même, les animaux participent à cette pollution de l'eau à travers les déjections et l'ensablement du barrage par l'effritement des berges.

Une gestion durable du bassin versant particulièrement de l'infrastructure hydraulique passe par des mesures de protection à travers l'application des normes réglementaires nécessaires et une meilleure orientation en matière de valorisation des ressources du barrage. Cette option a été décomposée en ensembles d'actions concourant au développement économique et social à

travers la lutte contre la pauvreté et au respect de l'environnement telles que décrit dans le schéma suivant (Blaise Ouédraogo et all 2010)

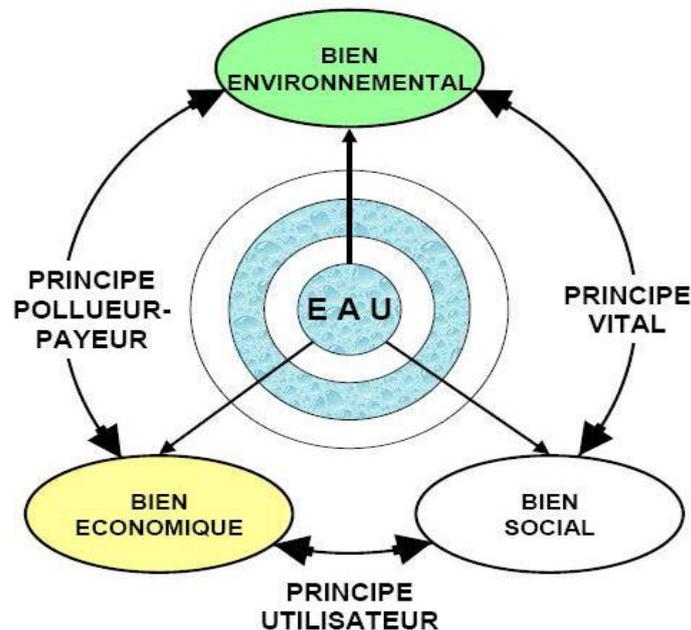


Figure 17 : L'eau au centre du développement durable (source : Etudes de faisabilité d'options de gestion intégrée et concertée du barrage de Yakouta, Région du Sahel, Burkina Faso, 2010)

V.2. Discussion sur le fonctionnement du comité de gestion

La formation et le fonctionnement du comité de gestion montre un manque de dynamisme de cet organe. Ce comité assume peu son rôle régalien qui lui est dévolu : Manque de cotisation des différents usagers de l'eau du réservoir, pas d'assemblée générale ordinaire régulière, manque de renouvellement. Il devrait réunir et faire participer tous les usagers du barrage à sa pérennité.

Des résultats des enquêtes, un bureau restreint de gestion de chaque groupe d'utilisateur (maraîchers, éleveurs) existe. Mais ces groupes ne participent ni financièrement ni en travaux de maintenance et d'entretien de la pérennisation de l'ouvrage.

Le comité doit être constitué d'un nombre limité et agissant de membres (souvent une douzaine mais quelquefois moins) élus par une assemblée générale constituée de l'ensemble des usagers et se répartissant au sein d'un bureau et de commissions techniques. Le bureau comporte au moins un président et un trésorier. Le rôle du président est d'être le garant de la bonne gestion du point d'eau. Le ou les trésoriers s'occupent des finances et de la comptabilité. D'autres membres peuvent venir compléter le bureau : un secrétaire chargé, entre autres, de la gestion administrative du comité et parfois d'autres membres tels que des

représentants des commissions techniques, de la municipalité ou d'autres associations, de femmes notamment dont la représentation devrait d'ailleurs être généralement renforcée. Ce bureau est l'organe exécutif, il s'assure le bon fonctionnement des commissions techniques et s'assure de la bonne gestion et de la maintenance du point d'eau, (WIKIWATER C6)

Les autres membres, en plus de débattre et de voter les décisions ou budgets proposés par le président et le trésorier, se répartissent au sein des commissions techniques. Elles sont souvent au nombre de quatre : « finance », « maintenance », « santé/hygiène liée à l'eau » et « valorisation des surplus ».Chacune des commissions doit réaliser les mesures décidées par le comité qui concernent son champ d'action, sous la supervision du bureau. Leurs membres doivent recevoir pour cela des formations adaptées à chaque commission (WIKIWATER C6) La pérennité du barrage réservoir dépend donc du bon fonctionnement du comité de gestion.

