



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  
International Institute for Water and Environmental Engineering



## DIAGNOSTIC DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE CAS DU BAS-FOND AMENAGE DE NGOUMANGOU DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BAMBARI REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

### MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE MASTER SPECIALISE EN HYDRAULIQUE ET SYSTEMES IRRIGUES (HSI)

-----

PRESENTE ET SOUTENU  
PUBLIQUEMENT LE 23 SEPTEMBRE 2011

**TRAVAUX DIRIGES PAR :**

**PAR : Alain-Désiré PASSARA**

**Kouassi KOUAME**, Directeur  
Des Etudes et des Services Académiques du 2iE

**Jury d'évaluation**

**Abel KONGBO**, Directeur de l'unité  
De Suivi-Evaluation à l'ACDA

**Président : Dr. HAMMA Yacouba**

**Correcteurs et Membres : Dr. Kouassi KOUAME**

**Dr. DASILVEIRA K. Sewa**

**Promotion 2010-2011**

## Table des matières

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DEDICACE.....</b>                                                          | <b>i</b>   |
| <b>REMERCIEMENTS.....</b>                                                     | <b>ii</b>  |
| <b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>                                           | <b>iii</b> |
| <b>LISTE DES VARIABLES .....</b>                                              | <b>iii</b> |
| <b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>                                                | <b>iv</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES .....</b>                                                | <b>iv</b>  |
| <b>LISTE DES PHOTOS.....</b>                                                  | <b>iv</b>  |
| <b>RESUME.....</b>                                                            | <b>1</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                         | <b>2</b>   |
| <b>1. INTRODUCTION.....</b>                                                   | <b>3</b>   |
| CONTEXTE.....                                                                 | 1          |
| <b>2. 1. Hypothèse.....</b>                                                   | <b>5</b>   |
| <b>2.2. Objectifs .....</b>                                                   | <b>6</b>   |
| 2.2.1. Objectif global.....                                                   | 6          |
| 2.2.2. Objectifs spécifiques .....                                            | 6          |
| <b>3. 1. Présentation de l'ACDA .....</b>                                     | <b>7</b>   |
| 3.1.1. Objectifs de l'ACDA.....                                               | 7          |
| 3.1.2. Zones d'intervention de l'ACDA .....                                   | 7          |
| <b>3.2. Présentation du milieu d'étude .....</b>                              | <b>8</b>   |
| 3.2.1. Situation géographique et administrative.....                          | 8          |
| 3.2.2. Climat et sols .....                                                   | 9          |
| 3.2.3. Végétation .....                                                       | 9          |
| 3.2.4. Le réseau hydrographique .....                                         | 10         |
| 3.2.5. La population.....                                                     | 10         |
| <b>3.3. Description et représentation du barrage et de l'aménagement.....</b> | <b>10</b>  |
| 3.3.1. Description du barrage .....                                           | 10         |
| 3.3.2. Description de superficie irriguée .....                               | 11         |
| 3.3.3. Description de l'aménagement .....                                     | 12         |
| <b>3.4. Matériels utilisés.....</b>                                           | <b>13</b>  |
| <b>3.5. Méthodes de travail.....</b>                                          | <b>13</b>  |
| 3.5.1. Recherche documentaire .....                                           | 13         |
| 3.5.2. Visite du site.....                                                    | 13         |
| 3.5.3. Entretiens.....                                                        | 14         |
| <b>3. 6. Approche du comblement de barrage .....</b>                          | <b>14</b>  |
| 3.6.1. Formule de GOTTSCHALK .....                                            | 14         |
| 3.6.2. Formule de GRESSILLON .....                                            | 15         |
| 3.6.3. Formule de KARAMBIRI.....                                              | 15         |
| <b>3. 7 Estimation des apports annuels sur le bassin .....</b>                | <b>15</b>  |
| 3.7.1. Formule de déficit de l'écoulement.....                                | 15         |
| 3.7.2. Formule de TURC.....                                                   | 16         |
| 3.7.3. Formule de COUTAGNE.....                                               | 16         |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.8. Besoins en eau du périmètre et le calendrier cultural.....</b> | <b>16</b> |
| 3.8.1. Besoins humains.....                                            | 16        |
| 3.8.2. Besoins des animaux .....                                       | 16        |
| 3.8.3. Le calendrier cultural.....                                     | 16        |
| 3.8.4. Le coefficient cultural .....                                   | 17        |
| <b>3.9. Caractéristiques climatiques .....</b>                         | <b>17</b> |
| 3.9.1. Evapotranspiration potentielle.....                             | 17        |
| 3.9.2. Précipitations (P) .....                                        | 17        |
| 3.9.3. Pluie efficace (Pe) .....                                       | 17        |
| 3.9.4. Evapotranspiration maximale (ETM).....                          | 18        |
| 3.9.5. La saturation (Sa) .....                                        | 18        |
| 3.9.6. Le remplissage(Re) .....                                        | 18        |
| 3.9.7. L'entretien(En) .....                                           | 18        |
| 3.9.8. Besoin net(Bn).....                                             | 18        |
| 3.9.9. Besoin brut .....                                               | 18        |
| <b>4.1. Etude diagnostique .....</b>                                   | <b>19</b> |
| 4.1.1. Diagnostic sur le barrage.....                                  | 19        |
| 4.1.2. Diagnostic sur le périmètre .....                               | 20        |
| 4.1.2. Les pratiques irrégulières .....                                | 22        |
| <b>4.2. Estimations des pertes par dépôts solides .....</b>            | <b>22</b> |
| 4.2.1. Méthode de GOTTSCHALK .....                                     | 22        |
| 4.2.2. Méthode de CIEH – EIER.....                                     | 22        |
| 4.2.3. Méthode de KARAMBIRI .....                                      | 23        |
| <b>4.3. Estimation de déficit d'écoulement.....</b>                    | <b>23</b> |
| 4.3.1. Méthode de TURC .....                                           | 23        |
| 4.3.2. Méthode de COUTAGNE .....                                       | 23        |
| <b>4.4. Estimation des besoins en eau .....</b>                        | <b>23</b> |
| 4.4.1. Besoins humains.....                                            | 23        |
| 4.4.2. Besoins des animaux .....                                       | 24        |
| 4.4.3. Les valeurs de l'Evapotranspiration .....                       | 24        |
| 4.4.4. Calendrier cultural et les besoins en eau de l'aménagement..... | 24        |
| <b>4.5. Les pertes par infiltration et par évaporation .....</b>       | <b>26</b> |
| <b>4.6. Mise en valeur de l'aménagement et gestion de l'eau .....</b>  | <b>27</b> |
| 4.6.1. Exploitation .....                                              | 27        |
| 4.6.2. Entretien de l'aménagement.....                                 | 27        |
| <b>4.7. Volet social .....</b>                                         | <b>28</b> |
| 4.7.1. L'organisation sociale .....                                    | 28        |
| 4.7.2. L'organisation des paysans .....                                | 28        |
| 4.7.3. L'encadrement technique .....                                   | 29        |
| 4.7.4. Approvisionnement en intrants et outillages.....                | 30        |
| <b>4.8. Résultats économiques .....</b>                                | <b>30</b> |
| 4.8.1. Les rendements des cinq dernières années .....                  | 30        |
| 4.8.2. Commercialisation .....                                         | 30        |
| <b>4.9. Gestion de l'eau et redevances .....</b>                       | <b>31</b> |
| <b>5.1. Analyse du comblement de barrage .....</b>                     | <b>31</b> |
| <b>5.2. Inondation du périmètre et ensablement des canaux .....</b>    | <b>31</b> |
| <b>5.3. Aspects socio-économiques .....</b>                            | <b>32</b> |
| 5.3.1. Aspects sociaux .....                                           | 32        |
| 5.3.2. Analyse de la courbe d'utilisation.....                         | 32        |

|                                                                                |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 5.3.3. Aspects économiques .....                                               | 32               |
| <b>5.4. Solutions pour une optimisation de l'aménagement .....</b>             | <b>33</b>        |
| 5.4.1. Solutions d'ordre social.....                                           | 33               |
| 5.4.2. Solutions techniques.....                                               | 35               |
| <b>6.CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>                                   | <b>38</b>        |
| Annexe 1 .....                                                                 | 389              |
| Tableau 1 : Les valeurs des paramètres anthropiques et morphologiques de ..... | 38               |
| Annexe 2 .....                                                                 | 40               |
| Tableau 1 : Le Coefficient cultural du riz par phase .....                     | 40               |
| Tableau 2: Rendements par cycle cultural des cinq dernières campagnes.....     | 40               |
| Tableau 3 : volume de ma retenue de Ngoumangou.....                            | 40               |
| <b>Annexe 3 : Données météorologiques .....</b>                                | <b>41</b>        |
| Tableau 1: Hauteurs de pluie des dix dernières années.....                     | 41               |
| Tableau 3: Températures maximales.....                                         | 41               |
| Tableau 4: Températures minimales .....                                        | 42               |
| Tableau 4: Evaporation de Pich .....                                           | 42               |
| Tableau 5: Hauteurs maximales des pluies en 24 heures .....                    | 42               |
| <b>Annexe 4: Questionnaires d'entretien .....</b>                              | <b>43</b>        |
| <b>Annexe 5 .....</b>                                                          | <b>45</b>        |
| Calcul du débit au niveau de buse enterrée (écoulement libre).....             | 45               |
| <b><u>Bibliographie.....</u></b>                                               | <b><u>46</u></b> |

## DEDICACE

*Je dédie ce mémoire dédié à :*

 *PASSARA Gabriel et TOUASSIN Suzanne,*  
*respectivement mon père et ma mère ;*

 *Claudia NGUEMBE et Noël MAMADOU,*  
*respectivement ma nièce et mon grand frère ;*

 *Rodrigue PASSARA et Mariette ADRISS,*  
*respectivement mon petit frère et mon épouse.*

*Pour l'amour et le soutien indéfectible que vous avez  
témoigné pendant une année d'absence à vos côtés.*

*Puisse Dieu vous en ouvrir les portes d'une  
satisfaction méritée.*

## **REMERCIEMENTS**

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

Monsieur Honoré FEIZOURE, Directeur Général de l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole (ACDA) pour nous avoir acceptés comme stagiaire dans sa structure ;

Messieurs Abel KONGBO et Delphin KONGBO, respectivement Directeur de suivi-évaluation et Directeur Régional N°4 à l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole (ACDA), pour avoir accepté de nous encadrer ;

Notre Directeur de mémoire Monsieur KOUAME Kouassi, Directeur des Etudes et des Services Administratifs du 2iE, pour avoir accepté de nous diriger à distance malgré ses lourdes charges ;

Monsieur NGUEBANDA, Directeur Général de l'Hydraulique pour nous avoir encadrés ;

Messieurs Cyriaque MARZENE et Nicolas BODERE respectivement Chef de service de suivi-évaluation et Chef de service de la formation et des organisations paysannes à la Direction Régionale N° 4 pour l'encadrement reçu et les moyens mis à notre disposition ;

L'ensemble du corps enseignant du programme de Master Spécialisé HSI pour la formation reçue ;

Aussi, voudrions-nous témoigner Notre profonde gratitude à l'égard de Monsieur Boniface MAZOMO, Monsieur Le Parfait MANGOUMBALA et Monsieur Léon LAVOU qui nous ont apporté leur soutien pour la bonne exécution de ce travail ;

Notre sœur Eugénie PASSARA, notre sœur Bernadette PASSARA et notre cadet Rodrigue GANIYONGO pour leur soutien moral et matériel à notre égard ;

Nos enfants Darius, Darcy, Darcelle, Océane, Suzie, Landry et Bienvenu pour avoir compatis à notre souffrance.

Tous nos quatre collègues de HSI promotion 2010-2011 pour leur franche collaboration.

Nous n'oublions pas Messieurs KRIGAZA Gamba, GOUDIDENANGO Eric et MBETIGAZA Alexis, pour leur soutien moral, financier et matériel à la réussite de notre stage et tous ceux qui sont de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce document et dont les noms ne sont pas cités.

Que la grâce de DIEU vous accompagne dans vos tâches !

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

|        |                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 2iE    | Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  |
| ACDA   | Agence Centrafricaine de Développement Agricole                     |
| ASECNA | Association pour la Sécurité de Navigation Aérienne                 |
| BB     | Besoin Brut                                                         |
| BCR    | Bureau Central de Recensement                                       |
| BN     | Besoin Net                                                          |
| CE     | Canal d'Evacuation                                                  |
| CIEH   | Comité Inter Africain d'Etudes Hydrauliques                         |
| CP     | Canal primaire                                                      |
| CRPR   | Centre Régional Polyvalent de Recherche                             |
| CRS    | Catholique Relief Service                                           |
| DRDA   | Direction Régionale de Développement Agricole                       |
| EIER   | Ecole d'Ingénieur d'Equipement Rural                                |
| ETM    | Evapotranspiration maximale                                         |
| ETo    | Evapotranspiration de référence                                     |
| ETP    | Evapotranspiration potentielle                                      |
| FAO    | Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture |
| ICRA   | Institut Centrafricaine de Recherches Agronomiques                  |
| HSI    | Hydraulique et Systèmes Irrigués                                    |
| ONM    | Office National de Matériels                                        |
| RCA    | République Centrafricaine                                           |

## **LISTE DES VARIABLES**

|     |                |
|-----|----------------|
| En  | Entretien      |
| Pan | Pluie annuelle |
| Pe  | Pluie efficace |
| Re  | Remplissage    |
| Sa  | Saturation     |

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Répartition de la population par sexe de la commune de Bambari

Tableau 2 : Coefficient cultural du riz par phase

Tableau 3 : Valeurs de l'évaporation potentielle

Tableau 4 : Valeur de pluie efficace

Tableau 5 : Besoins théoriques de la riziculture du premier cycle cultural

Tableau 6 : Besoins théoriques de la riziculture du second cycle cultural

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Situation géographique de la RCA

Figure 2 : Situation géographique de la Ouaka

Figure 3 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Bambari

Figure 4 : Pluviométrie annuelle en mm de Bambari

Figure 5 : Schéma actuel de l'aménagement

Figure 6 : Courbe d'exploitation de la retenue de Ngoumangou

## **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Bas-fond aménagé de Ngoumangou sous Google Earth

Photo 2 : Retenue asséchée et enherbée

Photo 3 : Prise d'eau non fonctionnelle

Photo 4 : Diguettes difficilement observables

Photo 5 : Canal mal entretenu et obstrué

Photo 6 : Canal d'évacuation de crue érodé

Photo 7 : Etat d'un ouvrage de franchissement



## **RESUME**

La baisse progressive des pluies enregistrées et le caractère irrégulier de ces pluies depuis ces dernières années, soumettent la Centrafrique à des situations très contraignantes en matière de mobilisation et d'utilisation de ces innombrables ressources en eau. A cet effet, le Gouvernement commence à accorder un intérêt particulier aux cultures de Bas-fond mais celles-ci demeurent encore à l'état embryonnaire faute d'investissements.

