



**ETUDE D'UN AMENAGEMENT HYDRO  
AGRICOLE DE 5 HA EN AVAL DU BARRAGE DE  
GOUNDRIN DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT  
OPTION : EAU AGRICOLE

-----  
Présenté et soutenu publiquement le [Date] par  
**Maïmouna KANAZOE**

**Travaux dirigés par :**

- **M. Adama OUEDRAOGO**, *Ingénieur du Génie Rural, Directeur de AC3E*
- **M. Bassirou BOUBE**, *Enseignant en irrigation*

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prénom NOM

Membres et correcteurs : Prénom NOM  
Prénom NOM  
Prénom NOM

**Promotion [2014/2015]**

## DEDICACES

---

*Je dédie ce présent mémoire :*

- ✚ Au tout Puissant, le Tout Miséricordieux, qui m'a toujours éclairé*
- ✚ A mes aimables et adorables parents Saïdou et Haguiratou KANAZOE pour leur amour, leur soutien indéfectible et tous les sacrifices qu'ils ne cessent de faire à mon égard. Puisse DIEU leur accorder longévité afin qu'ils puissent recevoir en retour la plus-value de leurs innombrables efforts.*
- ✚ A ma sœur Saadatou et à mes Frères Amara et Ayman, pour leur amour et leur soutien.*
- ✚ A mon cher Datien Guy Aymard YE, pour son soutien, son attention et son assistance.*
- ✚ A mes oncles et tantes qui m'ont toujours soutenu et prodigué des conseils.*
- ✚ A tous mes ami(e)s qui n'ont pas cessé de me soutenir.*

*Recevez ma profonde gratitude*

## **REMERCIEMENTS**

---

A l'issue de mon stage de fin d'étude, mes sincères gratitudee et remerciement vont à l'endroit de toute l'équipe pédagogique de l'Institut pour leur dévouement et leurs efforts déployés pour notre formation d'une part.

Et d'autre part mes sincères remerciements à :

- ✚ La Direction de AC3E de m'avoir accueilli à titre de stagiaire. Je présente mon profond respect à Monsieur Adama OUEDRAOGO, Directeur Général pour les moyens qu'il a mis à ma disposition, sa sympathie et son encadrement.
- ✚ A mon encadreur pédagogique Monsieur Bassirou BOUBE pour son encadrement pédagogique et technique, sa disponibilité et son attention particulière à nos sollicitations malgré ses multiples occupations ;
- ✚ A tout le personnel de AC3E pour sa franche collaboration et son appui conseil dans le cadre de notre étude ;

Enfin, à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici l'expression de mes sincères gratitudee et mes meilleures salutations.

## **RESUME**

---

Le présent mémoire traite les résultats de l'étude d'un périmètre irrigué à vocation hydro-agricole au profit de la population de Goundrin situé dans la commune de Loumbila, région du Plateau Central (Burkina Faso). Le système d'irrigation retenu est le type semi-californien.

L'irrigation est faite à partir du barrage de Goundrin, dont la digue est en terre compactée haut de 3.36 m avec une côte de crête de 288 m. Le déversoir est latéral de type radier submersible. L'ouvrage de prise est à la côte 284.83 m.

Les spéculations envisagées sont le riz en saison hivernale et de la tomate en saison sèche sur 5 ha en alternance tenant compte de la réponse d'usage de l'eau du barrage d'une capacité de **443 955,80 m<sup>3</sup>**.

Les besoins en eau du riz pluvial s'élevant à **2 567 m<sup>3</sup>/ha** et ceux de la tomate à **2 517 m<sup>3</sup>/ha** en période sèche avec respectivement des débits maximums de pointe **3,43 l/s/ha** et **3,36 l/s/ha**.

L'aménagement est composé d'une station de pompage qui refoule l'eau dans un bassin partiteur à partir duquel sont raccordées deux conduites primaires. Ces dernières alimentent sept conduites secondaires, et qui à leurs tour alimentent les ouvrages de régulation.

L'aménagement est aussi muni de pistes d'accès et de réseaux de drainage.

Le coût des travaux de l'aménagement s'élève à environ **9 000 000 F CFA à l'hectare**.

### **Mots Clés:**

---

- 1 - Irrigation semi-californien**
- 2 - Riz**
- 3 -Tomate**
- 4 - Goundrin**
- 5 - Loumbila**

## **ABSTRACT**

---

This brief discusses the results of the study of an irrigated perimeter in hydro-agricultural use for the benefit of the population of Goundrin located in Burkina Faso, in the town of Loumbila, Central Plateau region (Burkina Faso).

The successful irrigation system is the semi-california-style. Irrigation is made from Goundrin dam, whose dam is compacted top soil with a 3, 36 meter peak coast 288 meter. The spillway is lateral strike submersible type; the intake structure is 284, 83 meter to coast.

Speculation are considered rice in winter and dry season tomato on 5 ha alternately taking into account the response to use of water from the dam with capacity of **443 955, 80 m<sup>3</sup>**.

The water needs of upland rice amounting to **2567 m<sup>3</sup>/ha** and that of tomato **2517 m<sup>3</sup>/ha** during the dry season respectively with maximum peak flow **3, 43 l/s/ha** and **3, 36 l/s/ha**.

The layout consists of a pumping station which delivers water diverter in a pool from which are connected two primary pipes. These feed seven secondary pipes, intake structures and regulation. The layout is also provided with access roads and drainage networks.

The cost of the construction work amounts to about **9 000 000 FCFA/ha**.