V.3. Discussion sur le bénéfice apporté par l'eau du barrage

Des observations et enquêtes sur le terrain, l'eau du barrage réservoir de Bèkèt permet :

- ✓ L'abreuvement du cheptel (bovin d'élevage et de culture attelée, ovins caprins) au moins 5000 têtes de bovins,
- ✓ La recharge de la nappe rendant les puits maraîchers productifs
- ✓ Le développement du maraichage sur une superficie d'au moins 1.5ha utilisée par 21 femmes avec un revenu annuel de 1 200 000 FCFA soit 60 000 F par exploitante. Ce revenu ne prend pas en compte les consommations domestiques en légumes tirées du maraichage. Cette eau n'étant directement puisée de la cuvette, sa qualité est meilleure pour le maraichage et limite la présence des coliformes fécaux dans les légumes produits sur cet espace. Cette activité est exclusivement féminine contribuant ainsi à la promotion du genre.
- ✓ L'approvisionnement en eau pour les travaux domestiques,
- ✓ Le développement de la pisciculture
- ✓ De maintenir un écosystème

L'eau de cette retenue contribue donc au développement de l'agriculture, de l'élevage de cette zone rurale et joue un rôle très important pour la prospérité de ses habitants

La valorisation de l'eau de ce réservoir passe par le curage de la cuvette, la protection de son bassin versant en vue de la pérennisation du point d'eau.

V.4. Recommandations

Des discussions et analyses ci-dessus, des actions urgentes s'avèrent indispensables pour restaurer l'état et la gestion du barrage réservoir de Bèkèt permettant de mieux tirer profit de l'ouvrage :

V.4.1. Curage ou dragage de la cuvette

Cette méthode permettra de restaurer le volume complètement initial de la cuvette. Cette opération se fera au moyen d'engin de génie civil (bulldozer, pelle mécanique et les camions benne). L'opération sera possible après pompage du volume résiduel d'eau dans le mois de mars (période du niveau bas des eaux dans la cuvette). La méthode ci-après peut être envisagée :

- ✓ Déblai au bull de la partie plus ensablée et compacte après la mise en place d'une digue qui la séparera la partie 2 (moins ensablée) de la cuvette (Figure 16)
- ✓ Ouverture de la diguette provisoire et évacuation des eaux de la partie 2 vers la partie 1 de la cuvette. Une purge à la pelle mécanique sera donc possible pour le curage complet en préservant le pied de la digue.

Une estimation du coût prévisionnel des travaux à base des éléments précédents de calcul est dans le tableau ci-dessous et permettra au comité de gestion de soumettre aux partenaires techniques et financiers l'urgence des travaux.

Ces terres peuvent être utilisées pour l'enrichissement en fines de l'aval du barrage et permettant leur mise en valeur (H. KARAMBRI, 1998)



Figure 18 : Configuration de l'ensablement de la cuvette

Tableau 2 : Devis quantitatif et estimatif

REHABILITATION BARRAGE RESERVOIR DE BEKET

Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	Montant		
				Prix Unitaire	PTF	Population
I	Travaux préliminaires					
1,1	Installation - replis	ff	1	2500 000	2 500 000	
	Sous total I				2 500 000	
II	Travaux de terrassement					
2,1	Curage/dragage dépôt solide cuvette	m3	13 000	2 500	32 500 000	
2,2	Protection du talus amont et des berges de la cuvette en pierre sèche	m²	500	3 000		1 500 000
	Sous total II				32 500 000	1 500 000
III	Aménagement anti érosif					
3,1	aménagement de bassin versant par la mise en place des cordons pierreux dans les lignes d'écoulement d'eau	ha	4,5	500 000		2 250 000
3,2	Plantation d'arbres	ha	2	450 000		688 500
	Sous total III					2 938 500
TOTAL					35 000 000	4 438 500