L'étude diagnostic du bas-fond aménagé de Ngoumangou a permis d'identifier deux types de problèmes qui affectent son bon fonctionnement.

Les problèmes d'ordre humain, sont liés d'une part à une mauvaise organisation des paysans et d'autre part à l'insuffisance de suivi des activités par les services d'encadrements.

Les problèmes techniques sont liés à un défaut de conception. L'aménagement a été conçu et réalisé sans étude hydrologique approfondie, ce qui entraîne un problème hydraulique important (la rupture de la digue, l'inondation, érosion de canal d'évacuation...).

Vu l'importance des problèmes aux quels l'aménagement est confronté, nous avons proposé deux types de solutions (humaines et techniques).

Les solutions humaines consistent en des sensibilisations pour la structuration du milieu, et la prise de conscience des paysans à participer aux processus d'aménagement depuis la prise de décision jusqu'à l'exécution des projets et à assurer leur autogestion.

Les solutions dites techniques se caractérisent par l'analyse des différentes options techniques possibles en vue d'optimiser la production de l'aménagement.

A l'état actuel de cet aménagement, il est impossible aux bénéficiaires de supporter le coût de réhabilitation. D'où, l'intervention de l'Etat ou des partenaires au développement est jugée nécessaire.

### **Mots clés :**

1. Aménagement,
2. Barrage
3. Bas-fond
4. Comblement
5. Diagnostic

## **ABSTRACT**

The progressive decrease of rains recorded and the irregular fall of these rains since recent years have subjected the Central African Republic to very constraining situations as far as the mobilization and the use of these innumerable water resources is concerned. So, the government has started to give a particular interest to the hollow cultures, but those still remain in an embryonic state due to the lack of investments.

The diagnostic study of the arranged hollow of Ngoumangou made it possible to identify two types of problems which affect its good performance.

The problems on the human side are dependent on on one hand on a bad organization of the peasants and on the other hand to the insufficiency of the follow-up of the activities by the technical staff without thorough hydrological study, which involve an important hydraulic problem (the rupture of the dam, the flood, erosion of discharge culvert...).

Considering the importance of the problems to which installation is confronted, we proposed two types of solutions (human and technical).

The human solutions consist in sensitizing for the organization of groupings and the awakening of the peasants to take part in the processes of installation since decision making until the execution of the project and to ensure their self-management.

The solutions known as technical are characterized by the analysis of the various possible technical options in order to optimize the production of installation.

Without the foreign assistance, it is impossible to the recipients to afford the cost of rehabilitation. Whereof the intervention of the State or the partners of development is considered to be necessary.

### **Key words**

1. Installation
2. Dam
3. Hollow
4. Obstruction
5. Diagnosis

## **1. INTRODUCTION**

La République Centrafricaine est un pays enclavé de l'Afrique Centrale couvrant une superficie de 623000 km<sup>2</sup>, pour une population estimée à 4 millions d'habitants en 2008.

Le pays dispose de trois types de climat. Le climat guinéen- forestier ou équatorial au sud, le climat soudano-guinéen ou intertropical au centre et le climat sahélo-soudanien au nord.

Le secteur de l'agriculture constitue l'activité la plus importante du pays tant par son apport dans l'économie nationale (56,5% du PIB) que par la frange de la population qu'elle occupe (près de 80 % de la population active) et dont elle constitue la source principale de revenu de la population rurale (Source : Atlas Centrafrique Nouvelle Version). Cette activité qui se pratique sur toute l'étendue du territoire est tributaire des aléas climatiques et souffre de la baisse progressive des pluies enregistrées au cours de ces dernières années et du caractère irrégulier de ces pluies, ne parvient pas à subvenir aux besoins alimentaires de plus en plus croissants de la population. Pour assurer la sécurité alimentaire et lutter efficacement contre la pauvreté, une politique de développement des cultures irriguées est engagée et encouragée par le Gouvernement, les partenaires au développement, et la FAO Centrafrique ces dernières années. A cet effet, quelques dizaine d'aménagements hydro-agricoles ont été réalisés par la population avec l'appui technique de l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole (ACDA) et de la FAO à travers tout le pays. Parmi ces aménagements se trouve inscrit le bas-fond aménagé de Ngoumangou dans la sous préfecture de Bambari qui est notre site principal d'étude.

Pour garantir l'exploitation optimale de cet aménagement, l'une de sa préoccupation, l'ACDA a collaboré avec l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de L'Environnement. C'est ainsi que, pour la fin de notre formation en Master Spécialisé en Hydraulique et systèmes Irrigués au 2iE, nous avons effectué durant quatre mois, du 6 avril au 6 juillet 2011, un stage sur le Diagnostic de l'aménagement hydro-agricole de Ngoumangou.

Ce stage vise principalement à faire un diagnostic de l'aménagement de Ngoumangou. La procédure définie pour y parvenir part d'un diagnostic à base de nos observations, des entretiens avec les acteurs et la revue documentaire.

Le traitement des données qui s'en est dégagé nous a permis d'apprécier les résultats et d'identifier les problèmes qui minent l'exploitation normale du bas-fond.

Des recommandations susceptibles d'améliorer les problèmes répertoriés et de permettre l'exploitation durable de cet aménagement sont faites dans la dernière partie de notre travail.

## **CONTEXTE**

Dans le contexte mondial actuel, particulièrement celui de l'Afrique subsaharienne, où les productions ne suivent pas la croissance démographique, le phénomène de l'insécurité alimentaire devient une préoccupation majeure.

En RCA, l'agriculture pluviale, qui est la principale activité de production, est dépendante hélas des aléas climatiques et ne constitue pas la principale solution puisque le problème de déficit alimentaire y subsiste.

Le développement de l'agriculture irriguée est une stratégie complémentaire car, d'après PAPE Diouf, dans « le monde diplomatique » du décembre 2004, les rendements de l'agriculture irriguée sont trois (3) fois plus élevés que ceux de l'agriculture pluviale; or poursuit-il L'Afrique n'utilise que 4% de ses réserves en eau avec une irrigation sur seulement 7% des terres arables. Pourtant en République Centrafricaine, le potentiel irrigable ne manque pas pour développer l'agriculture irriguée. A titre d'exemple, elle dispose d'un potentiel irrigable estimé à plus de 1.900.000 hectares. Mais seulement 600 hectares de ce potentiel sont effectivement irrigués [source : FAO « situation des irrigations en Afrique en 1990 »]

En dépit des énormes efforts et ressources consentis par le gouvernement, les ONG et les organisations internationales comme la FAO, à travers les différents programmes pour le développement de l'agriculture, la situation de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté persistent et la RCA doit continuer d'importer du riz, oignons, arachide, maïs etc.

Les questions que l'on est amené à se poser par rapport à tout ce constat sont les suivantes :

Les multiples programmes de développement de l'agriculture en RCA sont-ils véritablement efficaces et performants ? Ou bien le mode d'intervention n'est-il pas efficace et performant ? Quels sont les facteurs qui entravent leurs productivités ? Pourquoi le gouvernement ne s'engage-t-il pas véritablement dans le domaine de l'agriculture irriguée pour compléter l'agriculture pluviale ? Est-ce un problème de moyens ? Manque-t-il réellement des cadres compétents dans ce domaine ? Ou bien un manque de volonté politique ? Pourquoi les bénéficiaires ne se mobilisent-ils pas pour approprier les interventions et développer de manières efficace et durable ? Certaines questions ne font pas l'objet de notre étude mais elles permettent de voir à quel niveau il y a blocage pour un véritable développement de l'agriculture irriguée en Centrafrique.

## **II. Hypothèse et objectifs**

## **2. 1. Hypothèse**

A trente six(36) ans d'existence, l'aménagement hydro agricole de Ngoumangou n'a fait l'objet d'aucune intervention et d'aucuns travaux de recherches sauf en 1984 où l'Etat est intervenu pour réhabiliter une partie du barrage suite à une crue débordante qui avait rompu la digue.

Il apparaît évident que de nombreux problèmes liés à l'état défectueux des systèmes d'irrigation, au fonctionnement et à l'organisation se posent et affectent sérieusement la production et le rendement des cultures. Face à ces problèmes, nous sommes amenés à formuler les hypothèses suivantes :

- Si les systèmes d'irrigation se trouvent dans un état défectueux, cela suppose qu'il y a un problème réel de réfection qui laisse apparaître un manque de moyens financiers suffisants pour corriger ces défaillances ;
- S'il y a distorsion de l'approvisionnement en eau par rapport aux besoins des cultures pendant les périodes sèches, cela suppose qu'il y a un problème de dépassement de capacité de la retenue et de débit qui laissent apparaître l'absence des travaux de recherche avant l'extension des parcelles irriguées en amont du barrage et le dysfonctionnement de l'organisation ;
- S'il y a fuite d'eau de la retenue sous la digue, cela se justifie par un problème de choix des matériaux de construction et un problème de compactage ;
- Si la lame d'eau n'est pas répartie de manière uniforme dans le bassin rizicole, cela se justifie par un problème de planage après le labour ;
- S'il y a envasement et enherbement des canaux qui, empêchent l'eau de circuler convenablement cela se justifie par un problème de colature autour des parcelles et le manque d'entretien des canaux de la part des producteurs.
- Si la digue déverse suite à une forte pluie, les berges et le fond des canaux érodent. Cela suppose que les ouvrages ont été sous dimensionnés à la conception ou la non prise en compte des paramètres hydrologiques.

Il est possible que l'aménagement hydro agricole de Ngoumangou puisse retrouver un nouvel élan pour optimiser sa production si les recommandations que nous proposerons à la fin de nos travaux de recherche soient prises en compte et appliquées par tous les acteurs au développement.

## **2.2. Objectifs**

### **2.2.1. Objectif global**

L'étude diagnostique du bas-fond aménagé de Ngoumangou vise à relever toutes les insuffisances tant techniques qu'organisationnelles afin de proposer des actions de renforcement pour son fonctionnement.

### **2.2.2. Objectifs spécifiques**

De manière spécifique, cette étude devra permettre de :

- Déceler les insuffisances du système d'irrigation ;
- Proposer un ensemble de solutions pour lever les contraintes qui se posent ;
- Proposer des solutions pour la gestion équitable de l'eau entre les usagers.

Le présent rapport de diagnostic se compose de trois principales parties. La première donne un aperçu sur la zone d'étude. La deuxième fait le point de diagnostic. Enfin, la troisième fait une analyse de ces résultats ainsi que des propositions des solutions.

# III. Matériels et Méthodes



### **3. 1. Présentation de l'ACDA**

Créée en 1993 par ordonnance N° 93.003, l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole en abrégé ACDA est un établissement public placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Son siège abritant la Direction Générale est à Bangui.

#### **3. 1 .1. Objectifs de l'ACDA**

L'objectif principal poursuivi par l'ACDA est l'amélioration des conditions socioéconomiques de vie en milieu rural.

Ses principaux domaines de compétence sont :

- La vulgarisation des techniques agricoles ;
- La structuration du milieu rural ;
- L'appui à la commercialisation et crédit ;
- Les aménagements et infrastructures rurales ;
- L'encadrement et la formation de la population rurale.

#### **3.1.2. Zones d'intervention de l'ACDA**

Conformément au découpage administratif défini par la loi 96.013 du 13 janvier 1996, portant création des régions en Centrafrique et fixant leurs limites territoriales, l'ACDA en tant que institution de développement agricole intervient sur l'ensemble du territoire national. A ce titre, six(6) Directions Régionales de Développement Agricole (DRDA) qui sont des entités technico-administratives constituant le dispositif d'intervention sur le terrain.

A son siège de Bangui, on trouve à la Direction Générale, trois (3) Directions centrales et huit (8) Services.

Dans les six (6) Directions Régionales, on compte 21 services, 39 Secteurs.

Pour notre stage, nous sommes affectés dans la Direction Régionale n°4, située dans le centre

du pays, qui couvre les préfectures de la Nana-Gribizi, de la Kémo et de la Ouaka, avec chef lieu de la région Bambari.

### 3.2. Présentation du milieu d'étude

#### 3.2.1. Situation géographique et administrative

L'aménagement hydro agricole sur lequel nous avons effectué notre stage se trouve à Ngoumangou dans la commune de Bambari, au centre sud de la République Centrafricaine.

Le village Ngoumangou se situe dans la commune de Bambari centre, dans la préfecture de la Ouaka (cf. figure n°2). Il est situé à environ quatre (4) km de la ville de Bambari sur l'axe Bambari-Kouango. Les coordonnées GPS du site sont : 5°44'55.59''N et 20°38'30.30''E.

On y accède en empruntant la Route Nationale N°2(RN°2) jusqu'à Bambari à environ 389 km de Bangui. A ce niveau, on quitte la R N°2 pour emprunter à l'ouest à gauche l'axe Bambari-Kouango. A l'entrée du village Ngoumangou, une piste à gauche conduit jusqu'au site à environ deux kilomètres.