### **Key words:**

---

- 1 - Irrigation semi-californian**
- 2 - Rice**
- 3 -Tomato**
- 4 – Goundrin**
- 5 - Loumbila**

## **LISTES DES ABRÉVIATIONS**

---

- 2iE** : Institut International de l'Eau et de l'Environnement ;
- AC3E** : Agence Conseil pour l'Equipement, l'Eau et l'Environnement ;
- AGETEER** : Agence d'Exécution des Travaux Eau et Equipement Rural ;
- BID** : Banque Islamique de développement
- BUNASOLS** : Bureau National des Sols
- CIEH** : Comité Interafricain d'études Hydrauliques ;
- CIEH-EIER** : Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques –EIER
- CGE** : Conférence des Grandes Ecoles
- CTI** : Commission française des Titres d'Ingénieurs
- DPARHASA-OTG** : Direction Provinciale de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire - Oubritenga.
- DPRA** : Direction Provinciale des Ressources Animales ;
- DRRA-PLC** : Direction Régionale des Ressources Animales du Plateau Central ;
- DSA** : Direction des Statistiques Agricoles ;
- FAO**: Food and Agricultural Organization;
- IGB** : Institut Géographique du Burkina
- INSD** : Institut Nationale de la Statistique et de la Démographie ;
- IRD** : Institut de Recherche pour le Développement ;
- MARHASA** : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'assainissement et de la Sécurité Alimentaire ;
- ORSTOM** : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer (alias IRD) ;
- PDRI-PC** : Projet de Développement Rural Intégré du Plateau Central ;
- PHE** : Plus Hautes Eaux ;
- PIB** : Produit Intérieur Brut ;
- RGHP** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat ;
- TDR** : Terme de Référence ;
- TN** : Terrain Naturel ;

## **LISTE DES SYMBOLES**

---

<b>Symboles</b>	<b>Représentations</b>	<b>Unités</b>
Cc	Côte crête	m
Cd	Côte déversoir	m
Cr	Côte radier	m
D <sub>catalogue</sub>	Diamètre catalogue	mm
D <sub>théorique</sub>	Diamètre théorique	mm
DN	Diamètre nominale	mm
ETo	Evapotranspiration de référence	mm
ETM	Evapotranspiration maximale	mm
ETP	Evapotranspiration potentielle	mm
Hcr	Humidité à la capacité aux champs	%
Hpf	Humidité au point de flétrissement	%
HMT	Hauteur manométrique totale	M
Ja	Pertes de charges à l'aspiration	m
PdcL	Pertes de charges linéaires	m
PdcS	Pertes de charges singulières	m
PdcT	Pertes de charges totales	m
Ha	Hauteur d'aspiration	m
PHE	Plus hautes eaux	-
PN	Pression nominale	bar
RFU	Réserve facilement utilisable	mm
RU	Réserve utile	mm
Z	Côte	m

## LISTE DES TABLEAUX

---

<i>Tableau 01 : Températures moyennes (1970 à 2012).....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 02 : ETP PENMAN moyenne mensuelle en (mm) 1952 à 2012.....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 03 : Evaporations moyennes mensuelles (bac A) 1968 à 2011, Station de Ouagadougou .....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 04 : Production maraîchère /campagne 1999-2000 .....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 05 : Caractéristiques du bassin versant du barrage .....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 06 : Coordonnée de la station pluviométrique de Ouagadougou .....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 07 : Les données hauteurs-volume-surfaces de la retenue de Goundrin.....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 08 : Apports du bassin versant en fonction de la période de retour .....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 09 : Effectif de la population projeté à l'horizon 2025 .....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 10 : Les effectifs du cheptel projeté à l'horizon 2025 .....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 11 : Caractéristiques de la conduite de refoulement.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 12 : Caractéristiques des conduites primaires .....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 13 : Caractéristique des conduits secondaires.....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 14 : Caractéristiques des canaux tertiaires.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 15 : Caractéristiques des drains .....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 16 : Caractéristiques des digues de protection .....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 17 : Caractéristiques minimales de la motopompe.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 18 : Principaux impacts significatifs identifiés et les mesures d'atténuation .....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 19 : Programme d'irrigation en période de pointe, pour la campagne d'irrigation en saison sèche (Maraichage).....</i>	<i>52</i>

## LISTE DES FIGURES ET EQUATIONS

---

<i>Figure 01 : Carte situation de la commune de Loumbila .....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 02 : Vue aérienne du périmètre irrigué de Goundrin .....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 03: Diagramme ombro-thermique de la zone d'étude.....</i>	<i>9</i>
<i>Équation 01 : Apports (RODIER).....</i>	<i>14</i>
<i>Équation 02 : Belanger.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 04 : Courbe d'exploitation de la retenue du barrage de Goundrin .....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 05: Plan d'arrosage à l'intérieur d'un quartier.....</i>	<i>43</i>

## TABLE DE MATIERES

---

<b>DEDICACES.....</b>	<b><i>i</i></b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b><i>ii</i></b>
<b>RESUME.....</b>	<b><i>iii</i></b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b><i>iv</i></b>
<b>LISTES DES ABRÉVIATIONS.....</b>	<b><i>v</i></b>
<b>LISTE DES SYMBOLES .....</b>	<b><i>vi</i></b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b><i>vii</i></b>
<b>LISTE DES FIGURES ET EQUATIONS.....</b>	<b><i>viii</i></b>
<b>TABLE DE MATIERES.....</b>	<b><i>ix</i></b>
<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b><i>xi</i></b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b><i>1</i></b>
<b>I. Problématique et objectifs d'études.....</b>	<b><i>2</i></b>
I.1 Problématique .....	<i>2</i>
I.2 Objectifs de l'étude .....	<i>2</i>
I.3 Résultats attendus .....	<i>2</i>
I.4. Synthèse des études de base .....	<i>3</i>
<b>II. Matériel et méthodes.....</b>	<b><i>5</i></b>
II.1 Généralité sur la zone d'étude.....	<i>5</i>
II.2 Approche méthodologique .....	<i>12</i>
<b>III. Résultats obtenus.....</b>	<b><i>34</i></b>
III.1. Etudes hydrologiques .....	<i>34</i>
III.1.1. Hydrologie .....	<i>34</i>
III.1.2 Exploitation de la cuvette.....	<i>36</i>
III.2. Les paramètres d'irrigation.....	<i>42</i>
III.3. Conception du périmètre.....	<i>43</i>
III.4. Les aménagements terminaux.....	<i>48</i>
III.5. Notice d'impact environnemental et social.....	<i>49</i>

III.6. Gestion de l'eau et entretien de l'aménagement .....	52
III.7. Avant métré et cout de l'aménagement .....	55
<b>IV. Recommandations .....</b>	<b>56</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>59</b>

## **AVANT-PROPOS**

---

L'Institut 2iE est un centre d'enseignement supérieur et de recherche membre de la Conférence des grandes écoles (CGE) et basé au Burkina Faso. Spécialisés dans les domaines de l'eau, de l'énergie, de l'environnement, du génie civil et des mines, ses diplômes d'ingénieur ont reçu l'accréditation de la Commission française des Titres d'Ingénieur (CTI) ce qui leur octroie une reconnaissance européenne à travers le label EUR-ACE.