V.4.2. Aménagement anti érosif du bassin versant de la retenue

Le travail à l'échelle du bassin versant nécessite une concertation entre tous les agriculteurs concernés par le territoire. Une volonté commune d'intervenir pour lutter contre l'érosion et une solidarité amont-aval sont donc indispensables. Une animation de terrain favorise la mise en place de cette concertation, et celle-ci doit s'ouvrir aux autres acteurs du territoire (élus, techniciens des collectivités, conseillers agricoles etc.).

V.4.2.1. Correction des ravines

L'érosion en ravine est une forme d'érosion régressive, érosion concentrée qui démarre de l'aval à partir d'un point de rupture de la topographie mettant à nu un horizon de sol sous-jacent plus fragile que la surface (Duchaufour, 1997).

Le traitement des ravines dans le but de les stabiliser est d'une extrême urgence. Ainsi, la stabilisation des lits de ces ravines en amont immédiat de la cuvette doit tenir une place essentielle dans les travaux d'aménagement. Par ailleurs, les travaux d'aménagement (mise en place des seuils en pierre sèche) doivent être entrepris durant les saisons sèches. Cela empêchera la détérioration des ouvrages et facilitera leur achèvement.

Cependant, ces travaux d'aménagement doivent s'inscrire dans un programme pouvant s'intégrer dans une nouvelle stratégie ayant pour objectif principal une meilleure gestion des ressources en eau et en sols, tenant compte des attentes et des besoins de la population rurale, principale partie prenante dans cet écosystème fragilisé.

V.4.2.2. Amélioration des systèmes de production dans le bassin versant

La conservation des sols dans le bassin versant de Bêkêt ne doit pas se limiter aux seuls ouvrages de lutte antiérosive mais doit allier aussi différentes pratiques et techniques agricoles qui permettent d'accroître la production et les revenus des paysans, tout en protégeant le sol et en maintenant sa fertilité. Aujourd'hui, les savoir-faire devraient être repensés dans un sens d'efficacité, de rentabilité et de durabilité. Il s'agit de certaines pratiques rentables, moins coûteuses et facilement reproduites par les paysans, et qui consistent à éviter toutes les actions favorisant le développement de l'érosion hydrique. Sur ce, les techniques agricoles suivantes sont nécessaires.

- ✓ Choisir des espèces en fonction de la nature du terrain.
- ✓ Ne pas cultiver dans le sens de la pente, mais selon les courbes de niveau
- ✓ Eviter la pratique du brûlis.
- ✓ Laisser les résidus de récolte sur le sol et apporter de la matière organique sous forme de fumier et de compost pour améliorer la structure, donc la fertilité des sols.

Cette première série de mesures porte sur la couverture du sol qui, en interceptant les gouttes de pluie, absorbe leur énergie cinétique et les empêche d'exercer une action destructrice sur les agrégats du sol (Musy *et al.*, 2007). On parle dans ce cas-ci de mesures préventives puisqu'elles empêchent l'apparition de l'érosion au sein de la parcelle (Dautrebande et Smoos, 2003).

Dans cette catégorie des mesures de nature agronomique, on retrouve principalement l'assolement et la rotation, les cultures de protection ou couvrantes, les cultures en bandes alternantes, les cultures associées et la densité de plantation, le paillage ou *mulching*, la végétalisation, la lutte différée contre les adventices (Musy *et al.*, 2007, Mutiviti, 2011).