Sur le plan administratif, Bambari est le chef lieu de la préfecture de la Ouaka qui compte cinq sous préfectures (Bambari, Grimari, Kouango, Bakala et Ippy). Elle couvre une superficie de 49900 km<sup>2</sup> pour 224076 habitants. Elle est limitée :

- Au nord par la préfecture de Bamingui Bangoran ;
- Au nord-est par la préfecture de la Haute-Kotto ;
- Au sud-est par la préfecture de la Basse-Kotto ;
- Au sud par le fleuve Oubangui

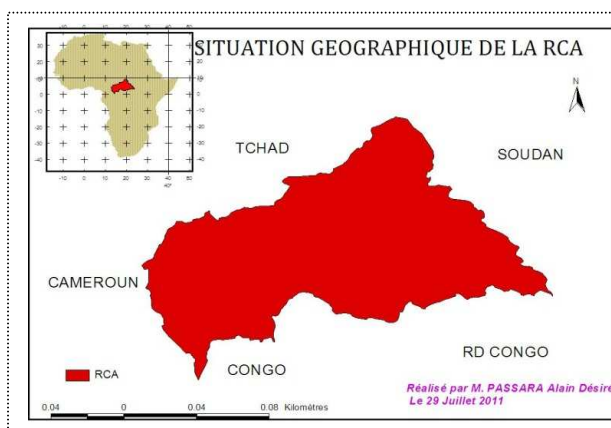


Figure 1 : Situation géographique de la RCA

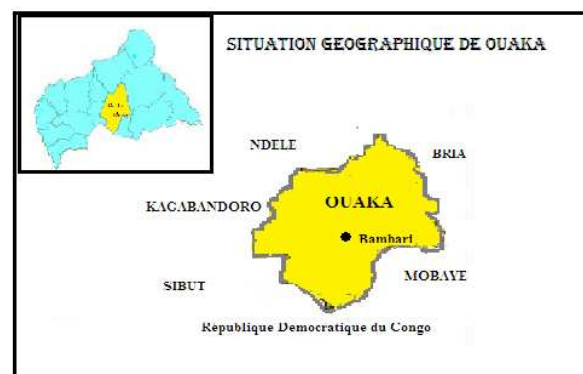


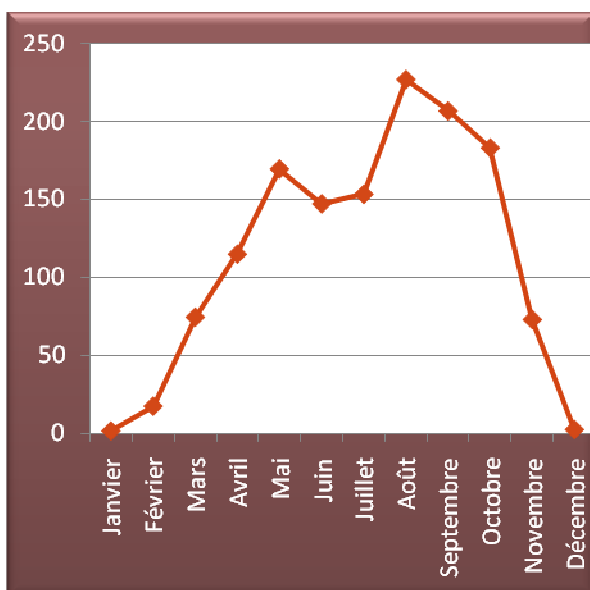
Figure 2 : Situation géographique de la Ouaka

### 3.2.2. Climat et sols

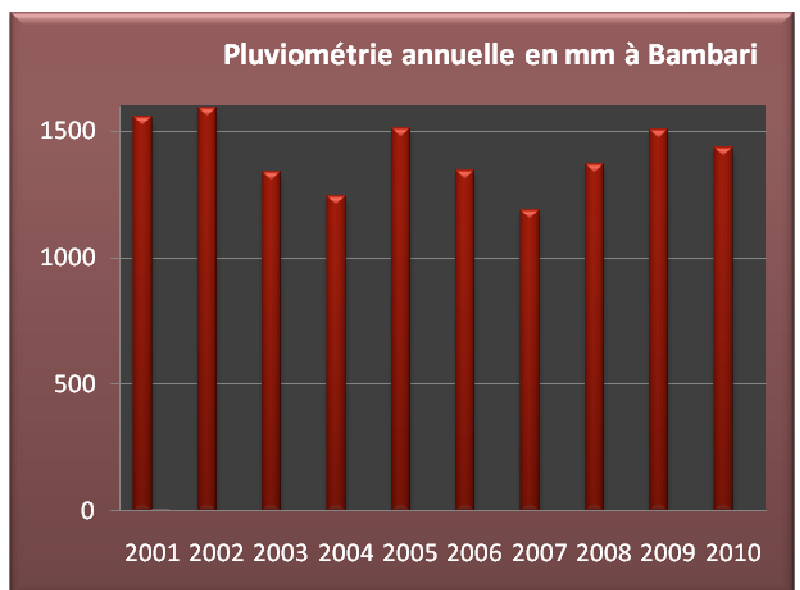
La sous préfecture de Bambari dans laquelle se trouve l'aménagement hydro agricole de Ngoumangou appartient au climat soudano-guinéen où les hauteurs de pluies varient de 1200 à 1500 mm/an et bénéficie de 125 à 135 jours de pluie d'avril en novembre. La saison sèche dure de décembre à mars (source : station pluviométrique de l'ICRA/CRPR/Bambari 2010).

Dans la sous préfecture de Bambari, les sols sont en général ferrallitiques moyennement à fortement désaturés, bien drainés de couleur vive, ces sols sont dominés par la classe des sesquioxides de fer, de l'argile (kaolinite essentiellement), parfois d'aluminium, et sont le plus souvent pauvres en éléments nutritifs, acide et fragiles (source : Atlas République Centrafricain, les éditions Jeune Afrique).

**Figure 3: Pluviométrie moyenne mensuelle 2001-2010 à Bambari en mm**



**Figure 4: Pluviométrie annuelle en mm Bambari**



### 3.2.3. Végétation

La savane arbustive couvre la majeure partie de Bambari. L'intervention. Elle est caractérisée « par une étendue herbeuse continue formée en grande partie de graminées plus ou moins hautes, plus ou moins denses, complétées par une strate ligneuse de densité extrêmement variable et ayant en général des cimes non jointives : *Hyménocardia acida*, *Anonna senegalensis*, *Daniella oliveri*... On y rencontre également des galeries forestières le long des cours d'eau.

### 3.2.4. Le réseau hydrographique

Du point de vue hydrologique, l'aménagement est situé en aval d'un bassin versant de 12 km<sup>2</sup> faisant partie du bassin de la Ouaka (31000 km<sup>2</sup>).

Le sous bassin de Ngoumangou a pour principal cours d'eau Ngoumamgou. Avec une longueur de 5 km, ce cours d'eau a une largeur moyenne de 3 m. C'est sur ce cours d'eau que le barrage est construit. Ce cours d'eau a un écoulement permanent avec deux régimes. Les crues sont produites d'août à Septembre et l'étiage de mars à avril.

### 3.2.5. La population

- **Effectif**

Les recensements généraux de la population de 1988 et de 2003 ont donné les effectifs suivants dans la commune de Bambari.

**Tableau 1: Répartition de la population par sexe de la commune de Bambari**

| Titres                            | Masculin | Féminin | RGPH88 | RGPH03 |
|-----------------------------------|----------|---------|--------|--------|
| <b>Sous préfecture de Bambari</b> | 46162    | 48292   | 87464  | 94454  |
| <b>Commune de Bambari</b>         | 16581    | 16692   | 35755  | 33273  |

(Source : BCR/Centrafrrique 1988 et 2003)

- **Groupes ethniques**

Les Bandas, ethnie majoritaire, sont les autochtones et couvrent la plus grande superficie de la communes. Les sous groupes Bandas sont très nombreux, en voici les principaux : Dakpa, Linda, Langbassi, Nbgougou...

## 3.3. Description et représentation du barrage et de l'aménagement

### 3.3.1. Description du barrage

Construit en 1975 par la coopération Chinoise de Taiwan, c'est le fruit d'une amitié centrafricano-Taïwanaise, le barrage de Ngoumangou a une capacité de 200000 m<sup>3</sup> pour une superficie de 10 hectares.

La longueur de la digue est de 200 m et la côte en crête vaut 406,5 m. Le déversoir, de type latéral de longueur 50 m, est calé à la côte de 405 m. Cette digue, intercalée entre la retenue d'eau et le périmètre a une largeur au plafond de 3,5 m.

Ce barrage était construit uniquement pour satisfaire les besoins de 11 hectares de culture de riz. A l'origine le volume du barrage permettait de faire trois cycles (deux cycles d'hivernage et un cycle de contre saison). Mais depuis plus d'une décennie et avec l'extension de l'aménagement en amont du barrage, cette capacité ne répondait plus.



Photo1 : Bas-fond aménagé de Ngoumangou sous Google Earth

### 3.3.2. Description de superficie irriguée

Aménagé la même année que la construction du barrage, le périmètre rizicole de Ngoumangou, de forme trapézoïdale fait environ 11 hectares soit une longueur de 530 m, de grande base 260 et de petite base 160 m. Le type d'irrigation sur le bas-fond est gravitaire avec des canaux à ciel ouvert. Le périmètre était protégé par une colature de ceinture et le type de spéculiation est le riz avec trois saisons (deux saisons d'hivernage et une contre saison) y étaient prévues.

Le périmètre est divisé en deux blocs, A et B, faisant respectivement 5 et 6 hectares

Les deux blocs sont desservis par le canal secondaire qui passe juste entre eux-ci. Le canal secondaire reçoit les eaux de la retenue à travers deux prises (buses en béton) de 60 cm de diamètre qui passent sous le barrage.

### 3.3.3. Description de l'aménagement

Le bas-fond de Ngoumangou, aménagé entre deux collines, comprend le périmètre rizicole situé directement en aval du barrage.

A l'extrémité de l'aménagement se trouve un canal d'évacuation qui draine les eaux du déversoir et les eaux de ruissellement.

La retenue est alimentée par deux cours d'eau faisant jonction dans sa partie supérieure, l'un provenant du nord(Tangadja) et l'autre venant de l'ouest qui est le plus important nommé Ngoumangou.

La digue, qui existe depuis la construction a été réfectionnée en 1998 à la suite d'une crue débordante qui l'avait emportée en 1994. Cette situation a donné l'occasion aux exploitants d'occuper la superficie de la retenue en y créant des casiers rizicoles qui demeurent jusqu'à ce jour.. Des cultures de manioc, de bananier hors aménagement sont installées autour du périmètre. L'aménagement comporte également un réseau d'irrigation et de drainage, un réseau routier de cinq pistes longeant les périphéries des parcelles, et la piste passant au dessus de la digue.

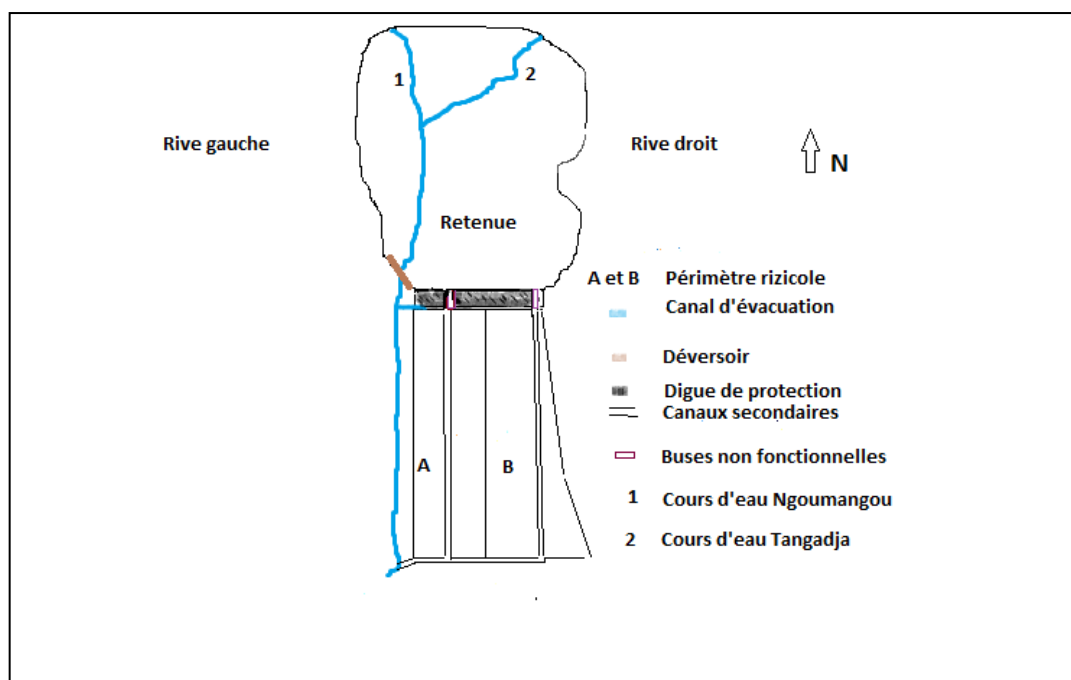


Figure 5: Schéma actuel de l'aménagement

### **3.4. Matériels utilisés**

Dans le but de parvenir aux résultats escomptés, nous avons utilisé les matériels suivants :

- Un GPS 12 XL (GARMIN) pour le repérage sur terrain, l'enregistrement des coordonnées de certains points caractéristiques ;
- Le logiciel Google Earth, pour la localisation du bas-fond aménagé, des parcelles et la délimitation ;
- Le logiciel Arcview 3.2a pour localiser la carte de la RCA par rapport à l'Afrique ;
- Des fiches d'enquête pour recueillir des données socioéconomiques et physiques du lieu de stage ;
- Un appareil photo numérique pour les différentes prises photographiques afin de présenter les états physiques du réseau d'irrigation et de drainage.

### **3.5. Méthodes de travail**

La démarche adoptée pour atteindre les objectifs de notre étude a consisté essentiellement à faire une recherche documentaire, à effectuer des visites et à organiser des entretiens avec les différents acteurs du site pour la collecte des données et la rédaction du rapport de mémoire.

#### **3.5.1. Recherche documentaire**

La recherche documentaire a consisté à collecter et à analyser les informations en rapport avec le diagnostic de l'aménagement hydro agricole : les rapports de projet d'aménagement au Burkina Faso, en RCA ou dans le monde. Les données existant sur la commune de Bambari.

La recherche documentaire s'est effectuée essentiellement au sein de l'ACDA, à la FAO/RCA, l'ASECNA de Bangui, à l'Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) et les sites internet.

#### **3.5.2. Visite du site**

Le but des visites effectuées sur le site de l'étude est d'observer et d'appréhender les réalités qui existent dans la zone et son environnement.

Les visites ont permis d'identifier les défaillances de l'aménagement. Ces visites ont consisté aussi à rencontrer les acteurs, les populations, à recueillir leurs avis sur l'aménagement hydro agricole et prendre en compte leurs préoccupations.