Créé en 2007, elle (2IE) résulte de la fusion et restructuration des ex-écoles inter États EIER (École d'Ingénieurs de l'Équipement Rural) et ETSHER (École des Techniciens de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural) créées respectivement en 1968 et 1970 par 14 États d'Afrique de l'Ouest et Centrale.

Pour assurer l'ensemble de ces formations, l'Institut dispose de ses propres locaux aussi bien à Ouagadougou qu'à Kamboinsé localité situé à quelques kilomètres de la ville de Ouagadougou. Le premier enjeu des formations délivrées est d'assurer l'employabilité des étudiants. Une attention particulière est ainsi portée à l'adéquation entre les formations et les besoins du marché du travail. Pour cela, les cursus sont élaborés et dispensés en relations étroites avec le monde de l'entreprise.

C'est dans ce cadre que nous avons effectué un stage de 20 semaines au sein de l'Agence Conseil pour l'Équipement, l'Eau et l'environnement (AC3E) pour la rédaction du mémoire de fin d'étude (Master II).

Cabinet d'études en ingénierie créée en 1997, AC3E est inscrite sous le numéro BF OUA 2002 B 2390 en tant que entreprise individuelle. Elle privilégie la collaboration avec d'autres bureaux d'études nationaux ou étrangers ayant les mêmes compétences ou des compétences complémentaires. Elle fait également appel à des consultants indépendants qualifiés et expérimentés dans des domaines particuliers. Son objectif global est de fournir à ses clients et partenaires des résultats qui satisfont leurs attentes et leurs besoins, intégrant une utilisation optimale des ressources humaines et naturelles.

## **INTRODUCTION**

---

Le Burkina Faso est un pays situé au cœur de l'Afrique occidentale avec une superficie 274 122 km<sup>2</sup>. Son secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie nationale. Il emploie 92% de la population active en 2011 et génère 40% du PIB (FAO, 2011). Ce secteur représente la principale source de revenu pour le pays et dépend essentiellement de la disponibilité des ressources hydriques, des aléas climatiques, de la fertilité des sols et des méthodes d'irrigation.

En dépit de sa grande importance pour l'économie, l'agriculture Burkinabè est confrontée aux aléas climatiques qui entraînent de fortes fluctuations de la production agricole d'une année à l'autre. Par exemple le gouvernement Burkinabè a engagé de fortes actions en faveur du domaine de l'irrigation. En effet, l'irrigation apparaît comme une des alternatives pour minimiser l'influence des facteurs climatiques limitant majeurs, de l'agriculture pluviale traditionnelle Burkinabè à travers une production supplémentaire en saison sèche et une sécurisation de la production hivernale par des compléments d'eau.

Ainsi dans le cadre de la politique nationale de la sécurité alimentaire et de la réduction de la pauvreté en milieu rural, le gouvernement du Burkina Faso, avec l'aide de la Banque Islamique de Développement (BID), a entrepris la réalisation des travaux de réhabilitation de 350 hectares de périmètre irrigués dans les trois (03) provinces de la région du Plateau Central à travers le financement du Projet de Développement Rural Intégré du Plateau-Central (PDRI-PCL). AC3E, a été sélectionnée comme consultant pour la réalisation des études techniques en vue des travaux d'aménagement d'un périmètre irrigué de 05 ha de type semi-californien en aval du barrage de Goundrin en lieu et place d'une réhabilitation. Cette étude a pour objectif général la proposition d'une conception technique de l'aménagement hydro-agricole de 5 ha en aval du barrage de Goundrin (BURKINA FASO). Dans les lignes qui suivront, nous ferons d'abord une présentation de la zone d'étude, suivi de la méthodologie de travail et les résultats des études effectuées qui nous permettront de présenter une conception du périmètre, son organisation, son entretien et le coût de l'aménagement.

## **I. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDES**

### **I.1 PROBLEMATIQUE**

Le site du périmètre est situé en aval du barrage de Goundrin et a déjà fait l'objet d'un aménagement de périmètre irrigué de 05 ha environ, vers 1980 (Selon les habitants de Goundrin). Le périmètre irrigué fonctionnait de façon gravitaire à partir de la prise du barrage comprenant un réseau d'irrigation, un réseau de pistes et deux digues de protection. Les cultures qui étaient pratiquées sont le riz et le maraichage. Cet aménagement a fonctionné jusqu'à dans les années 1999-2000 (selon les habitants de Goundrin), période à laquelle le périmètre a cessé de fonctionner parce qu'une grande partie des canaux d'irrigation était endommagée.

Aujourd'hui, au regard du niveau de dégradation des ouvrages du périmètre irrigué, nous avons proposé d'exécuter un nouveau périmètre de type semi-californien en lieu et place d'une réhabilitation de l'ancien périmètre irrigué. L'aménagement du périmètre permettra d'améliorer la sécurité alimentaire et réduire la faim et la pauvreté dans la région du plateau central à travers le développement agricole de ladite localité par une utilisation rationnelle de l'eau.

### **I.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE**

L'objectif global de cette étude est de proposer un plan d'aménagement hydro-agricole en aval du barrage de Goundrin, via un système d'irrigation performant : semi-californien.

Il s'agira plus spécifiquement de :

- Quantifier la ressource en eau disponible dans la retenue
- Evaluer les besoins en eau des cultures
- Faire ressortir le débit d'équipement
- Faire ressortir un devis quantitatif, éventuellement un devis estimatif.