V.4.3. Redynamisation du comité de gestion du barrage réservoir

Le CoGeS du barrage réservoir de Bèkèt devra être redynamisé pour faire face aux problèmes qui minent le bon fonctionnement de l'ouvrage. Les nouvelles orientations du rôle de ce comité devront être :

- ✓ la protection de l'ouvrage
- ✓ La meilleure gestion de l'eau en instaurant des taxes aux différents utilisateurs. Les taxes concerneront chaque groupement. Pour les éleveurs, la taxe annuelle serait fixée par tête de bétail. Les maraîchers paieront un forfait annuel en fonction de la surface emblavée. Quant à la pêche, un pourcentage sera aussi perçu sur les frais de vente de poisson. La contribution des agriculteurs producteurs de coton serait d'une grande importance. Des prélèvements à la vente de coton peuvent être effectués sur chaque kilogramme vendu, car cette culture de rente contribue aussi à l'ensablement de la retenue d'eau. Cet argent doit être placé dans un compte d'une banque de la localité. Il pourra servir de contribution à la réhabilitation de l'ouvrage et les travaux d'aménagement connexes
- ✓ L'organisation des exploitants, qui à terme devrait permettre une meilleure auto sensibilisation des acteurs surtout par filière et garantir une pérennité des actions engagées (Blaise Ouedraogo *et al.*, 2013)

En ce moment précis, avec la rareté des ressources en eau et les effets du changement climatique, ce comité devra préparer et introduire un plaidoyer auprès de ses partenaires Techniques et financiers le dossier de curage et d'aménagement du bassin versant.

La sensibilisation des différents usagers du bassin versant dans une pratique d'utilisation judicieuses des ressources naturelles en l'occurrence la préservation des forêts galériques le long des cours d'eau du bassin versant doit être entreprise.

Les camps peulh et les producteurs installés dans le bassin et qui occupent 42% de cette surface devront adopter une pratique de reboisement et du respect des pratiques de lutte anti érosive.

V.4.4. Développement de culture maraîchère en aval du barrage

La prospérité des activités de maraîchage en aval du barrage doit être encouragée. Une extension de la surface emblavée est à envisagée avec une augmentation du nombre de puits tubés (forage de faible profondeur).

Ces mesures ci-dessus devront s'appliquer à tous les neufs barrages réservoirs de la commune de Pehunco. C'est pourquoi, avec l'ère de la décentralisation, la commune de Pehunco devra jouer pleinement son rôle de maître d'ouvrage et appuyer les différents comités dans la gestion efficiente des points d'eau de surface et de leur environnement. Cette commune devra inscrire dans son plan de développement la réhabilitation de tous les points d'eau de surface, gage du développement des activités agro pastorales.

VI. CONCLUSION

Au terme de cette étude dans le cadre de notre formation au 2^{ie} intitulé « Etat des lieux du barrage-réservoir de Bèkèt et opportunités de sa valorisation dans une approche GIRE au Benin », nous estimons que l'eau de la cuvette ne joue pas pleinement le rôle qui lui est assigné : subvenir aux besoins en eau d'abreuvement du bétail et autres besoins en eau de la population de Bèkèt. Cet état de chose est justifié par l'ensablement à plus de 80% de la cuvette, au manque d'un modèle adéquat de gestion. Les autres infrastructures de l'ouvrage fonctionnent bien.

Le comité de gestion est mal structuré et s'occupe peu des activités de protection de l'ouvrage.

Aussi, de l'analyse de l'occupation du bassin versant, on constate que 1.53ha sur les 4.5ha sont constitués d'habitats et de zone de culture. Dans cet espace, aucune mesure de protection du sol et des forêts n'est engagée. Ce qui accentue l'érosion des terres cultivables préjudiciables à la durée de vie du barrage réservoir et par conséquent à la prospérité du l'élevage et l'agriculture dans la zone

Malgré cet état du barrage réservoir, plusieurs activités économiques se mènent autour. Ce qui démontre l'importance de l'entretien en vue de la pérennité de cette ressource.

Le comité de gestion avec l'appui de la commune, des institutions déconcentrées de l'Etat, des ONG et des partenaires techniques et financiers devra initier un programme d'entretien et de restauration du point d'eau.

Des éléments de solution sur le plan technique et organisationnel ont été proposés pour la réhabilitation de l'ouvrage et sa bonne gestion dans une approche de gestion intégrée des ressources en eau dans un contexte de changement climatique.