### 3.5.3. Entretiens

Ils ont permis d'avoir des données complémentaires. L'étude s'est déroulée en période de sécheresse où les canaux sont secs, seuls les exploitants en amont du barrage qui peuvent irriguer leurs parcelles directement à partir du canal aménagé dans la retenue sont présents sur le site. Quant aux autres, ils attendent impatiemment l'arrivée des premières pluies pour le démarrage de leur campagne. L'enquête auprès de ces derniers s'avère très difficile car la plupart d'entre eux ne sont pas disponibles et disposés à nous recevoir. Pour cette raison, nous avons adressé nos différents questionnaires aux membres disponibles des trois groupements qui nous ont fournis certaines informations et quelques données issues des procès verbaux de leurs Assemblées Générales. Mais ils ne disposent d'aucun document concernant l'aménagement.

Les données climatologiques ont été collectées au Centre Régional Polyvalent de Recherche et à l'ASECNA de Bangui. Ces données sont essentiellement la pluviométrie, les températures, l'évaporation pour la période de 2001 à 2010.

Les séries d'entretiens effectuées ne nous ont pas permis de recueillir des données suffisantes pour notre étude car les Taïwanais, en quittant la RCA n'ont laissé aucun document à la portée du Ministère de l'Agriculture.

## 3. 6. Approche du comblement de barrage

Pour analyser la capacité à supporter les besoins essentiellement cultureaux, il s'avère nécessaire d'estimer le volume stocké au niveau de la retenue en prenant en compte le niveau de comblement de barrage.

Il existe plusieurs méthodes et formules pour l'estimation de niveau de comblement d'un barrage mais compte tenue du manque des données, nous retiendrons les formules suivantes :

### 3.6.1. Formule de GOTTSCHALK

C'est la formule la plus simple, elle n'exige rien que la connaissance d'un seul paramètre à savoir la superficie du bassin versant.

$$D = 260 \times S^{-0,1} \text{ exprimée en } m^3/km^2/an \quad \text{avec :} \quad \text{Équation 1}$$

S = superficie du bassin versant (S = 12 km<sup>2</sup>)

D = dégradation spécifique

$$V = D \times S \text{ exprimé en } m^3/an. \quad \text{Avec V, le volume de la retenue} \quad \text{Équation 2}$$



### 3.6.2. Formule de GRESSILLON

Egalement connu sous l'appellation de formule CIEH – EIER, la formule de GRESSILLON exige deux paramètres à savoir :

Pan : pluie moyenne interannuelle

S : la superficie du bassin.

Elle permet d'exprimer la dégradation spécifique annuelle D(en m<sup>3</sup>/km/an) selon la relation ci-dessous :

$$D = 700 \times \left( \frac{Pan}{500} \right)^{-2,2} \times S \quad \text{Équation 3}$$

### 3.6.3. Formule de KARAMBIRI

La formule de KARAMBIRI(1998), appelée encore formule de GRESSILLON modifiée, en plus des paramètres pris en compte par GRESSILLON (pluviométrie et superficie du bassin), exige la connaissance des deux autres paramètres de la région à savoir : un paramètre anthropique h et un paramètre morphologique r.

Elle permet de calculer la dégradation par la formule suivante :

$$D = 137. \left( \frac{P}{700} \right)^{-2,02} \times S^{-0,05} \cdot [0,25 + 1,13. (h + r)]^{1,15} \quad \text{Équation 4}$$

D = dégradation spécifique annuelle en m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an

P = Pluviométrie annuelle en mm

S = Superficie du bassin versant, en km<sup>2</sup>

h = Paramètre anthropique

r = Paramètre morphologique

## 3. 7 Estimation des apports annuels sur le bassin

### 3.7.1. Formule de déficit de l'écoulement

$$D = P - Q \quad \text{Équation 5}$$

D : déficit d'écoulement en mm

P : Précipitations annuelles en mm

Q : écoulement annuel en mm

D est déterminé par les formules de TURC et de COUTAGNE

### 3.7.2. Formule de TURC

$$D = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{300 + 25 \times T + 0,05 \times T^3}}} \quad \text{avec } T : \text{Température moyenne annuelle en degré C} \quad \text{Équation 6}$$

$P$  : Précipitation annuelle en mm

### 3.7.3. Formule de COUTAGNE

$$D = P - \lambda P^2 \quad \text{avec } \lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 \times T} \quad \text{Équation 7}$$

Cette relation est valable si  $P \in \left[ \frac{1}{8\lambda}, \frac{1}{2\lambda} \right]$

- Si  $P < \frac{1}{8\lambda}$  alors  $D = P$  et  $Q = 0$
- Si  $P > \frac{1}{2\lambda}$  alors  $D = \frac{1}{2\lambda} = \frac{0,8 + 0,14 \times T}{4} = 0,20 + 0,035 \times T$

## 3.8. Besoins en eau du périmètre et le calendrier cultural

### 3.8.1. Besoins humains

Seuls les exploitants de l'aménagement et ceux, possédant les parcelles aux alentours qui utilisent l'eau de la retenue compte tenue de l'existence d'autres sources (puits, sources aménagés). De ce fait, nous estimons le nombre des utilisateurs à 120 personnes pour 20l/j/habitant.

### 3.8.2. Besoins des animaux

L'élevage est embryonnaire dans le village, les animaux (volaille, caprin et porcin) divaguent autour des cases sur un rayon d'au plus un kilomètre. La présence des bergers peulhs à 5 km pendant la saison sèche, nous permet d'estimer le nombre d'animaux s'approvisionnant au barrage à 300 têtes par jour à raison de 30l/j/animal.

### 3.8.3. Le calendrier cultural

Le périmètre rizicole de Ngoumangou est fonctionnel en saison pluvieuse. La quantité d'eau dans le barrage ne permet pas à tous les exploitants de travailler en période très sèche. Le calendrier cultural s'étend de mai à avril.

### 3.8.4. Le coefficient cultural

Le coefficient cultural noté  $K_c$ , est une caractéristique agronomique. Il varie en fonction des cultures et suivant les différents stades de développement de la plante. Les valeurs de  $K_c$  du riz sont données dans le tableau ci-après

**Tableau 2: Le coefficient cultural du riz**

| Phase | Reprise | Tallage/montaison | Phase d'épiaison | Maturation |
|-------|---------|-------------------|------------------|------------|
| Durée | 25      | 35                | 40               | 30         |
| $K_c$ | 1,05    | 1,1               | 1,15             | 1          |

(Source : Document FAO 2009)

## 3.9. Caractéristiques climatiques

### 3.9.1. Evapotranspiration potentielle

Evapotranspiration de référence ( $ET_o$ ) ou ETP : ensemble des pertes en eau par évaporation et transpiration d'une surface de gazon de hauteur uniforme, couvrant totalement le terrain, en pleine période de croissance, recouvrant complètement le sol et abondamment pourvu en eau. Elle représente la quantité d'eau évaporée par le sol et la végétation lorsqu'ils sont bien pourvus en eau. Les valeurs de l'ETP sont données dans la partie résultats à partir des mesures de l'ASECNA de Bambari de 2006 à 2010

### 3.9.2. Précipitations (P)

Elles correspondent à la moyenne des hauteurs de pluies observées sur la station météorologique du CRPR/ ICRA de Bambari de 2006 à 2010.

### 3.9.3. Pluie efficace ( $P_e$ )

Au sens agronomique, elle correspond à la quantité de pluies effectivement infiltrée dans le sol et utilisé réellement par la plante. Son appréciation est difficile et imprécise.

Elle est calculée par la méthode FAO (2009).

$$P_e = 0,8.P - 25 \quad \text{si } P > 70\text{mm/mois}$$

$$P_e = 0,6.P - 10 \quad \text{si } P \leq 70\text{mm/mois.}$$

Avec :  $P_e$  = pluie efficace mensuelle en mm et  $P$  = pluviométrie mensuelle en mm

### 3.9.4. Evapotranspiration maximale (ETM)

Evapotranspiration maximale d'une culture donnée est définie à différents stades de développement végétatif lorsque l'eau est en quantité suffisante et que les conditions agronomiques sont optimales (sols fertiles, bon état sanitaire).

Elle est considérée comme nulle pour les mois où la culture n'est pas encore installée.

- $ETM = K_c \cdot ETP$

### 3.9.5. La saturation (Sa)

La saturation consiste à humidifier le sol en le mettant sous forme de boue pâteuse avant l'installation de la culture. Dans le cadre de notre étude, elle a eu lieu du 1<sup>er</sup> juillet au 15 juillet et nécessite environ une hauteur de 20mm.

### 3.9.6. Le remplissage(Re)

Le remplissage correspond à la lame d'eau dans les casiers pour le développement de la culture. Cette lame d'eau a une valeur de l'ordre de 50mm renouvelable tous les 15 jours pendant trois mois.

### 3.9.7. L'entretien(En)

L'entretien correspond à la quantité d'eau à apporter pour compenser les pertes et maintenir la lame d'eau constante. Nous estimons ces pertes à 4mm/jour.

### 3.9.8. Besoin net(Bn)

Le calcul de besoin net nécessite la connaissance de l'Evapotranspiration maximale(ETM), de Pluie efficace(Pe), de la saturation(Sa), de Remplissage(Re) et de l'entretien(En).

- $Bn = ETM - Pe + Sa + Re + En$ , exprimé en mm

### 3.9.9. Besoin brut

Le besoin brut est la quantité d'eau qu'il faut mobiliser depuis la source afin d'apporter le besoin net tout en tenant compte des pertes. Il est fonction de l'efficience du réseau et du besoin net. Il s'exprime en mm.

$$BB = \frac{Bn}{e}$$

Avec e : efficience du réseau, elle sera prise égale à 0,8

# IV. RESULTATS

## **4.1. Etude diagnostique**

### **4.1.1. Diagnostic sur le barrage**

Exécuté en 1975, le barrage de Ngoumangou a un volume de 200000 m<sup>3</sup> pour une superficie de 10 hectares.

Ce barrage était prévu pour satisfaire essentiellement les besoins en eau de 11 hectares du riz.

Au départ, le volume du barrage permettait de faire un cycle de trois saisons (deux hivernages et une contre saison).

Actuellement, la retenue n'arrive même pas à satisfaire deux saisons suite à l'extension des parcelles à l'amont du barrage et pire encore, elle tarit totalement ces dernières années dans le mois de mai. Cette situation est due au fait d'une part à une baisse de niveau sans précédent du cours d'eau Ngoumangou et d'autre part à l'ensablement de la retenue. Il faut noter que la digue de protection initialement construite, est détruite en 1994 par une crue débordante. Un remblai était réalisé par l'Etat Centrafricain en 1998 avec la suppression des deux prises qui vient compliquer encore les systèmes d'irrigation.

L'entretien avec les exploitants ont révélé que pendant la saison des pluies, le déversoir n'arrive pas à évacuer convenablement les débits de Ngoumangou. En plus de la force du courant, ceci entraine des brèches et le déversement de digue. Comme la digue constitue un obstacle pour ces eaux, elles se créent un passage en la longeant, entraînant un ravinement important au pied de la dernière et la fuite d'eau en certains endroits du barrage.



**Photo 2. Retenue asséchée et enherbée**



**Photo 3: prise d'eau non fonctionnelle**



#### 4.1.2. Diagnostic sur le périmètre

Aménagé la même année que le barrage, le périmètre rizicole de Ngoumangou, faisait environ 11 hectares. Actuellement, ce périmètre est passé à 21 hectares soit 10 hectares de plus suite à l'installation des cassiers rizicoles en amont du barrage et le type de spéculiation reste le riz mais cette fois-ci a un cycle à deux saisons.

L'aménagement était protégé par une colature de ceinture qui, actuellement comblé suite à l'ensablement occasionné par les eaux de ruissellement venant de part et d'autre des collines.

En dehors de ces 10 hectares qui représentent le bloc C, légalement le périmètre est divisé en deux blocs A et B. Ce pendant, à l'heure actuelle, l'ensemble du périmètre (21ha) est exploité en hivernage et difficilement 10 hectares en contre saison. En effet, l'eau du barrage est insuffisante pour couvrir les besoins de 21 ha en deux saisons. Ce qui justifie l'exploitation de 10 ha en deuxième saison sur l'ensemble du périmètre car l'installation des parcelles en amont du barrage n'est pas prévue à la construction.

Les diguettes qui avaient initialement 0,50m de hauteur sont difficilement observables à certains endroits et comportent des brèches. Ce qui occasionne le déversement des diguettes suivi de l'inondation des parcelles après une forte pluie.



Photo 4: Diguettes difficilement observables



Photo 5 : canal mal entretenu et obstrué

#### 4.1.3. Diagnostic sur le réseau d'irrigation et de drainage

##### Réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation est composé essentiellement des canaux en terre et à ciel ouvert, il n'y a pas des ouvrages de régulation des débits

**La prise d'eau sur le barrage :** le canal primaire reçoit les eaux du barrage à travers deux buses enterrées sous la digue. Actuellement ces deux prises ne sont plus fonctionnelles car elles ont été supprimées à la réfection du barrage en 1998.

**Le canal primaire :** il y a un seul canal primaire qui est construit juste en aval du barrage mais ce canal est maintenant relié au canal d'évacuation de crue sur propre initiative des exploitants après la suppression des deux prises.

**Les canaux secondaires :** sur le périmètre, il est prévu deux canaux secondaires pour chaque bloc. Ces canaux présentent des dysfonctionnements qui sont provoqués par la présence des dépôts solides, des herbes et autres qui entravent le fonctionnement hydraulique convenable. L'efficience des canaux est de plus en plus réduite. Il faut noter que ces canaux sont en terre et qu'il n'y a pas d'ouvrages de régulation des débits sur ces canaux.

### Réseau de drainage

Le réseau de drainage comprend essentiellement la colature de ceinture qui est menacée de disparition et les autres ne sont pratiquement pas visibles car par manque d'entretien, ils sont ensablés et enherbés. Il faut noter que le canal d'évacuation de crue sur lequel est construit l'ouvrage de franchissement est suffisamment érodé et c'est à partir de ce canal que les parcelles à l'aval du barrage sont maintenant irriguées.



Photo 6: Canal d'évacuation de crue très érodé



Photo7 : Etat d'un ouvrage de franchissent



#### **4.1.2. Les pratiques irrégulières**

L'aménagement hydro agricole de Ngoumangou est très mal exploité et ce souvent à tort ou raison.