### **I.3 RESULTATS ATTENDUS**

A l'issu des études, les résultats attendus sont :

- Un nouveau plan d'aménagement de 5 ha sera disponible
- un mémoire technique explicatif justifiant les paramètres de base, la conception et les dispositions techniques particulières retenues
- Un devis quantitatif et estimatif

#### **I.4. SYNTHÈSE DES ÉTUDES DE BASE**

##### **✚ Études topographiques**

Les études topographiques ont permis de mettre en évidence certaines caractéristiques du site. Situé en aval du barrage de Goundrin les pentes des versants sont en moyenne de l'ordre de **1%** ; le couvert végétal est faible sur le site et aucun habitat n'a été recensé.

Les travaux topographiques ont consisté en un levé d'état des lieux de **8,5 ha** (constitué de zones aménageables et de zone non aménageable); les zones aménageables s'étendent sur environ **5 ha** et constituent l'emprise de l'ancien périmètre. L'établissement des plans topographiques aux échelles de 1/1000 pour les plaines à aménager tient compte des passages d'eau et tous les détails de terrain.

##### **✚ Études pédologiques**

L'objectif essentiel de l'étude pédologique est de faire l'inventaire des sols du périmètre, de déterminer les caractéristiques des unités des sols qui le composent et leur aptitude pour les spéculations envisagées par les bénéficiaires du site.

- **L'inventaire des sols**

Selon Rapport d'études pédologiques de Goundrin (2015) l'inventaire des sols du site du périmètre de Goundrin a donné trois (03) classes de sols qui sont par ordre d'importance : Les sols hydromorphes (unité 3), les sols à sesquioxydes de fer et/ou de manganèse (unité 2), les sols peu évolués (unité 1)

A ces trois (03) classes de sols correspondent aussi trois (03) sous-groupes de sols qui sont : les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley de surface (HPGS), les sols

ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions (FLTC), les sols peu évolués d'apport colluvial /alluvial hydromorphes (PEACAH).

Les trois (03) unités pédologiques du site sont décrites (cf. [Annexe I](#))

- **L'évaluation des terres**

Selon Rapport d'études pédologiques de Goundrin (2015) l'évaluation des aptitudes des terres du site de Goundrin a donné les résultats suivants :

Deux (02) unités équipotentiels retenues pour l'évaluation des terres du site sont :

**Unité équipotentielle a** : concerne l'unité pédologique n°3,

**Unité équipotentielle b** : rassemble les unités pédologiques n°1 et n°2.

Les caractéristiques de ces deux classes d'aptitudes sont données (cf. [Annexe I](#)).

## **II. MATERIEL ET METHODES**

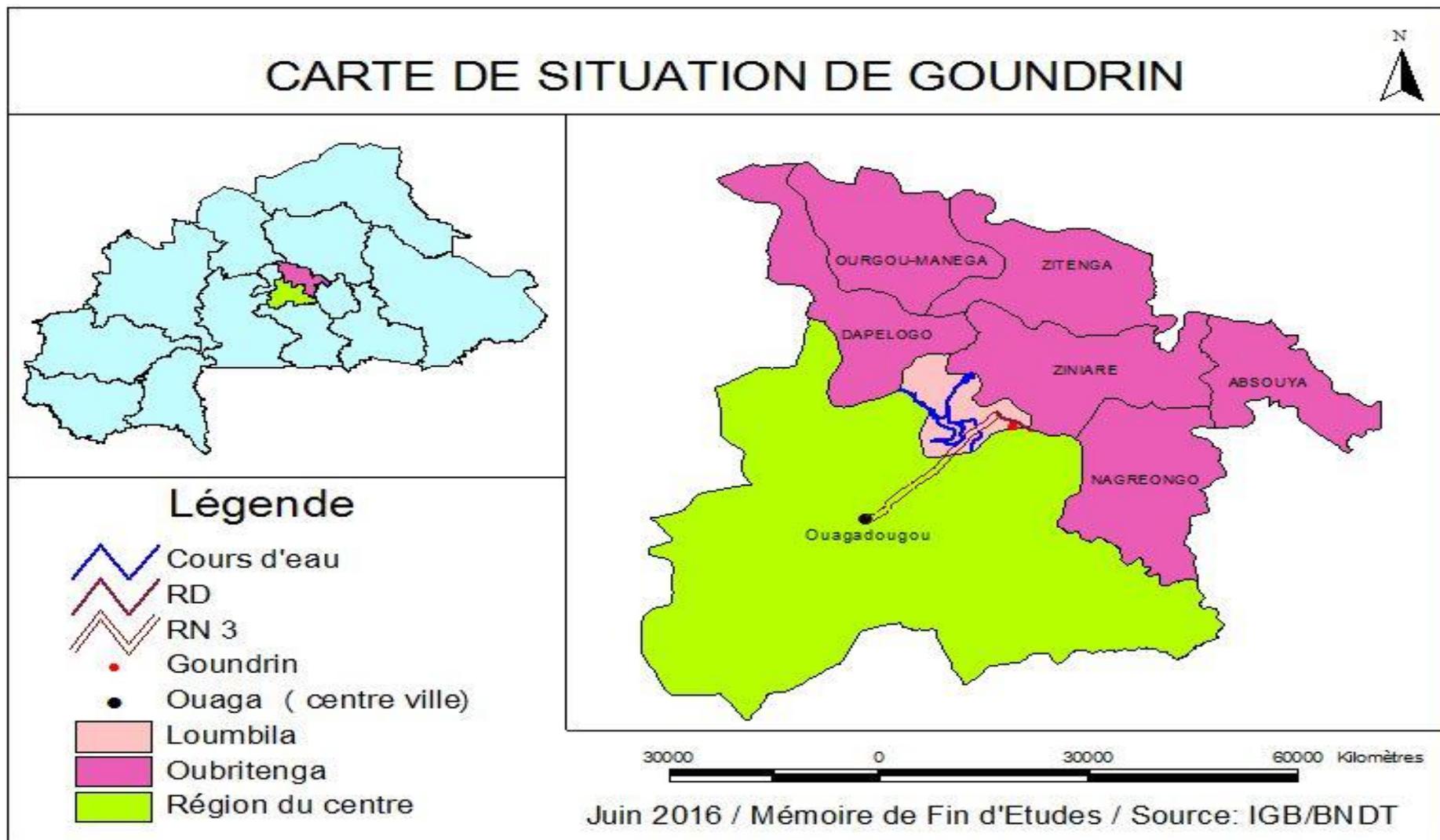
### **II.1 GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE**

#### **✚ Localisation du site**

Le site de Goundrin est situé dans la commune rurale de Lombila, à environ 17 km au Sud de Ziniaré et à 15 km de la capitale Ouagadougou et est situé entre les coordonnées 1°15' et 1°30' de longitude Ouest et 12°25' et 12°36' de latitude Nord. La commune de Loumbila est limitée au nord par la commune de Dapélogo, à l'est par la commune de Ziniaré, à l'ouest par les communes de Pabré et de Ouagadougou et au sud par la commune de Saaba.