Bibliographie

A. **Ghorbel et J. Claude.** (1982). Mesure de l'envasement dans les retenues de sept barrages en Tunisie, estimation des transports solides

A. **Markhi et al.** (2015). quantification et évaluation de l'érosion hydrique en utilisant le modèle rusle et déposition intégrés dans un sig. application dans le bassin versant n'fis dans le haut atlas de marrakech

AZENFAR A. et al, (SEAFBV / DREF SO AGADIR). La problématique d'érosion et l'aménagement des bassins versants -cas du sous bassin versant de doutama (amont du barrage d'abdelmoumen)-

Bah O. (2013). Projet de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Développement des usages Multiples du Bassin du fleuve Sénégal (PGIRE), étude d'impact environnemental et social (eies) des Investissements du PGIRE II

DURAND Jean-Maurice et al, 1998. Technique des petits barrages en Afrique Sahélienne et équatoriale

EL MAJOUDI Abdelkrim, 2008. L'aménagement des bassins versants composante incontournable pour la gestion durable des ressources en eau, communication économie-eau session 1, 3p

GRET, et al, 1988: maîtrise des crues dans les bas-fonds : petits et micro-barrage en Afrique de l'Ouest)

HAKIEKOU Fiédi, 2011. Etude de l'impact des activités agro-sylvo-pastorales sur le sous bassin versant de nouaho nord au burkina faso : proposition de modèle de gestion durable des ressources hydriques, pédologiques et végétales au profit des communautés locales dans le contexte des changements climatiques, mémoire pour l'obtention du master spécialisée en gestion intégrée des ressources en eau.

HAKIEKOU Fiédi (2011). étude de l'impact des activités agro-sylvo-pastorales sur le sous bassin versant de nouaho nord au burkina faso : proposition de modèle de gestion durable des ressources hydriques, pédologiques et végétales au profit des communautés locales dans le contexte des changements climatiques

IME, 2010. Conception et gestion durable des barrages en méditerranée, 2^{ème} atelier régional –13 et 14 décembre 2010 envasement et gestion durable des barrages

K.A. Edward et al, 1988. L'exploitation des ressources hydrauliques en Afrique tropicale

KARAMBIRI H., (1998). Etude de l'envasement des barrages au Burkina Faso, étude de cas

KRAUTHAUSEN B.et Dr SAKA G. Saleh, 1984: Etude sur les possibilités de création des points d'eau pastoraux, rapport de mission d'experts au PPEA

M. Moucharaf Nourou PADONOU et al, 2009. Contribution de la Télédétection et du Système d'Information Géographique (SIG) A l'amélioration de la gestion des eaux de surface dans un bassin versant : Cas du barrage de Mogtedo au Burkina Faso.

MINDA et al.. 2015 Influence des caractéristiques physico-chimiques des sols sur la flore et la végétation ligneuse de trois stations du tracé de la grande muraille verte du Tchad

MUGOMOKA BUHENDWA, 2003. Analyse des problèmes liés à l'érosion hydrique dans la ville de Bukavu, TFC, ISDR-Bukavu.

MUTIVITI, 2011. Cours de techniques de conservation et d'amélioration du sol. Butembo : UCG, 2011. p. 99, Cours inedit

N. Hurnung, **1986.** Dossier d'exécution du barrage de Bèkèt

NAPON Katian, 2013. Les petits réservoirs d'eau et leurs effets sur les conditions de vie des ménages : cas de la retenue de boura (province de la sissili), mémoire de maîtrise *option géographie physique*, université de koudougou

OUEDRAOGO Blaise et al., 2013. Etudes de faisabilité d'options de gestion intégrée et concertée du barrage de Yakouta, Région du Sahel, Burkina Faso, (*publication/271151512 centre national de la recherche scientifique et technologique, centre de recherche pour le développement international, department for international development*)

PEYRAS Laurent et al. 2004. Diagnostic et analyse de risques liés au vieillissement des barrages : développement de méthodes d'aide à l'expertise

ROOSE Eric et al., 2012. Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles (*publication, Agence universitaire de la Francophonie et Institut de Recherche pour le Développement*)