En effet, les paysans ne pratiquent pas le tour d'eau et cela est dû au dysfonctionnement des canaux secondaires et tertiaires. Pour irriguer leurs parcelles, les exploitants sont obligés d'obstruer les canaux ou de créer des passages d'eau dans les parcelles situées en amont.

Cette action souvent pratiquée la nuit engendre très fréquemment des disputes et qui se soldent parfois à la bagarre. Cette situation a fait que certaines parcelles manquent d'eau pendant les périodes où les plantes se trouvent dans le besoin et ceci à pour conséquence non seulement les conflits mais surtout la baisse de rendement.

Par ailleurs, l'extension des superficies irriguées réalisée par les exploitants sans une étude préalable et en plus du manque d'entretien des canaux, oblige les exploitants en aval du barrage à irriguer leurs parcelles à partir du canal d'évacuation.

Il faut également noter que les villageois font la pêche au barrage sur l'aménagement et cette pratique ont pour conséquence l'obstruction et le dépôt solide dans les canaux, empêchant ainsi la circulation normale des eaux.

### **4.2. Estimations des pertes par dépôts solides**

#### **4.2.1. Méthode de GOTTSCHALK**

La superficie du bassin versant étant de  $12 \text{ km}^2$ , la dégradation spécifique annuelle obtenue par la formule de GOTTSCHALK est de  $202 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ . Cette valeur implique un volume annuel de dépôt solide de l'ordre de  $2424 \text{ m}^3/\text{an}$ .

#### **4.2.2. Méthode de CIEH – EIER**

La superficie du bassin versant et la pluviométrie annuelle étant respectivement  $12 \text{ km}^2$  et  $1300\text{mm}$ , nous obtenons avec la formule de CIEH – EIER une dégradation spécifique annuelle de l'ordre de  $67 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ . Cette valeur implique un volume annuel de dépôt solide de l'ordre de  $804 \text{ m}^3/\text{an}$ .

### 4.2.3. Méthode de KARAMBIRI

Le bas fond aménagé de Ngoumangou a un relief moyennement accentué et accusé. Situé à proximité des villages. Ainsi, les paramètres anthropiques(h) et morphologiques(r) sont respectivement 0,6 et 0,4

La pluviométrie et la superficie du bassin étant respectivement 1300 mm et 12 km<sup>2</sup>, ce qui nous donne une dégradation spécifique de 600 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an et un volume de dépôt de m<sup>3</sup>/an.

Pour la suite de nos analyses, nous retiendrons la moyenne des valeurs obtenues par la formules de GOTTSCALK, de CIEH – EIER et de KARAMBIRI.

Les valeurs trouvées sont :

$$D = 106 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$$

$$V = 1272 \text{ m}^3/\text{an}.$$

Pour 36 ans d'existence, le volume est : 45792 m<sup>3</sup>

### 4.3. Estimation de déficit d'écoulement

#### 4.3.1. Méthode de TURC

La précipitation moyenne annuelle et la température moyenne étant respectivement 1300 mm et 29°C (Résultats obtenus avec les données pluviométriques de l'ASENA de Bambari, sur les périodes de 2006 à 2010). Le déficit d'écoulement obtenu par la formule de TURC est de 47 mm.

#### 4.3.2. Méthode de COUTAGNE

Avec les mêmes données, nous obtenons par la formule de COUTAGNE, un déficit d'écoulement de l'ordre de 1,2 mm.

Nous retenons pour la suite de nos analyses, la valeur obtenue de 47 mm, obtenue par la formule de TURC car cette méthode tient compte de deux paramètres plus importants à savoir la pluviométrie et la température moyenne.

### 4.4. Estimation des besoins en eau

#### 4.4.1. Besoins humains

Sur 120 personnes utilisant 30l/jour, les besoins en eau sont estimés à :

$$120 \times 30 \cdot 10^{-3} \times 30 = 108 \text{ m}^3/\text{mois}.$$

#### 4.4.2. Besoins des animaux

Nous estimons le nombre des animaux s'approvisionnant au barrage à 300 têtes par jours à raison de 40l/jour durant la période de transhumance (décembre à mai)

$$300 \times 40.10^{-3} \times 30 = 360 \text{ m}^3/\text{mois}.$$

#### 4.4.3. Les valeurs de l'Evapotranspiration

Les données de l'Evapotranspiration potentielle sont données dans le tableau ci-après

**Tableau 3: Les valeurs de l'Evapotranspiration potentielle (ETP)**

| Mois       | Jan. | Fév.  | Mars  | Avr.   | Mai    | Juin   | Juillet | Août   | Sept.  | Oct.   | Nov.  | Déc.  |
|------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|
| ETP        | 151  | 165   | 134,9 | 92,8   | 63,8   | 52     | 36,9    | 49,9   | 45,2   | 51,6   | 78,6  | 100,4 |
| Pluie (mm) | 1,9  | 17,66 | 74,6  | 114,88 | 169,28 | 147,04 | 153,1   | 226,44 | 206,38 | 182,76 | 73,03 | 2,76  |

(Source : ASECNA de Bambari)

#### 4.4.4. Les valeurs de pluie efficace(Pe)

Les pluies efficaces sont calculées à partir de la formule FAO (2009)

**Tableau 4: Valeurs de pluie efficace**

| Mois | Jan. | Fév. | Mars  | Avr. | Mai   | Juin  | Juillet | Août  | Sept. | Oct.  | Nov.  | Déc. |
|------|------|------|-------|------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|------|
| Pe   | 0    | 0,6  | 34,68 | 66,9 | 110,4 | 92,63 | 97,48   | 156,2 | 140,1 | 121,2 | 33,42 | 0    |

#### 4.4.4. Calendrier cultural et les besoins en eau de l'aménagement

La majorité des exploitants respectent le chronogramme des travaux et maîtrisent les techniques. Le calendrier cultural va de mai à avril.

Il faut noter que le second cycle cultural est aléatoire, car la quantité d'eau dans le barrage ne permet pas à tous les exploitants de travailler en période très sèche.

- **Le premier cycle**

Le calendrier de l'aménagement hydro agricole de Ngoumangou est le suivant :

- Préparation du sol : du 16 mai au 15 juin. Au cours de cette période se fait la pépinière ;
- Reprise : du 16 juin au 10 juillet ;
- Tallage/montaison : du 11 juillet au 15 août ;
- Epiaison : du 16 Août au 20 septembre ;
- Maturation : du 21 septembre au 16 octobre.

Tableau 5: Besoins théoriques de la riziculture du 1<sup>er</sup> cycle cultural (Superficie=21 ha)

| Période |       | Stade |      | Opérations |      | Apports | ΣApport | K <sub>c</sub> | ETP  | Pe    | ETM   | Bn     |
|---------|-------|-------|------|------------|------|---------|---------|----------------|------|-------|-------|--------|
| Du      | Au    | Type  | Jour | Type       | Jour | mm      | mm      |                | mm/j | mm    | mm    | mm     |
| 16/5    | 15/6  | 0     | 30   | Sa         | 1    | 20      | 136     |                | 1,9  | 0     | 0     | 136    |
|         |       |       |      | En         | 29   | 116     |         |                |      |       |       |        |
| 16/6    | 10/7  | 1     | 25   | Sa         | 1    | 20      | 208     | 1,05           | 1,5  | 92,7  | 40,1  | 155,4  |
|         |       |       |      | Re         | 2    | 100     |         |                |      |       |       |        |
|         |       |       |      | En         | 22   | 88      |         |                |      |       |       |        |
| 11/7    | 15/8  | 2     | 35   | Re         | 4    | 200     | 324     | 1,1            | 1,3  | 97,5  | 51,02 | 277,5  |
|         |       |       |      | En         | 31   | 124     |         |                |      |       |       |        |
| 16/8    | 20/9  | 3     | 40   | Re         | 5    | 250     | 390     | 1,15           | 1,5  | 156,2 | 55,9  | 289,7  |
|         |       |       |      | En         | 35   | 140     |         |                |      |       |       |        |
| 21/9    | 16/10 | 4     | 30   | Re         | 4    | 200     | 304     | 1              | 1,6  | 140,1 | 73    | 236,9  |
|         |       |       |      | En         | 26   | 104     |         |                |      |       |       |        |
| Total   |       |       | 160  |            | 160  | 1362    | 1362    |                |      | 486,5 | 220,0 | 1095,5 |

Considérons que le stade de préparation (pépinière) est irrigué, ce qui revient à dire que notre besoin net est de 1095,5 mm. Pour une efficience de 80% (efficience globale de l'irrigation= 80%, efficience de la distribution = 80% et efficience de l'application = 80%), le besoin brut donne 4179 mm soit un volume brut de 87759 m<sup>3</sup> pour le premier cycle cultural

### • Le deuxième cycle

- Préparation du sol : du 1<sup>er</sup> novembre au 30 novembre. Au cours de cette période se fait la pépinière ;
- Reprise : du 1<sup>er</sup> décembre au 25 décembre ;
- Tallage/montaison : du 26 décembre 30 janvier ;
- Epiaison : du 1<sup>er</sup> février au 10 mars ;
- Maturation : du 11 mars au 10 avril.

**Tableau 6: Besoins théoriques de la riziculture du second cycle cultural (Superficie=10ha)**

| Période |       | Stade |      | Opérations |      | Apports | ΣApport | K <sub>c</sub> | ETP  | Pe   | ETM   | Bn     |
|---------|-------|-------|------|------------|------|---------|---------|----------------|------|------|-------|--------|
| Du      | Au    | Type  | Jour | Type       | Jour | mm      | mm      |                | mm/j | mm   | mm    | mm     |
| 1/11    | 30/11 | 0     | 30   | Sa         | 1    | 20      | 136     |                | 2,6  | 33,4 |       | 102,6  |
|         |       |       |      | En         | 29   | 116     |         |                |      |      |       |        |
| 1/12    | 25/12 | 1     | 25   | Sa         | 1    | 20      | 208     | 1,05           | 3,2  | 0    | 84    | 292    |
|         |       |       |      | Re         | 2    | 100     |         |                |      |      |       |        |
|         |       |       |      | En         | 22   | 88      |         |                |      |      |       |        |
| 26/12   | 30/1  | 2     | 35   | Re         | 4    | 200     | 324     | 1,1            | 5,0  | 0    | 191,2 | 515,2  |
|         |       |       |      | En         | 31   | 124     |         |                |      |      |       |        |
| 1/2     | 10/3  | 3     | 40   | Re         | 5    | 250     | 390     | 1,15           | 5,9  | 0,6  | 262,6 | 652    |
|         |       |       |      | En         | 35   | 140     |         |                |      |      |       |        |
| 11/3    | 10/4  | 4     | 30   | Re         | 4    | 200     | 304     | 1              | 4,4  | 34,7 | 132   | 401,3  |
|         |       |       |      | En         | 26   | 104     |         |                |      |      |       |        |
| Total   |       |       | 160  |            | 160  | 1362    | 1362    |                |      | 68,7 | 669,8 | 1963,1 |

Considérons que le stade de préparation (pépinière) est irrigué ce qui revient à dire que le besoin net est de 1963,1 mm d'où le besoin brut donne 3834 mm pour une efficacité de 80% (efficacité globale de l'irrigation= 80%, efficacité de la distribution = 80% et efficacité de l'application = 80%) soit un volume brut de 38340 m<sup>3</sup>

#### **4.5. Les pertes par infiltration et par évaporation**

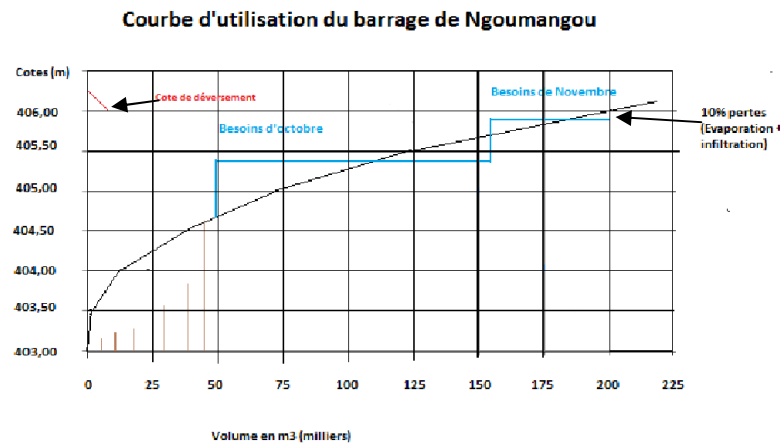
Les infiltrations sont considérées comme nulles car le barrage à plus de trente six ans d'existence. D'après le cours de barrage 2010 de Dr. GUEYE « l'infiltration diminue normalement avec le temps, au fur et à mesure du dépôt des argiles colloïdes ».

Valeurs usuelles = 1 à 3 mm ou 10% de la hauteur de la retenue en phase d'avant projet

## 4.6. Mise en valeur de l'aménagement et gestion de l'eau

### 4.6.1. Exploitation

Figure 6



Le bas-fond aménagé est exclusivement exploité en riziculture irriguée depuis sa réalisation en 1975.

La superficie actuelle exploitée varie de 10 à 21 ha suivant les cycles cultureux (contre saison et hiver). Cependant la capacité du barrage ne permet pas de couvrir la totalité des besoins cultureux en contre saison. Pour l'interprétation de la courbe d'utilisation, voir la partie analyse.

Dans le cadre de politique de mise en valeur de l'aménagement, des semences sont régulièrement distribués aux exploitants mais malgré cet appui, quelques uns utilisent leurs propres variétés qu'ils jugent précoces et très rentables. Le mode d'exploitation reste une riziculture traditionnelle, pratiquée manuellement avec ou sans intrants

### 4.6.2. Entretien de l'aménagement

Dans le cadre de suivi des aménagements, des séries de formation sont souvent organisées selon les besoins par la FAO et les ONG en faveur des exploitants pour qu'ils assurent l'entretien permanent de l'aménagement. Cet entretien consiste à :

- La protection de digue et diguettes contre l'érosion hydrique par les plantes de couverture comme le gazon, le pueraria javanica...
- Colmatage régulier des brèches ;
- Curage régulier des canaux et des drains en vue de faciliter les écoulements.

Nous constatons que cet aspect a été particulièrement négligé pour simple raison qu'il y a manque de suivi et les difficultés des membres du bureau des groupements d'organiser et de mobiliser leurs membres pour les entretiens posent problèmes.