Le site du périmètre est situé entre les coordonnées 1°20'50.42' de Longitude Ouest et 12°31'11.67'' de Latitude Nord. L'accessibilité est assez bonne en toute saison.

La localisation du village de Goundrin est donnée par la carte suivante :



**Figure 01** : Carte situation de la commune de Loumbila

Le site d'aménagement est localisé sur la route en terre qui mène au village de Goundrin. Il est situé à 1,5 km de la route nationale RN3 et à 300 m du centre du village. La vue aérienne du site, prise sur Google Earth, montre en détail la localisation du site à aménager.

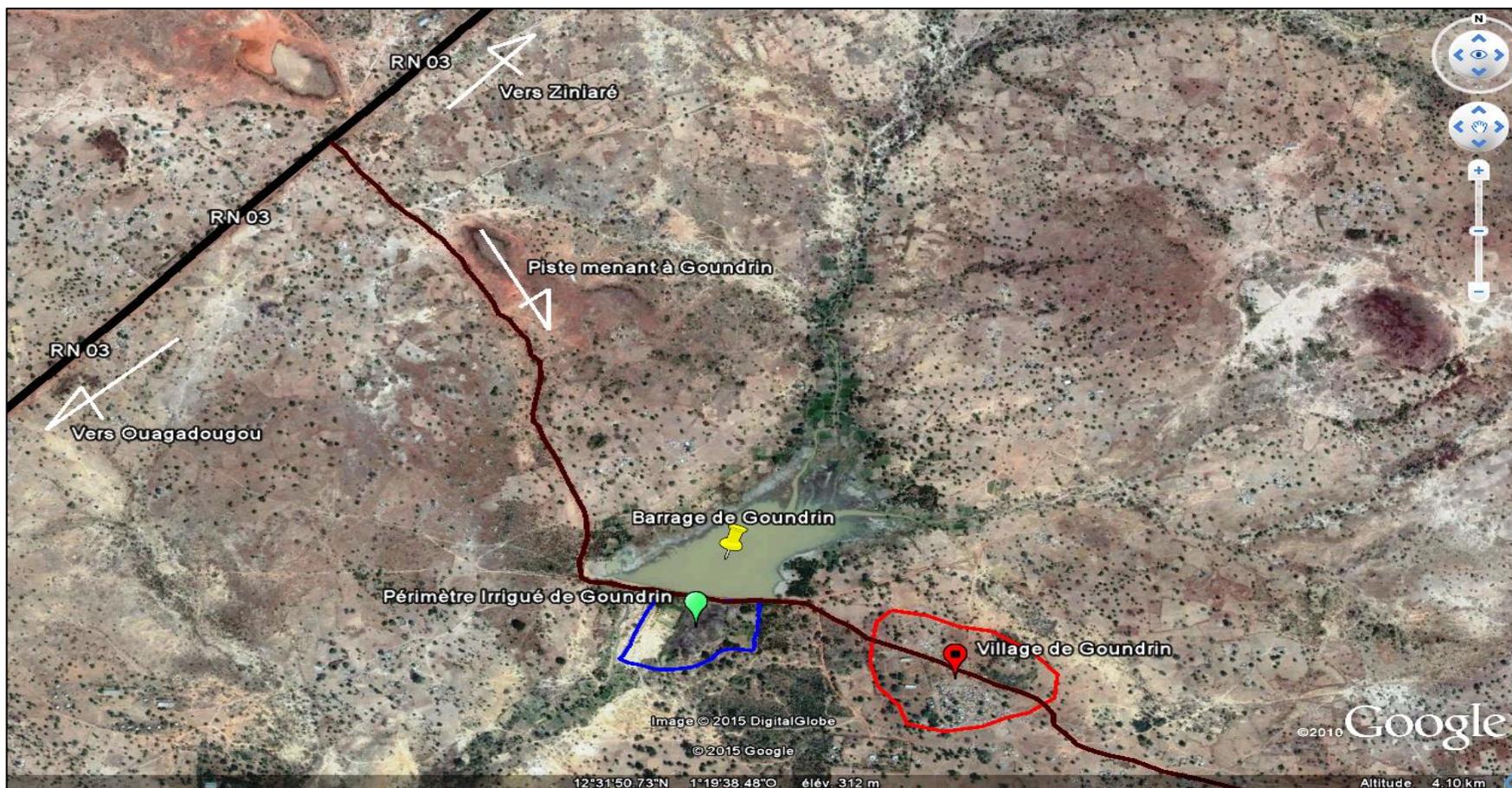


Figure 02 : Vue aérienne du périmètre irrigué de Goundrin

### **Climat et pluviométrie**

Le site est situé dans la zone soudano-sahélienne. Il est caractérisé par un climat de type tropical avec une alternance de deux saisons : une saison pluvieuse et une saison sèche. La saison pluvieuse dure environ cinq (05) mois et s'étale de mai à septembre et la saison sèche dure environ sept (07) mois et couvre la période d'octobre à d'Avril. Ces durées sont variables d'une année à une autre et on note des variations spatiales assez importantes dans les hauteurs d'eau enregistrées annuellement.

L'essentiel des précipitations est enregistré dans les mois de juillet et août. Les températures journalières les plus élevées se situent au mois d'avril.