TEYSSIER André, 2004. Créer et gérer un point d'eau pour les troupeaux de son village, Guide à l'usage des agents de développement rural en zone sahélo-soudanienne

VENOT et CECCHI, 2011. Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne, Publications des scientifiques de l'IRD

WWDR 2018. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau ; les solutions fondées sur la nature pour la gestion de l'eau

SITE WEB

<http://www.emwis.org/thematicdirs/e-discussions/economie-eau-session-1-lamenagement-des-bassins>

<https://wikiwater.fr/c6-les-comites-de-gestion-et-les> et les associations d'usagers de points d'eau. Rôle, fonctionnement, outils, avantages et inconvénients respectifs

Fiche d'enquête

Identification du site

1. Département :
2. Commune:
3. Village (s) :
4. Propriétaire (s) du site:
5. Coordonnées géographiques de la retenue:
6. Année de réalisation / Structure :
7. Disponibilité / existence de documentation : rapport d'étude, cartes topographiques, plans de construction
8. Caractéristiques de l'ouvrage:
 - a. Longueur du barrage
 - b. Largeur en crête
 - c. Hauteur du barrage ?
 - d. Longueur évacuateur de crue
 - e. Présence / ou non de bassin de dissipation (largeur / longueur)
 - f. Prises d'eau ?
 - g. Tuyau siphon (pour abreuvoir)
9. Volume initial : volume actuel : envasement ? **la retenue est envasée**
10. Réhabilitation : année : Structure :
- Actions menées.....
-
11. Usage initial :
12. Piste d'accès, son état :.....

Environnement du site

1. Relief (pente longit. pentes transv.) ?.....
2. Type de végétation amont / aval (arboré, arbustive, herbacée, nu)
.....
3. Nature du sol de la cuvette : argileuse ? Présence de sable ?
Latéritique.....
4. Cours d'eau (nom) :.....
 - a. Pérenne ou saisonnier :
 - b. Période d'écoulement :
5. Remplissage de la retenue
 - a. Niveau maxi (jusqu'au déversoir ou non) :
 - b. Déversements ? :
 - c. Période remplissage maximum:

Exploitation de l'ouvrage

1. A qui appartient le domaine de l'ouvrage : **communauté**
2. Types d'usages et usagers
 - a. Usage (s) initial **pastoral**
 - b. Usages actuel (s) (irrigation, abreuvement cheptel, pisciculture, ...)
.....
.....
 - c. Nombre et types d'usagers ? (maraichers, pêcheurs, pisciculteurs, association des éleveurs...etc)
.....
3. Exploitation en amont ? (si oui, les cultures)
4. Exploitation en aval ? (superficies, nature des cultures, 1 ou 2 cultures par an ?) :
.....
5. Exploitation eaux souterraines
6. **Organisation de gestion de l'ouvrage**
 - a. Comité de gestion si oui composition :, etc
 - b. Niveau de fonctionnalité du comité de gestion - activités menées :.....
.....
 - c. Existence des cahiers de gestion ?
 - d. Année de création du comité
 - e. Année de renouvellement :

7- ORGANISATION PROFESSIONNELLES

Pisciculteurs (photo)

Pêcheurs

Chiffres d'affaire annuelle : fcfa

Marges nettes ?:

Redevances payées (pour le comité de gestion, ou la mairie): 80 000

Maraîchers n'utilisent pas directement l'eau du barrage (photo)

Année de création :

Bureau du groupement :

Effectif exploitants (par genre) :

Activités menées :

Chiffres d'affaire annuelle :

Marges nettes ? :

Redevances payées (pour le comité de gestion, ou la mairie):

Elevage **transhumance ou local (photo)**

Année de création :

Bureau du groupement :

Effectif exploitants (par genre) :

..

Activités menées :

Chiffres d'affaire annuelle :

Marges nettes ?