#### **4.7. Volet social**

Dans cet aspect, nous allons présenter les principaux facteurs sociaux et leur interaction sur l'aménagement. Ceci va nous permettre de déterminer leur influence sur la tenue de l'aménagement.

##### **4.7.1. L'organisation sociale**

La terre appartient juridiquement à l'Etat, mais elle est, en réalité, propriété du clan qui en conserve la jouissance ; elle ne fait pas défaut : en dehors de piste, les limites sont imprécises et le terroir très étendu côté « brousse ». Seule la propriété d'un arbre fruitier, d'une termitière peut être de longue durée ; les droits fonciers coutumiers sont toujours très limités dans le temps : redistribuées chaque année, les parcelles sont concédées à celui qui les défriche (droit de hache), jusqu'à la dernière récolte et la mise en jachère.

A l'époque des Chinois, les paysans travaillaient comme ouvriers sur l'aménagement, Après leur départ, ces ouvriers se sont partagés les casiers. Les enquêtes ont montré que plus de 85% des exploitants sont propriétaires des terres et 15% non propriétaires. Ces producteurs y compris les femmes (10%) sont groupés au sein de trois (3) groupements dont le plus ancien est celui de Ngoumangou qui regroupe plus de 60% des producteurs.

Compte tenue du faible rendement enregistré ces dernières années, certains producteurs ont procédé à la vente ou à la mise en location de leurs parcelles.

##### **4.7.2. L'organisation des paysans**

La création du Groupement dénommé Ngoumangou succède la fin de la coopération Chinoise en 1979. Ce groupement comptait environ 40 membres et est dirigé par un bureau élu en assemblée générale. Sa tâche est de veiller sur l'organisation et le bon fonctionnement de l'aménagement. Il assure la liaison directe entre les producteurs et les services de l'encadrement.

Aujourd'hui, compte tenue de l'effectif des membres qui s'élève à 98 personnes, ce groupement est divisé en trois tout en gardant les mêmes objectifs.

Ces trois groupements ont connu le dysfonctionnement de leurs activités, les membres reprochent à ces bureaux le manque de dynamisme quant à la mobilisation des producteurs mais surtout quant à la transmission de leurs besoins aux services d'encadrement. De leur côté, les responsables des trois groupements reprochent à leurs membres le manque de volonté et le non respect du règlement intérieur. Tous ces tiraillements ont pour conséquence le manque de confiance les uns des autres qui et contribuent à la fragilisation de ces groupements. Une redynamisation de ces bureaux ou un remaniement sur des bases clairement définies s'impose.

#### **4.7.3. L'encadrement technique**

L'encadrement technique des producteurs est assuré principalement par l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole, la FAO et l'ONG Catholique Relief Services (CRS). Leur rôle est d'assurer la formation des producteurs pour qu'ils s'occupent de l'entretien, de l'exploitation d'une part et le suivi des activités conformément au calendrier cultural d'autre part. Ces producteurs ont bénéficié de la sensibilisation sur leurs responsabilités, l'apprentissage de nouvelles techniques culturales...

Des séances de démonstration sont aussi organisées permettant ainsi aux producteurs de mieux comprendre ces techniques.

Le constat actuel est que tous les producteurs sont mécontents de l'encadrement technique, la raison est que ces dernières années, l'encadrement s'est désengagé d'eux, aucun technicien du domaine de génie rural est mis à leur disposition pour l'encadrement en matière de l'irrigation agricole depuis la remise de l'aménagement à la population.

C'est l'une des causes de la démobilisation. Cependant, les services de l'encadrement indiquent que la situation est due au fait qu'ils ont rencontrés des difficultés pour mobiliser les paysans et leur faire prendre conscience qu'ils doivent se prendre en charge au lieu d'attendre que tout soit venu de la part de l'Etat. Ainsi, le manque d'initiative, l'absence aux séances d'entretien et la démotivation des paysans font obstacles au bon fonctionnement de l'aménagement. Ajouter à cela le manque de personnel dans ce domaine.

Ces observations indiquent qu'il y a une certaine confusion quant aux attributions de chaque partie. Chacune d'elle rejette la responsabilité de ce blocage sur l'autre.

Il s'impose alors une redéfinition du rôle de chacun et une participation effective de tous à la gestion de l'aménagement.



#### **4.7.4. Approvisionnement en intrants et outillages**

- **Intrants**

Dans le cadre du projet « GCP/CAF/013/EC- Facilité alimentaire » sur financement de l'Union Européenne, La FAO avec le partenariat du MDRA/ACDA a exécuté la distribution des semences aux groupements de Ngoumangou à raison de 2 à 3 kg par exploitant.

Les engrais ont été aussi distribués à raison de 300kg de NPK à l'hectare et 150 kg d'urée à l'hectare. Les produits phytosanitaires sont rarement utilisés dans le site.

- **Outillages**

Dans le cadre du projet « Réponse à la Crise Alimentaire PRCA-Composante 2 », avec le financement de la Banque mondiale « FPCRTF N° 092672 », l'ONG Catholic Relief Services a fait le don des petits outillages (pelles, machettes, houes, baramines, poussettes, bâche et sarcleuses manuelles) pour la campagne 2011-2012.

Pour cette même campagne, dans le cadre du projet « Facilité alimentaire », financé par l'Union Européenne. La FAO vient d'exécuter le don des matériels à chaque groupement de Ngoumangou, il s'agit d'une motopompe, un motoculteur, un moulin à manioc et une décortiqueuse.

#### **4.8. Résultats économiques**

##### **4.8.1. Les rendements des cinq dernières années**

Les trois groupements ne disposent pas de document concernant le suivi de leur exploitation. Les valeurs de production mentionnées dans le tableau ci-dessous sont issues des enquêtes réalisées auprès des services d'encadrement principalement l'ACDA et certains exploitants. Les rendements mentionnés dans le tableau 2 à l'annexe 2 ne sont que des estimations obtenues à partir des données fournies par les producteurs dans les unités locales qui sont ensuite ramenés en unités internationales par exemple un « Ngawi » du riz paddy donne environ 14 kg.

##### **4.8.2. Commercialisation**

La commercialisation du riz produit sur le site Ngoumangou n'est pas organisée, le producteur n'a pas l'obligation de respecter le planning soumis par le comité représentant les trois groupements. Généralement les produits sont vendus sur le marché local ou bien c'est les commerçants de la localité qui viennent payer directement entre les mains des producteurs et souvent à des prix négociés.

Le prix d'un Ngawi (environ 14 kg) de riz paddy payé au producteur varie de 1500f à 3000f et un kilogramme de riz blanc varie de 150f à 300f.

#### ***4.9. Gestion de l'eau et redevances***

La distribution de l'eau de l'aménagement hydro agricole de Ngoumangou est un aspect très important qui mérite une attention particulière dans la vie du périmètre car les besoins en eau autour du barrage allant croissant. Cette distribution se fait à la demande en ce sens que chaque irrigant peut tirer la quantité qu'il désire, quand il le veut. Une telle méthode n'est que possible que si le débit à la source peut varier et que l'on dispose des canalisations surdimensionnées par rapport aux besoins moyens. Cette pratique engendre régulièrement des conflits entre les irrigants qui ne cherchent pas à asseoir par consensus des règles qui préservent l'intérêt collectif, face aux intérêts individuels.

Dans tous les aménagements hydro agricoles de Centrafrique et en particulier celui de Ngoumangou, la notion de redevance n'est pas connue et non admise car selon les villageois l'eau est le don de DIEU par conséquence, elle est gratuite. Ainsi, dans les règles de prise de décision et de sanctions, il n'existe pas l'obligation de paiement des redevances sinon l'accent est beaucoup mis sur le droit d'adhésion qui est fixé à 2500f cfa par membre et la cotisation mensuelle à 500f cfa.

D'après nos enquêtes, il révèle que les membres paient difficilement leurs cotisations ce qui fait que leur caisse est vide pour le démarrage de la nouvelle campagne.

# V. DISCUSSION ET ANALYSES

### **5.1. Analyse du comblement de barrage**

Les calculs théoriques avec les méthodes de GOTTSCHALK, de CIEH-EIER et de KARAMBIRI montrent que la dégradation spécifique annuelle pour le barrage de Ngoumangou est de  $106 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ . Le volume de dépôt solide est alors de  $1272 \text{ m}^3/\text{an}$ .

Le barrage, à 36 ans d'existence ce qui nous donne un volume actuel de  $45792 \text{ m}^3$  tandis que le volume restant est de  $154208 \text{ m}^3$ .

Ce niveau de comblement n'est pas avancé car il ne représente que 17% du volume, cela peut également se justifier par la présence de couvert végétal qui protège le sol du bassin versant contre l'érosion hydrique.

### **5.2. Inondation du périmètre et ensablement des canaux**

L'aménagement de Ngoumangou n'a fait l'objet d'aucuns travaux de recherche si bien que nous ne disposons pas des données hydrologiques nous permettant d'estimer le débit de crue décennale pour ce barrage mais avec des informations recueillies auprès des anciens exploitants, nous allons tenter de faire l'analyse suivante :

Le canal d'évacuation de ces deux cours est sous dimensionné et ne permet pas d'évacuer un débit occasionné par une pluie d'au moins 50mm. D'après les informations reçues, les cas d'inondation sont régulièrement observés sur le site au mois de juillet à septembre (voir Tableau n°5 Hauteur maximum de pluie en 24h).

D'après une étude menée au Burkina Faso en 2009 sur l'analyse diagnostic du périmètre rizicole de Louda dans le centre nord, pour évacuer un débit engendré par une pluie de 50mm, le canal d'évacuation devrait avoir une largeur d'au moins 2,5m et une profondeur autour de 2m. Malheureusement pour notre cas, par endroit la profondeur atteint 2 m mais la largeur ne dépasse pas 1,5 m.

L'ensablement des canaux est dû d'une part à l'absence de colature de ceinture autour des parcelles aménagées sur propre initiative des paysans, cette colature existait à l'origine mais par manque d'entretien régulier celle-ci est totalement comblée. D'autre part l'enherbement des canaux et le manque d'entretien ralentissent la vitesse de l'eau et occasionne le dépôt des solides.

### **5.3. Aspects socio-économiques**

#### **5.3.1. Aspects sociaux**

Avant 1994, date de rupture du barrage, l'aménagement comptait 40 exploitants dont huit personnes disposent en moyenne 1 ha et le reste a moins de 0,5 ha soit 2 à 5 casiers.

A partir de cette date, l'effectif des exploitants commence à augmenter pour atteindre 98 actuellement.

Cette augmentation non seulement en nombre mais également en superficie est due au fait au manque de rigueur des responsables des groupements dans la gestion du bas-fond d'une part. D'autre part le droit foncier n'est pas du tout clair si bien que chacun peut décider d'une occupation de terre comme il le désire soit par un arrangement avec le chef du village car selon les villageois de Ngoumangou, ce bas-fond n'appartient à personne.

Cela montre clairement un problème de gestion de terre au niveau du périmètre et cette situation revient aux groupements villageois, aux autorités locales et à l'Etat de prendre des mesures adéquates en vue de satisfaire tous les exploitants.

#### **5.3.2. Analyse de la courbe d'utilisation**

Les besoins culturels en saison hivernale sont totalement satisfaits grâce à l'ensemble des écoulements superficiels qui alimentent la retenue et maintiennent régulièrement le barrage à sa capacité maximale. C'est pour dire que la capacité du barrage à satisfaire les besoins culturels dépend de la pluviométrie du bassin versant.

En considérons les consommations actuelles autour du barrage en contre saison (courbe d'utilisation), on se trouve par simulation presque à la cote 404,50 m vers la fin du mois d'octobre, seulement à deux mois de la mise en place des cultures de contre saison. C'est également le niveau atteint par le comblement. Cela montre que le barrage tarit avant le mois de mai, date de tarissement de la retenue donnée par les exploitants.

Cependant il faut noter que les cultures ne s'arrêtent pas en fin Octobre mais continuent jusqu'en fin Mars. Donc s'il n'y a pas apports d'eau du cours d'eau Ngoumangou, toutes les cultures de contre saison se trouveraient en déficit hydrique

#### **5.3.3. Aspects économiques**

L'analyse des questions économique montre que sur 21 hectares aménagés, les superficies exploitées actuellement varient entre 10 à 21 hectares selon les campagnes (contre saison et

hivernage). Il est important de rappeler que la notion de redevance est inconnue, les parcelles ne sont pas soumises à la redevance.

Si la redevance était payée à 1f cfa par mètre carré, le groupement ferait entrer 210000f cfa par campagne hivernale et 100000f cfa en contre saison et cela aurait permis de faire face à certains besoins ou travaux au niveau du site.

Les rendements moyens en terme de production du riz sur le bas-fond en 2009-2010 sont de 5,18T/ha pour 21 hectares emblavés en hiver et 4,6 T/ha en contre saison soit (108,78 tonnes en hiver et 46 tonnes en contre saison).

Si nous supposons que les 21 hectares étaient aussi exploités en contre saison et avec le même rendement, la production de l'aménagement serait de 217,56 tonnes c'est-à-dire le double pendant une campagne à deux cycles culturaux

Un troisième cycle cultural pourrait être envisagé si on pouvait pomper l'eau de la grande rivière Ouaka située à 200m en aval du périmètre et que les redevances versées pourraient supporter le coût de pompage en carburant et frais de réparation.

#### ***5.4. Solutions pour une optimisation de l'aménagement***

Vu l'importance des problèmes auxquels l'aménagement est confronté, nos propositions de solution vont être regroupées en deux grands volets :

- Un volet d'ordre social. Ce volet regroupe tout le travail que la population doit réaliser avant d'aboutir aux travaux des ouvrages ;
- Un volet que nous appelons « solutions techniques ». Ce volet caractérisera les différentes options techniques envisagées en vue d'optimiser la production de l'aménagement.