En saison sèche, on note deux périodes :

- Une période sèche et froide couvrant les mois d'octobre à février qui se caractérise par l'action de le harmattan, le mois le plus froid étant janvier,
- Une période sèche et chaude couvrant les mois de mars et mai avec de plus hautes températures en avril.

Les tableaux 01, 02, 03 donnent un aperçu sur les données agro-climatiques de la zone.

**Tableau 01** : Températures moyennes (1970 à 2012)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° Moyenne	25	28	31	32	32	29	27	27	28	30	28	18

**Tableau 02** : ETP PENMAN moyenne mensuelle en (mm) 1952 à 2012

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>P</b> <b>(mm)</b>	186	186	206	190	184	152	134	125	137	170	171	179

**Tableau 03** : Evaporations moyennes mensuelles (bac A) 1968 à 2011, Station de Ouagadougou

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Ebac</b> <b>(mm)</b>	260	279	341	320	313	246	206	170	171	218	236	244

Source : Direction générale de la météorologie

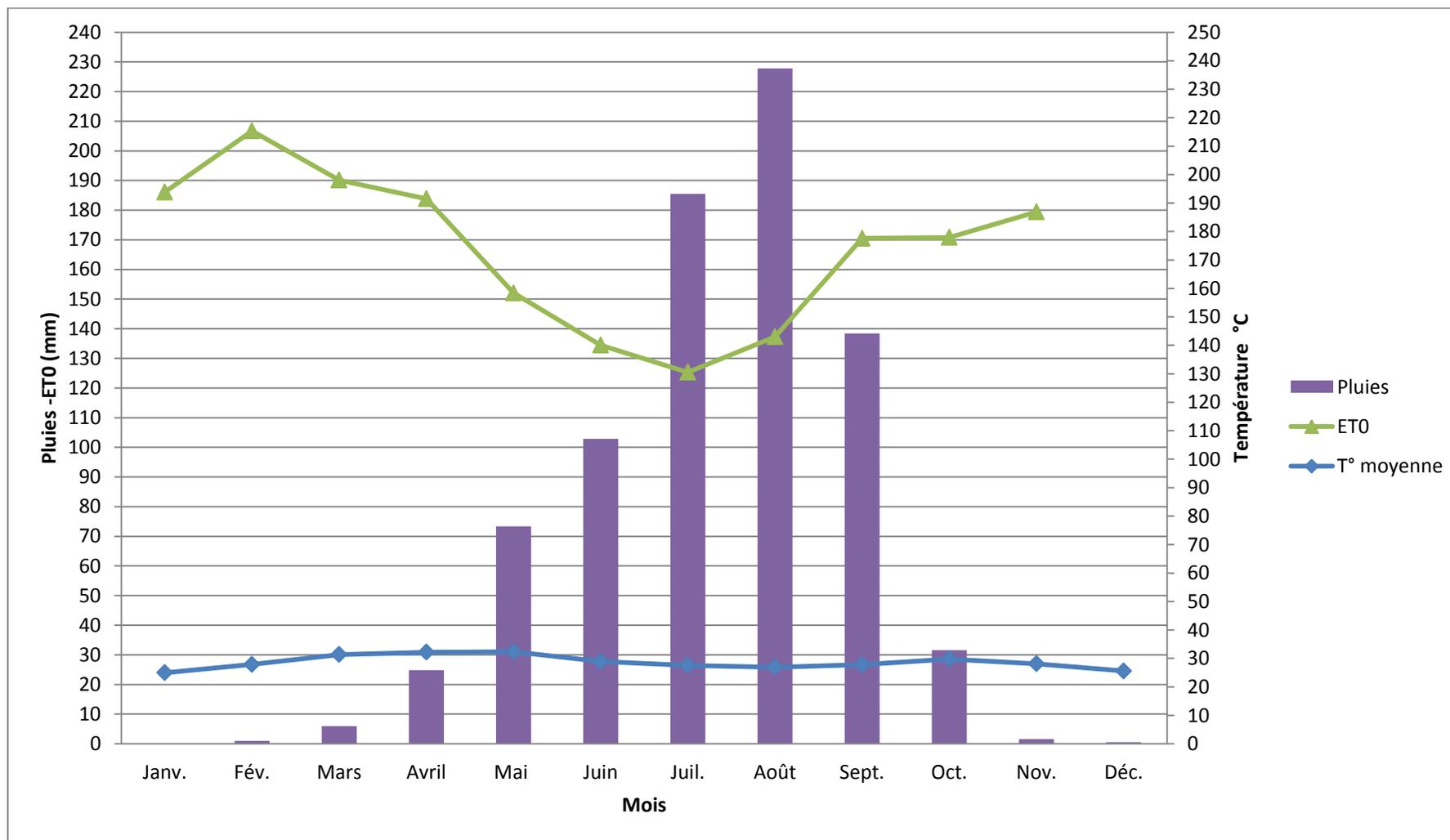


Figure 03: Diagramme ombro-thermique de la zone d'étude

La répartition mensuelle interannuelle des pluies est effectuée à partir des données pluviométriques mensuelles moyennes. Elle met en évidence : les mois humides (mai à septembre) et les mois secs (octobre à avril).

### **La végétation**

Goundrin se situe dans la zone climatique passablement favorable aux activités agrosylvo-pastorales. Les terroirs villageois se caractérisent par des formations végétales allant de savanes boisées aux savanes arborées. Nous notons également la présence de savanes herbacées.

En effet le couvert végétal dans la province de l'Oubritenga comporte quatre types de formations : la savane arborée, la savane arbustive, la savane boisée (le long du cours d'eau) et la savane herbacée. Cependant, du fait de l'occupation humaine de l'espace, cette végétation originelle présente partout dans la province l'allure de paysages agricoles dominés par quelques espèces protégées : *Butyrospermum parkii* (karité), *Parkia Biglobosa* (nééré), *Lanea acida* (raisin), *Adansonia Digitata* (Baobab), *Tamarindus Indica* (Tamarinier) et *Faidherbia Albida*. Selon l'inventaire forestier national (FAO-Rome, 1983), la province de l'Oubritenga est classée parmi les provinces fortement déficitaires en ressources forestières. La superficie forestière représente 22.5 % de la superficie totale de la province (Monographie de la province d'Oubritenga, 1996).