Redevances payées (pour le comité de gestion, ou la mairie):

Valorisation potentielle de l'ouvrage

1. Irrigation (aval, amont avec pompage ? maraîchage) :
2. Cultures fourragères ? :
3. Elevage :
4. Pisciculture :

Aspects environnementaux

- Impact sur le volume d'eau :
.....

ANNEXE 2 : CALCUL DU VOLUME DE L'ENVAISEMENT DE LA CUVETTE PAR LA FORMULE DE KARAMBIRI

Formule de GRESILLON modifiée ou formule de KARAMBIRI (KARAMBIRI A., 1998) Etude de l'envasement des barrages au Burkina Faso; étude de cas)

$$D = 137 * \left(\frac{P}{700}\right)^{-2,02} * S^{-0,05} * [0,25 + 1,13 * (h + r)]^{1,15}$$

$$V = D * S$$

Avec D : Dégradation spécifique annuelle (m³/km²/an)

V : Volume annuel de dépôts solides (m³/an)

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

S : Superficie du bassin versant (km²)

h : Paramètre anthro

r : Paramètre morpho

La formule résumé D de la dégradation spécifique annuelle est la suivante

$$D = 137 * \left(\frac{P}{700}\right)^{-2,02} * S^{-0,05} * K$$

Avec k dépendant des paramètres h et r

h est appelé "paramètre anthro" et est défini comme suit :

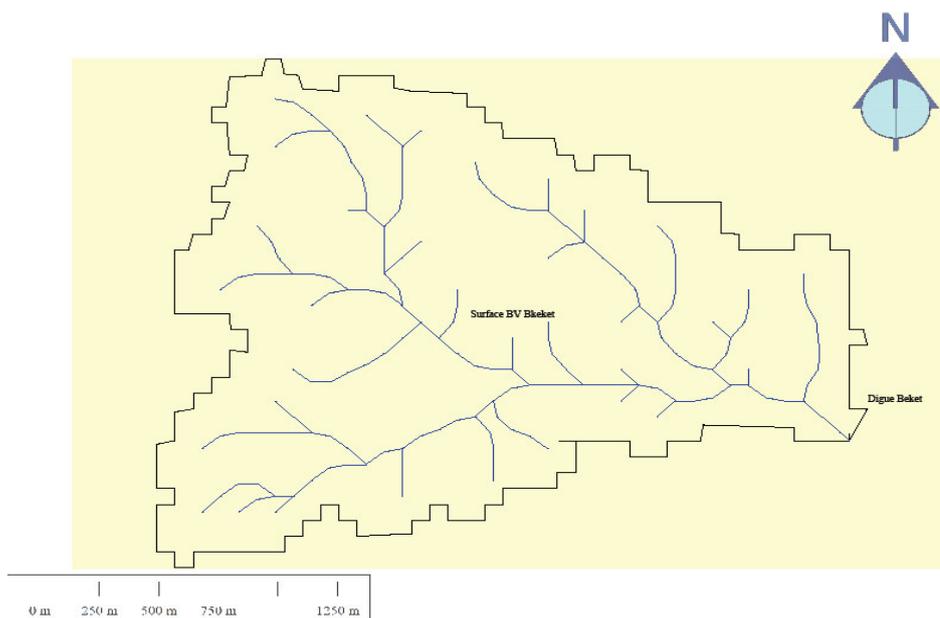
- **h ∈ [0.7 - 1]** - Bassin versant comportant des grandes villes, de gros villages ou situé à proximité de ceux-ci.
- Probabilité d'extension rapide de villes ou villages sur le bassin.
- **h ∈ [0.4 - 0.7]** - Bassin versant comportant des petites villes, des villages moyens ou situé à proximité de ceux-ci.
- Probabilité d'extension moyenne de villes ou villages sur le bassin versant.
- **h ∈ [0.1 - 0.4]** - Bassin versant comportant de petits villages ou situé à proximité de ceux-ci.
- **h ∈ [0 - 0.1]** - Bassin versant relativement inhabité ou éloigné de toute ville et village.

h est pris égal à 0,4

r est appelé "paramètre morfo" et est défini de la manière suivante :

- $r \in [0.7 - 1]$ - Relief très accidenté, accusé.
- $r \in [0.4 - 0.7]$ - Relief moyennement accidenté, accusé.
- $r \in [0.1 - 0.4]$ - Relief peu accidenté, accusé.
- $r \in [0 - 0.1]$ - Relief relativement plat et monotone.