##### **5.4.1. Solutions d'ordre social**

Pour assurer un fonctionnement optimal futur de l'aménagement, nous pensons qu'il faudrait accorder une attention particulière au facteur humain. Ainsi, la nécessité de mettre en place une équipe dynamique de formation et d'animation s'impose. Cette équipe a pour tâche de :

- Associer les paysans à toutes les étapes d'identification des besoins, de conception, d'exécution et de suivi ;
- Mettre en place sur base d'un consensus les conditions d'attribution des terres et tous les acteurs doivent prendre l'engagement de les respecter ;

- Instaurer le paiement des redevances après une sensibilisation des exploitants sur les avantages que révèlent les redevances au besoin leur montrer des expériences sur d'autres aménagements.
- Sensibiliser la population sur la gestion de l'eau. Cela sous entend l'organisation mise en place pour mobiliser et gérer la distribution de l'eau jusqu'à la parcelle à irriguer.

Cette gestion de l'eau implique un ensemble de décisions et d'activités à savoir : l'estimation de la ressource (réserve, pérennité), la délimitation éventuelle de la surface irrigable, décision de prélèvement et de fourniture d'eau en tête du périmètre, la mise au point d'une réglementation de la distribution de l'eau, des besoins estimés et des règles choisies et information des irrigants, contrôle des quantités reçues et de leur bonne utilisation afin d'éviter tout gaspillage.

En effet, tout groupe organisé pour l'irrigation doit imposer certaines règles contraignantes à ses membres s'il veut assurer sa propre viabilité :

- Obligation de participer aux travaux d'entretien ;
- Obligation de respecter le choix et le calendrier cultural
- Respect des règles d'irrigation, avec un calendrier d'irrigation ;
- Obligation de paiement des redevances et de participation aux travaux collectifs d'intérêt commun (champs collectifs) ;
- Obligation éventuellement, de commercialiser certains produits par l'intermédiaire du groupement.

Par ailleurs, pour un meilleur suivi, l'ACDA devrait suivre régulièrement les paysans afin de s'assurer de leur motivation, de leur aptitude à faire sien l'aménagement et leur apporter une assistance technique quand la nécessité s'impose.

Nous insistons une fois de plus sur le fait que l'on doit faire prendre conscience aux paysans que l'aménagement doit être fait par eux et pour eux, avec seulement une assistance extérieure occasionnelle. Il faut donc rompre avec les vieilles habitudes qui font que les paysans s'attendent à être éternellement assistés. C'est à cette condition que l'on aura amélioré de manière durable la production du bas-fond.

L'ACDA doit également chercher à intensifier la production de l'aménagement par l'apport d'intrants agricoles et l'introduction de la culture attelée. Mais bien avant cela, il faudra recueillir l'avis des paysans pour une nouvelle initiative.

Comme les besoins en eau du riz sont énormes, il faut chercher à voir avec les paysans la possibilité d'introduire la culture maraîchère dans l'aménagement et voir dans quelle mesure cela peut être réalisé sans créer de nouveaux blocages.

Avant de commencer une quelconque opération sur le terrain, il faut s'assurer que tous les problèmes d'ordre social ont trouvé une solution.

#### **5.4.2. Solutions techniques**

Les propositions de solution qui vont suivre ne seront pas exhaustives, sans une étude spécifique approfondie. Cela s'explique par le manque des données sur les caractéristiques du bas-fond permettant une étude détaillée.

En effet, les recherches menées auprès des paysans et des services d'encadrement ont montré que les documents du projet de construction de barrage et de l'aménagement du bas-fond seraient emportés par les concepteurs Chinois à leur départ de Centrafrique.

L'étude diagnostic permet d'envisager les solutions suivantes :

- **Le curage de la retenue**

Pour pallier au problème d'envasement, nous proposons un dragage qui consiste à curer et à évacuer les sédiments au moyen de drague et de camion après la mise à sec du bassin. Cette opération s'effectue souvent en saison sèche.

Le volume de dépôt solide est de  $45792 \text{ m}^3$  soit une épaisseur de 0,46 m (en supposant que l'envasement est reparti de manière uniforme au fond de la cuvette).

Le dragage nécessite que l'on doive trouver un site pour le dépôt sans que cela puisse avoir un impact négatif sur l'environnement.

Une estimation sommaire avec le volume de  $45792 \text{ m}^3$  à raison de 5500f/m<sup>3</sup> (Prix donné par l'Office Nationale de Matériels) nous donne 251856000 f CFA.

La seule contrainte d'une telle opération reste le financement car le coût est élevé. D'autre alternative pour le curage serait la possibilité de fournir du carburant à l'ONM par le concours de l'Etat pour le curage.

- **Réfection du chenal d'évacuation et de la colature de ceinture**

La protection du périmètre contre les inondations et l'ensablement passe nécessairement par la réfection du chenal d'évacuation. Les dimensions de cet ouvrage sont celles que nous avons proposé en chapitre 5.2.



Nous proposons également la réfection de la colature de ceinture de sorte à réduire le volume et la vitesse de l'écoulement dans le chenal. Cette colature permettra de sécuriser le périmètre contre les inondations et l'ensablement occasionnés par les eaux de ruissellement venant de part et d'autre des collines. Pour se faire, nous proposons une étude topographique au préalable avant les travaux de réfection.

### **• Réfection des canaux d'irrigation et de drainage**

Suite à notre contrôle du réseau d'irrigation, des problèmes diagnostiqués sont les suivants :

- Les talus se dégradent et le fond du canal s'enfonce par endroit ;
- Les problèmes de débordement ;
- Certains biefs ne dominent pas les parcelles ;
- Des canaux enherbés.

Pour le premier cas, nous proposons à titre provisoire la protection des zones d'érosion par de simples pierres, par de faisceaux de branchages ou par des sacs de sable empilés qui protègent très bien les zones d'affouillement. Ceci permet d'éviter que les dégâts ne s'aggravent pendant la saison d'irrigation, en attendant d'effectuer les grosses réparations. La réfection de talus et du fond de canal consiste à reporter tout d'abord sur le diagramme le profil normal du fond du canal, et l'on mesure par différence de combien il faut creuser ou au contraire remplir à nouveau le fond pour atteindre ce normal(le deuxième cas). On peut indiquer le niveau à atteindre avec un piquet tous les 10 à 20 m. On confectionne ensuite un gabarit en bois qui permet de vérifier si les talus ont été redimensionnés correctement. Enfin, le remblai doit être bien tassé avec de l'eau pour humidifier le sol. Il faut également prévoir des chutes régulières pour réduire la pente car une pente moyenne du canal supérieure à 0,5% provoque l'érosion.

Pour le dernier cas, nous proposons le désherbage des canaux, non pas en arrachant les herbes mais en les coupant ras afin d'éviter qu'elles ne ralentissent exagérément le courant et ne réduise le débit des canaux tout en profitant de leur effet antiérosif qui protège les talus.

Pour limiter les risques de pénurie d'eau, il serait nécessaire de refaire entièrement le réseau en prévoyant de le dimensionner largement mais bien avant cela, nous proposons une étude en vue de déterminer les caractéristiques de ce réseau.

### **• Rehaussement du déversoir et la réhabilitation des deux prises**

En se référant à l'historique du barrage, le déversoir callé à la côte 405m et à deux mètres du fond de la cuvette, se trouve actuellement suffisamment érodé et affaissé a eu pour

conséquence la diminution du volume stocké par le barrage. Pour ce faire, nous proposons un rehaussement de 0,5 m qui va permettre de récupérer les 50000 m<sup>3</sup> perdus.

La simulation par rapport au rehaussement permet d'ajuster les exploitations en période de sécheresse.

Par rapport à ce rehaussement, son application est conditionnée par la détermination du débit de crue permettant ainsi le calcul de laminage afin de vérifier si la charge au dessus du déversoir ne provoquerait pas de batillage.

Nous préconisons également la réhabilitation des deux prises (buses enterrées) sous le barrage qui desservent le canal principal situé directement en aval du barrage (voir figure n°6). Il faut rappeler que ces deux prises ont été supprimées pendant la réfection du barrage en 1998.

Cette réhabilitation permet de fournir en aval du barrage un débit de 2,02 m<sup>3</sup>/s (cf. annexe n°6 pour les méthodes de calcul).

# VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

## **6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Au terme de cette étude diagnostique, il ressort que le bas-fond aménagé de Ngoumangou est confronté à de nombreux problèmes qui sont essentiellement :

- Le manque d'eau dû à l'installation sauvage des parcelles dans la retenue du barrage qui réduit considérablement la capacité de ce barrage prévu pour irriguer seulement 11 hectares ;
- L'envasement de la cuvette, qui réduit la capacité du barrage à satisfaire de manière efficiente les besoins en eau de culture ;
- L'inondation du périmètre dû au manque d'entretien des canaux envahis par les herbes.

Ces deux dernières situations ont engendré l'effondrement de la digue principale en 1994 lors d'une forte pluie, suivi de la destruction des deux prises installées sous cette digue et qui desservent le canal principal.

Ces problèmes qui empêchent le bon fonctionnement de l'aménagement sont dus à trois facteurs essentiels, le premier est l'absence de colature de ceinture pour empêcher les eaux de ruissellement venant de part et d'autre des collines, le second est le dimensionnement du canal d'évacuation de crue sans une étude approfondie et le troisième est le facteur humain qui touche l'organisation et la gestion du périmètre.

Sur le plan économique, ces problèmes cités ci-haut ont pour conséquence la baisse de la production et de la productivité dans la mesure où les superficies cultivées en deuxième cycle sont réduites de moitié mettant ainsi certains producteurs en congé forcé et le besoin en eau des cultures n'est pas satisfait en totalité.

A l'état actuel de cet aménagement, il est impossible aux bénéficiaires de supporter le coût de réhabilitation. A cet effet, nous interpellons l'intervention de l'Etat ou des partenaires au développement pour la réhabilitation et la redistribution des parcelles sur base de certaines règles pour la gestion, mais bien avant cette intervention, les bénéficiaires doivent d'abord comprendre et s'organiser avant de proposer leur projet de réhabilitation aux partenaires via le gouvernement.

L'étude diagnostique de Ngoumangou présente des limites pour le fait du manque des documents concernant l'aménagement et que cette étude est menée en période où la retenue et les canaux sont à secs. Cependant, il serait très intéressant de la mener en période de campagne c'est-à-dire en saison pluvieuse en vue de suivre d'une part le comportement de barrage et les activités au niveau du périmètre d'autre part.

# ANNEXES



**Annexe 1****Tableau 1 : Les valeurs des paramètres anthropiques et morphologiques de KARAMBIRI**

| <b>Paramètre anthropique, h</b>   |                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0,7 \leq h \leq 1$               | Bassin versant comportant de grandes villes, de gros villages ou situés à proximité de ceux-ci.<br>Probabilité d'extension rapide des villes ou village dans le bassin versant. |
| $0,4 \leq h \leq 0,7$             | Bassin versant comportant des petites villes, des villages moyens ou situés à proximité de ceux-ci.<br>Probabilité d'extension moyenne ou village sur le bassin versant.        |
| $0,1 \leq h \leq 0,4$             | Bassin versant comportant de petits villages, situés à proximité de ceux-ci.                                                                                                    |
| $0 \leq h \leq 0,1$               | Bassin versant inhabité, ou éloigné de toute ville ou village                                                                                                                   |
| <b>Paramètre morphologique, r</b> |                                                                                                                                                                                 |
| $0,7 \leq r \leq 1$               | Relief très accentué et accusé                                                                                                                                                  |
| $0,4 \leq r \leq 0,7$             | Relief peu accentué et accusé                                                                                                                                                   |
| $0,1 \leq r \leq 0,4$             | Relief moyennement accentué et accusé                                                                                                                                           |
| $0 \leq r \leq 0,1$               | Relief relativement plat et monotone                                                                                                                                            |





**Annexe 2****Tableau 1 : Le Coefficient culturel du riz par phase**

| Phase          | Reprise | Tallage/montaison | Phase d'épiaison | Maturation |
|----------------|---------|-------------------|------------------|------------|
| Durée          | 25      | 35                | 40               | 30         |
| K <sub>c</sub> | 1,05    | 1,1               | 1,15             | 1          |

(Source : Document FAO 2009)

**Tableau 1: Rendements par cycle cultural des cinq dernières campagnes**

| Campagnes | Cycle           | Superficies exploitées (ha) | Variétés                 | Rendements (t/ha) |
|-----------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2009-2010 | 1 <sup>er</sup> | 21                          | Nérica L0036 et IRAT 312 | 5,18              |
|           | 2 <sup>e</sup>  | 10                          | Nérica L0036 et IRAT 312 | 4,6               |
| 2008-2009 | 1 <sup>er</sup> | 21                          | BG86 et IRAT 312         | 5,04              |
|           | 2 <sup>e</sup>  | 10                          | IRAT 312 et BG86         | 4,06              |
| 2007-2008 | 1 <sup>er</sup> | 21                          | BG86 et IRAT 312         | 5,18              |
|           | 2 <sup>e</sup>  | 10                          | IRAT 312 et BG86         | 4,34              |
| 2006-2007 | 1 <sup>er</sup> | 21                          | TCS1O et IRAT 316        | 4,90              |
|           | 2 <sup>e</sup>  | 8                           | TCS1O et IRAT 316        | 4,48              |
| 2005-2006 | 1 <sup>er</sup> | 21                          | TCS1O et IRAT 316        | 5,6               |
|           | 2 <sup>e</sup>  | 10                          | TCS1O et IRAT 316        | 4,2               |

**Tableau 3 : volume de ma retenue de Ngoumangou**

| Cotes (m) | Volumes cumulés (milliers) |
|-----------|----------------------------|
| 403,00    | 0                          |
| 403,50    | 2,25                       |
| 404,00    | 12,75                      |
| 404,50    | 33,45                      |
| 405,00    | 68,904                     |
| 405,50    | 124,04                     |
| 406,00    | 200,55                     |
| 406,50    | 318,05                     |

**Annexe 3 : Données météorologiques****Tableau 1: Hauteurs de pluie des dix dernières années**

| Années                  | 2010   | 2009   | 2008   | 2007   | 2006   | 2005   | 2004   | 2003   | 2002   | 2001   |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hauteurs de pluies (mm) | 1437,4 | 1508,4 | 1368,2 | 1189,5 | 1345,6 | 1510,7 | 1240,7 | 1340,4 | 1593,1 | 1554,8 |

(Source : Station météorologique de l'ICRA/CRPR/Bambari 2010)