### **Le Relief et Hydrographie**

Le village de Goundrin constitue une pénéplaine peu élevée (300 à 400 mètres d'altitude). Cette pénéplaine comporte cependant les unités et sous-unités suivantes mises en évidence par l'interprétation des photographies aérienne (BUNASOL, 1998).

- Les reliefs résiduels : Ils sont les témoins actuels du relief ancien transformé par l'érosion. Il s'agit des buttes et d'affleurements rocheux, des niveaux cuirassés correspondant d'une part aux buttes témoins et d'autre part aux plateaux.
- La surface fonctionnelle : C'est l'unité géomorphologique la plus importante de par son étendue. Elle correspond à trois (03) unités telles que les versants érodés, les glacis et les interfluves.
- Les ensembles fluviaux-alluviaux : correspondent aux niveaux les plus bas du paysage qui regroupent les vallons, les plaines et terrasses alluviales, et les cuvettes de décantation.

Les principaux cours d'eau de la province et leurs nombreuses ramifications plus ou moins incisées se rattachent au Bassin Versant du Nakambé. Ils appartiennent au réseau à régime sec. Le tarissement en saison sèche en est la caractéristique essentielle. Ces principaux cours d'eau sont : Le Nakambé (2ème Cours d'eau du Burkina après le Mouhoun) et le Massili (Principal affluent du Nakambé). L'ensemble des eaux de surfaces de la commune de Loumbila convergent vers le fleuve Nakambé

#### **Les sols**

La nature des sols est largement conditionnée par la géologie, l'évolution géomorphologique et les climats anciens et actuels. Les sols sont classés de la façon suivante : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols brunifiés, les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (BUNSOLS, juillet 1998).

#### **Population**

Les résultats du dernier recensement démographique de Goundrin (RGPH, 2006) faisaient état de 656 habitants en 2006 avec un taux d'accroissement de la population de 2.52 %. La population de Goundrin est en grande majorité constituée de mossi qui est à l'origine d'une société généralement très organisée et hiérarchisée.

#### **Activités socio-économiques**

Les activités de production dans la province d'Oubritenga sont essentiellement axées sur la production (végétale, animale et artisanale) et le commerce. L'agriculture dans cette province est une agriculture extensive qui se caractérise par l'utilisation de l'énergie humaine et l'emploi d'outils rudimentaires.

La contribution de la femme dans ce secteur de l'économie est prépondérante. Les travaux sur les champs collectifs familiaux sont privilégiés par rapport aux champs individuels que détiennent les membres de la famille (hommes et femmes).

Source : Monographie de la province de l'Oubritenga, (1996).

#### **Le mode de gestion des terres**

L'exploitation foncière dans la province de l'Oubritenga est régie par le droit foncier

coutumier qui ne permet pas toujours une approbation individuelle de terres. Les chefs de terre qui incarnent ce droit, assurent des fonctions religieuses, juridiques et sont chargés de veiller au respect de l'exploitation foncière suivant les normes établies par la société.

Le système de distribution des terres à ceux qui en manquent se fait sous forme de prêt. Les seules obligations du bénéficiaire sont le respect de certaines règles socio-ethniques édictées par le prêteur. La prise de décision concernant la division de la terre dans le Peend (groupe des descendants directs d'un même ancêtre) est le privilège du plus âgé appelé le Peendkasma. Les départs et les décès peuvent être cause d'une nouvelle allocation au sein du Peend. Les terres prêtées ou louées sur le Plateau Central représentent environ 33 % des terres cultivées (Monographie de la province de l'Oubritenga, 1996). La femme n'est pas propriétaire de terre. Elle a deux possibilités d'obtenir des droits temporaires sur la terre soit par son mari, soit emprunter des terres à d'autres hommes.

Ainsi, on enregistre un degré élevé de morcellement des terres qui sont très peu aménagées.

## **II.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE**

La méthodologie adoptée comporte quatre (04) grands points : la revue documentaire, les sorties de terrain, le traitement des données et la description de la démarche conceptuelle.

### **Recherche documentaire**

La démarche suivie lors de la recherche documentaire est la suivante.

- La recherche bibliographique a consisté à consulter des documents tels que les livres, les anciens rapports et mémoire technique d'études d'aménagement de périmètres du type semi-californien, la monographie de la province d'Oubritenga et la recherche sur internet au sujet de l'étude de la conceptuelle d'un périmètre irrigué.
- La collecte de données et la synthèse des études topographique et pédologique.

### **Sortie terrain**

Six visites du terrain ont été organisées afin de se familiariser avec le site et recueillir des informations sur les habitudes culturelles. Des sondages pédologiques ont également été réalisés pour déterminer les caractéristiques des différents types de sols présents dans la zone

d'étude. Enfin des levés topographiques ont lieu afin de se renseigner au mieux la zone d'étude et faciliter le calage des ouvrages.

### **Traitement des données**

Ce traitement s'est fait au bureau en vue d'obtenir des éléments de réponses nécessaires à la conception du périmètre. Ce traitement s'est fait en utilisant les logiciels comme :

- Global Mapper, Google Earth, Arc View pour la délimitation du bassin versant,
- AutoCad, Covadis pour l'élaboration des plans et des profils,
- Hyfranplus pour le traitement des données pluviométriques, et enfin
- MS. Word, MS. Excel pour la rédaction et le calcul des paramètres.

La consultation de ses différents documents et logiciels nous a permis de recueillir les données de base pour l'étude.

### **Démarche conceptuelle**

Cette démarche porte d'une part sur la méthode adoptée pour l'étude hydrologique et d'autre part sur la méthode de conception technique de l'aménagement.