Les caractéristiques topographiques du bassin calculé avec GLOBAL MAPPER révèlent :



<Enclosed Area>	<Length/Perimeter>	AVG_ELEV_M	AVG_SLOPE_DEG	MAX_ELEV_M	MIN_ELEV_M
4.502 sq km	13.306 km	402.646	1.63°	430	374
			2,81%		

Total Enclosed Area: 4.502 sq km

Total Length/Perimeter: 13.306 km

Cette pente de 2.81% selon la classification de ORSTOM (GRET et al,1988), correspond à des pentes des bas-fonds assez fortes (zone d'ondulation de terrain). On peut donc retenir $r = 0,7$ (relief moyennement accidenté, accusé)

$$r+h = 0.4+0.7$$

$$= 1.1 \text{ placé sur l'abaque nous donne } K=1,6$$

Détermination du paramètre K pour le bassin versant du barrage réservoir de Bêkêt

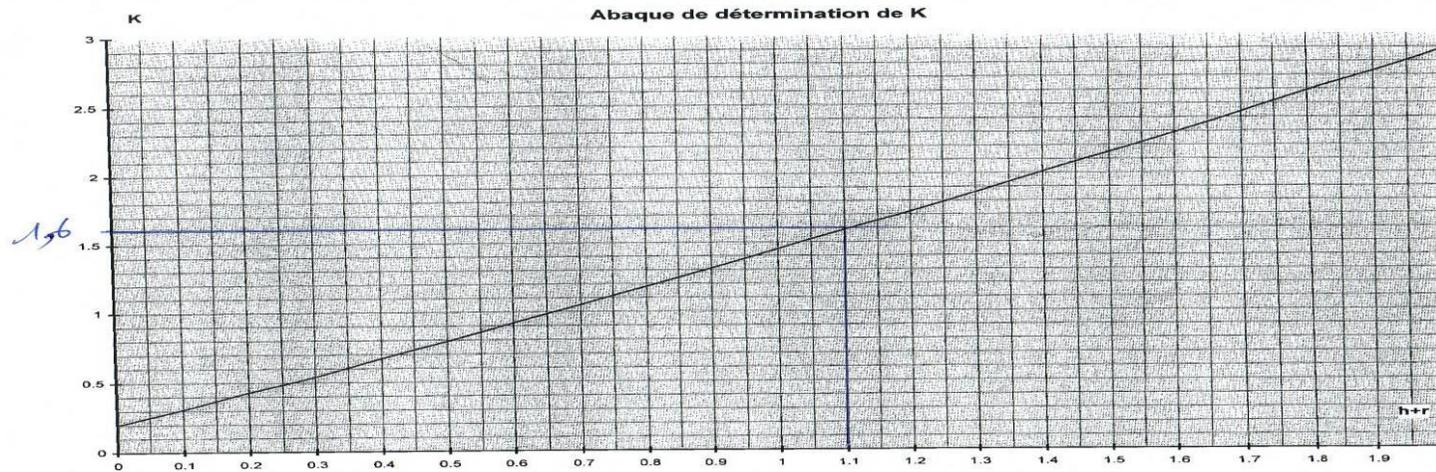


Figure 19: détermination du paramètre K

CALCUL DU VOLUME D'ENVALEMENT PAR LA FORMULE DE GRESILON MODIFIEE OU FORMULE DE KARAMBIRI

Superficie BV (km ²)	Pluviométrie moyenne annuelle (mm)	Paramètre Anthro (h)	Paramètre morpho (r)	Paramètre K	Dégradation spécifique (m ³ /km ² /an)	Volume annuel de dépôt solide (m ³ /an)	Volume total de dépôt solide (m ³)
4,502	1000	0,4	0,7	1,6	98,91640319	445,3216472	12914,32777