**Tableau 2 : Récapitulatif des besoins en eau de l'aménagement**

| Besoins          | Mai            | Juin           | Juil.           | Août            | Sept.          | Oct.       | Nov.           | Déc.            | Jan.          | Fév.            | Mars           | Avril      |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|
| Humains (m³)     | 108            | 108            | 108             | 108             | 108            | 108        | 108            | 108             | 108           | 108             | 108            | 108        |
| Animaux (m³)     |                |                |                 |                 |                |            |                | 360             | 360           | 360             | 360            | 360        |
| Superficie (ha)  | 21             |                |                 |                 |                |            | 10             |                 |               |                 |                |            |
| Besoin net (mm)  | 136            | 155,4          | 277,5           | 289,7           | 236,9          |            | 102,6          | 292             | 515,2         | 652             | 401,3          |            |
| Efficiencie      | 0,512          |                |                 |                 |                |            |                |                 |               |                 |                |            |
| Besoin brut (m³) | 55781,3        | 63738,3        | 113818,4        | 118822,3        | 97166,0        |            | 20039,1        | 57499,3         | 100625        | 127343,8        | 78378,9        |            |
| <b>totaux</b>    | <b>55889,3</b> | <b>63846,3</b> | <b>113926,4</b> | <b>118930,3</b> | <b>97274,0</b> | <b>108</b> | <b>20147,1</b> | <b>101093,0</b> | <b>101093</b> | <b>127811,8</b> | <b>78846,9</b> | <b>468</b> |

**Tableau 3: Températures maximales**

| Années      | Jan.        | Fév.        | Mars.       | Avr.        | Mai         | Juin        | Juil.       | Août        | Sept.       | Oct.        | Nov.        | Déc.        | Moy.        |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2006        | 39,1        | 44,2        | 41,1        | 40,4        | 39,3        | 37,9        | 39,1        | 37,4        | 38,5        | 36,9        | 37,9        | 39,1        | 39,2        |
| 2007        | 40,3        | 42,8        | 41,3        | 40,9        | 39,5        | 36,1        | 37,2        | 36,3        | 37,3        | 38,3        | 38,5        | 40,3        | 39,1        |
| 2008        | 40,9        | 43,4        | 44,7        | 40,2        | 38,5        | 36,1        | 36,5        | 36          | 38,8        | 39,1        | 37,9        | 40,5        | 39,4        |
| 2009        | 41,4        | 45,4        | 43,8        | 41,5        | 38,6        | 38,5        | 36,9        | 38,1        | 40,5        | 39,6        | 42,6        | 41,7        | 40,7        |
| 2010        | 43,5        | 46,3        | 38,5        | 44,2        | 38,2        | 38,5        | 37,5        | 36,3        | 40,5        | 40,5        | 39,5        | 40,1        | 40,3        |
| <b>Moy.</b> | <b>41,0</b> | <b>44,4</b> | <b>41,9</b> | <b>41,4</b> | <b>38,8</b> | <b>37,4</b> | <b>37,4</b> | <b>36,8</b> | <b>39,1</b> | <b>38,9</b> | <b>39,3</b> | <b>40,3</b> | <b>39,7</b> |

(Source: ASECNA de Bambari)

**Tableau 4: Températures minimales**

| Années      | Jan.        | Fév.        | Mars.       | Avr.        | Mai         | Juin        | Juil.       | Août        | Sept.     | Oct.      | Nov.        | Déc.      | Moy.        |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 2006        | 15,1        | 21,6        | 22,1        | 21,6        | 21          | 20,2        | 20,1        | 20,4        | 20,7      | 20,2      | 17,9        | 18,1      | 19,9        |
| 2007        | 19          | 20,7        | 21,7        | 21,3        | 21          | 20,3        | 20,7        | 20,5        | 19,6      | 20,3      | 18,3        | 14,4      | 19,8        |
| 2008        | 15,2        | 17,6        | 20,6        | 22,4        | 20,8        | 20,5        | 20,7        | 20,3        | 20,4      | 19,4      | 18,8        | 15,8      | 19,4        |
| 2009        | 16,8        | 16,9        | 21,4        | 20,7        | 21          | 20,6        | 20,2        | 20,5        | 20,1      | 22,6      | 19,7        | 16,1      | 19,7        |
| 2010        | 17          | 15,9        | 22          | 21,9        | 21,3        | 20,9        | 20,6        | 20,5        | 22,2      | 20        | 18,2        | 15,6      | 19,7        |
| <b>Moy.</b> | <b>16,6</b> | <b>18,5</b> | <b>21,6</b> | <b>21,6</b> | <b>21,0</b> | <b>20,5</b> | <b>20,5</b> | <b>20,4</b> | <b>21</b> | <b>21</b> | <b>18,6</b> | <b>16</b> | <b>19,7</b> |

**Tableau5: Evaporation de Pich**

| Années | Jan.  | Fév.  | Mars. | Avr.  | Mai  | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov.  | Déc.  | Moy.        |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------------|
| 2006   | 166,4 | 173,2 | 134,3 | 100,5 | 58,9 | 51,2 | 45,6  | 45,3 | 51,9  | 52,9 | 102,6 | 103,6 | 90,5        |
| 2007   | 113,8 | 149,6 | 130,2 | 125,3 | 54,7 | 51,5 |       | 43,7 | 38,7  | 36,1 | 69,6  | 131,9 | 85,9        |
| 2008   | 173,9 | 163,6 | 151,3 | 97,4  | 73,7 | 52,5 | 15,2  | 45,2 | 42,2  | 50,8 | 57    | 88,8  | 84,3        |
| 2009   | 135,7 | 185,8 | 121,9 | 61,3  | 63,3 | 52,5 | 46,2  | 45,2 | 48,1  | 61,8 | 90,3  | 89    | 83,4        |
| 2010   | 165,4 | 152,9 | 136,6 | 79,3  | 68,5 | 52,5 | 30,7  | 45,2 | 45,2  | 56,3 | 73,7  | 88,9  | 82,9        |
| Moy.   | 151   | 165,0 | 134,9 | 92,8  | 63,8 | 52,0 | 34,4  | 44,9 | 45,2  | 51,6 | 78,6  | 100,4 | <b>84,6</b> |

(Source: ASECNA de Bambari)

**Tableau6: Hauteurs maximales des pluies en 24 heures**

| Années      | Janv.   | Fév.    | Mars    | Avr.    | Mai     | Juin    | Juil.   | Août    | Sept.   | Oct.    | Nov.    | Déc.   |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| <b>2001</b> | 52,3/21 | 34,0/20 | 20,7/11 | 23,8/12 | 70,3/27 | 30,7/28 | 75,9/1  | 75,9/14 | 52,1/13 | 22,0/19 | 8,2/20  | N.T    |
| <b>2002</b> | N.T     | 2,8/23  | 7,5/23  | 28,2/17 | 57,4/27 | 61,2/17 | 61,6/20 | 8,6/9   | 49,2/4  | 48,6/1  | 2,6/14  | N.T    |
| <b>2003</b> | 15,7/19 | 1,2/22  | 19,1/29 | 43,8/4  | 38,5/28 | 71,2/22 | 39,4/21 | 55,3/9  | 35,9/19 | 54,2/15 | 27,1/2  | N.T    |
| <b>2004</b> | 13,2/1  | 18,3/25 | 27,0/18 | 47,1/17 | 34,2/11 | 25,8/6  | 38,0/12 | 66,8/24 | 36,4/14 | 60,4/27 | 39,1/10 | 6,1/9  |
| <b>2005</b> | N.T     | 8,3/26  | 21,5/29 | 38,6/8  | 34,3/26 | 47,9/18 | 44,6/18 | 72,4/18 | 78,7/14 | 56,0/5  | 31,1/2  | N.T    |
| <b>2006</b> | N.T     | 8,2/28  | 4,0/24  | 38/6    | 29,1/1  | 35,8/26 | 32,3/30 | 41,5/15 | 41,6/20 | 63,1/10 | 21,8/5  | N.T    |
| <b>2007</b> | N.T     | 10,2/25 | 18,1/11 | 31,3/7  | 54,8/2  | 56,4/1  | 27,4/23 | 57,5/2  | 32,0/6  | 46,0/12 | 18,2/11 | 1,2/7  |
| <b>2008</b> | 42,0/4  | 4,8/7   | 40,2/13 | 46,3/30 | 34,6/26 | 55,1/19 | 69,0/16 | 55,8/2  | 38,2/10 | 38,6/26 | 4,6/1   | N.T    |
| <b>2009</b> | N.T     | 19,5/24 | 31,9/25 | 11,8/28 | 55,8/12 | 30,5/3  | 89,7/30 | 45,2/3  | 24,0/9  | 70,6/20 | 34,3/11 | N.T    |
| <b>2010</b> | 0,4/14  | 2,3/25  | 22,8/30 | 44,1/18 | 37,6/17 | 30,2/21 | 34,0/21 | 63/22   | 92,1/22 | 45,0/8  | 31,3/21 | 20,0/7 |

(Source: ASECNA de Bambari)



## **Annexe 4: Questionnaires d'entretien**

**Public cible** : ACDA et les usagers

**Objectifs** : Collecter les informations d'ordre institutionnel et organisationnel.

### **Le barrage**

1. Quelle est la date de construction du barrage ?
2. Quel est le nombre du village concernés par l'aménagement ?
3. Quels sont les objectifs de cet aménagement ?
4. Quelle est la date de l'effondrement de la digue ?
5. Quelle est la date et le coût de réhabilitation du barrage et par qui ?
6. Quand avez-vous constaté que la ressource en eau est insuffisante ?

### **Le périmètre**

1. Quel est le nombre exact des parcelles ou des casiers sur l'aménagement ?
2. En quelle année vous avez crée des parcelles dans la retenue et pourquoi ?
3. Comment est organisé le tour d'eau dans le bas-fond aménagé ?
4. Comment sont gérées les zones exondées ?
5. Quelles sont les spéculations prévues dans le périmètre ?
6. Les exploitants sont-ils organisés en association ? Si oui, quel est leur rôle dans la gestion de l'eau ?
7. Avez-vous une police de l'eau dans le périmètre ?
8. Les usagers paient-ils une redevance pour l'eau ? Si oui, combien ?
9. Quels sont les différents usagers de l'eau du bas-fond ?
10. Quels sont selon vous les problèmes rencontrés par chaque type d'usagers ?
11. En cas de problèmes quelles sont les mesures prises pour y remédier ?
12. Quelle est l'organisation mise en place pour la gestion de l'eau ?
13. Quelles sont selon vous les pratiques qui constituent un facteur limitant pour l'économie de l'eau sur le périmètre ?
14. Selon-vous quelles sont les mesures à prendre pour lutter contre ceux qui pratiquent la pêche au barrage dans le périmètre ?

15. Quelle est la mission de l'ACDA ?
16. Quelles sont vos perspectives d'amélioration du cadre institutionnel et organisationnel de gestion du bas-fond ?
17. Quels sont les travaux de réhabilitation effectués sur le bas-fond ? Est-ce que la réhabilitation est à la hauteur de vos attentes ?
18. Quelles sont selon-vous les causes principales de :
  - a) Dégradation de l'aménagement ; b) pertes d'eau du périmètre.

### **Exploitation**

1. Disposez-vous des valeurs de production des dernières années ?
2. Quelle est la quantité des intrants que vous utilisez par année culturale ?
3. Comment se font les travaux d'entretien sur les canaux d'irrigation et de drainage ?
4. En cas de pénurie d'eau, quelles sont les mesures adoptées ?

**Annexe 5****Calcul du débit au niveau de buse enterrée (écoulement libre)****Formule :**

$$Q = 0,8 \times S \times \sqrt{2gh}$$

Avec :

S = section en m<sup>2</sup>

h = hauteur de charge en m

Q = débit en m<sup>3</sup>/sA.N:  $Q = 0,8 \times 3,14 \times 0,3^2 \times \sqrt{2 \times 10 \times 1}$  d'où  $Q = 1.01 \text{ m}^3/\text{s}$ Comme il y a deux buses, le débit total donne  $2,02 \text{ m}^3/\text{s}$

## **Bibliographie**

**B. DUMONT.** Hydraulique villageoise au Burkina Faso. Montlhéry, AFVP, Bulletin n°45 – Dépôt légal, 2<sup>e</sup> trimestre 1986.

**BERTON(S.)** La maîtrise des crues dans les bas-fonds. Petits et microbarrages en Afrique de l'Ouest (Le point sur n°12). Paris, GRET, ACCT, AFVP, ministère de la coopération et du développement, 1988

**BONNEFOND. R.,** Mémento de l'Agronome, troisième édition, collection“ Techniques rurales en Afrique ”. Paris, Ministère de la coopération – 1980.

**CHRISTIAN CASTELLANET.-** L'irrigation villageoise. Gérer les petits périmètres irrigués au Sahel(Le point sur les technologies). Paris, GRET, ACCT, CTA, GRDR, Ministère de la coopération Française et du développement, 1992

**FAO (1995),** Manuel pour l'estimation des crues décennales et des rapports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicales sèches, 354 pages.

**GUEYE. I.,** 2011 ; cours de barrage HSI, support 2iE, Ouagadougou.

**J.B. MAUCOR,** Les microcentrales hydrauliques 125 pages. Paris, GRET, Ministère de la coopération Française, 1979.

**J.M. GRESSILLON et J.P. LAHE,** Suggestions pour le dimensionnement des petits barrages en Afrique sahélienne ou Afrique tropicale. EIER, CIEH, Ministère de la Coopération Française, 1979.

**K.A. Edward et G.A. CLASSEN,** l'exploitation des ressources hydrauliques en Afrique tropicale. Rapport de recherche n°6, ACCT, décembre 1988.

**KARAMBIRI. H.,** 2011 ; Cours d'hydrologie HSI, support 2iE, Ouagadougou



.

**PIERRE VENNETIER et GEORGES LACLAVERE.** Atlas de la République Centrafricaine. Editions Jeune Afrique, Paris, Agence de Coopération Culturelle et Technique, 1<sup>er</sup> trimestre 1984.

**RIHOUEY JEROME,** Hydraulique de surface – Evolution technique des barrages en gabions, Montlhéry, les carnets de l'AFVP, 23 juillet au 23 septembre 1985.

**THIERRY DEBRIS et B. COLLIGNON.** La promotion des artisans et des petites entreprises du secteur hydraulique. Ministère de la coopération Française, 1994.

### ***Site internet***

Système d'Informations Hydrologiques Congo – Oubangui – Sangha (SIHCOS). Site web : [www.cicos.info](http://www.cicos.info) , 25 juillet 2011