#### ➤ **Caractérisation physique et géomorphologique du bassin versant**

- **Analyse statistique de la pluviométrie**

**Lacunes** : Toutes les données recueillies présentent quelques de lacunes.

**Contrôle de données et tendances** : Pour la détermination de la pluie annuelle, nous avons utilisé une série de 59 années de valeurs mensuelles de la station de Météorologique de Ouagadougou. Les moyennes mobiles ont été calculées à partir de la pluie annuelle.

**L'analyse fréquentielle** : Les quantiles de fréquence sèche et humide sont déterminés par un ajustement statistique sur les séries de pluies journalières et annuelles.

#### ➤ **Exploitation de la retenue**

Elle est évaluée en tenant compte des apports, du besoin en eau du périmètre, du besoin en eau de la population et du cheptel, de l'évaporation du plan d'eau et des infiltrations

dans la cuvette

- **Evaluation des apports**

Nous avons adopté la méthodologie de Rodier (1975-1976) qui a pour objectif de fournir les éléments permettant d'évaluer les écoulements annuelles pour des bassins versants appartenant au Sahel africain, à la zone tropicale sèche et ne disposent d'aucune observation hydrométrique (bulletin FAO d'irrigation de drainage 54, 1996). L'estimation du coefficient d'écoulement et du volume des apports du bassin versant est donnée par les formules suivantes.

$$V (m^3) = P (mm) \times Ke \times S (km^2)$$

**Équation 01** : Apports (RODIER)

V : volume des écoulements annuels du bassin (m<sup>3</sup>)

S : Superficie du bassin versant (Km<sup>2</sup>) : 18,92 Km<sup>2</sup>

P : Quantile pluviométrique considéré (mm)

Ke : coefficient d'écoulement obtenu par les abaques de RODIER

- **Evaluation des pertes**

- **Pertes pour apports solides**

Le ruissellement de l'eau entraîne avec elle des matériaux solides qu'elle arrache au long de son parcours ; ces matériaux se déposent dès que la vitesse de l'eau devient inférieure à un certain seuil. Ainsi une retenue qui amène l'eau à réduire sa vitesse à une valeur pratiquement nulle provoque le dépôt de la presque totalité des matériaux solides transportés par les eaux de ruissellement. (Compaoré, 1996).

Nous allons utiliser la formule du CIEH-EIER (Gresillon, 1975) et La formule de Gottschalk :

**La formule du CIEH-EIER (Gresillon)**

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

S : superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>

Pan : pluviométrie moyenne annuelle en mm

D = la dégradation spécifique en  $m^3/km^2/an$ .

### La formule de Gottschalk

$$D = 260 * S^{-0,1}$$

S = superficie du bassin versant en  $km^2$  ;

D = la dégradation spécifique en  $m^3/km^2/an$ .

Nous retiendrons la formule de Gottschalk pour la suite de nos calculs.

#### - Perte par évaporation

A partir des valeurs d'évaporation d'un bac, il est possible d'établir une corrélation avec les valeurs d'évaporation d'un lac. (Compaoré, 2006). Nous avons utilisé la relation de régression de M. Bernard POUYAUD (ORSTOM) pour obtenir l'évaporation au niveau de la retenue :

$$E_{lac} = 30 * 1,664 * (E/30)_{bac A}^{0,602}$$

#### - Perte par infiltration

L'infiltration moyenne journalière est comprise entre 1 et 5mm au Burkina Faso. Par ailleurs, il faut noter que l'infiltration est un processus non constant, qui diminue avec le temps du fait des dépôts argileux colloïdaux au fond de la cuvette (phénomène d'envasement). (Grésillon, 1975 ; Gueye, 2013).

#### • Evaluation des besoins en eau domestiques

La consommation domestique journalière par personne est estimée à 15 l  
Nous avons fait les calculs à l'horizon 2025 en utilisant la formule suivante

$$P_n = P_0(1 + a)^n \text{ Avec } n = 11 \text{ ans et } a = 2.5 \%$$

$P_n$  : Population à l'année n

$P_0$  : Population à l'année de démarrage du projet (2015)

a : Le taux d'accroissement

n : L'horizon du projet

#### • Evaluation des besoins en eau pastorale

Les données du cheptel ont été recueillies auprès de la Direction Régionale des Ressources Animales du Plateau Central (DRRA-PLC) basée à Ziniaré.

Dans le but d'évaluer la demande en eau du bétail, les données ont été prises en considérant les villages susceptibles de faire recours au barrage pour l'abreuvement de leurs animaux. Ainsi, deux villages sont principalement identifiés : Goundrin et Managsomda (un peu plus au sud). Cette demande sera majorée pour tenir compte des animaux transhumants.

Nous avons fait les calculs à l'horizon 2025 en utilisant la formule suivante

$$P_n = P_0(1 + a)^n \text{ Avec } n = 11 \text{ ans et } a = 5\%$$

$P_n$  : Population à l'année n

$P_0$  : Population à l'année de démarrage du projet (2015)

a : Le taux d'accroissement

n : L'horizon du projet

### **Choix et justification de la culture**

#### **Choix de la culture**

Sur la base des études pédologiques et les types de cultures déjà pratiquées sur le site du périmètre, il a été retenu comme spéculations, le riz pluvial (pour la campagne d'irrigation en saison hivernale) et les cultures maraîchères (pour la campagne d'irrigation en saison sèche).

Les cultures retenues pour le périmètre irrigué sont :

La culture de la tomate en saison sèche (de Novembre à Mars)

La culture du riz en saison pluvieuse (de Juillet à Octobre)

#### **Justification du choix de la culture**

Ces cultures ont été choisies en tenant compte des critères suivants :

- **Les critères socio-culturels et environnementaux** : les cultures choisies sont des cultures déjà pratiquées sur le site du périmètre. mais également la capacité du barrage de Goundrin est modeste.
- **Les critères pédologiques** : Selon les résultats des études pédologiques, les différents types de sols rencontrés sur le site du périmètre (les sols PEACAH, FLTC, HPGS) sont adaptés aux cultures citées ci-dessus.
- **Les conditions climatiques de la région** : Ces spéculations sont adaptées au climat de la région à savoir le climat soudano-sahélien ou encore le climat tropical sec.

- Les exigences des habitudes de la population et surtout de la rentabilité financière de ces cultures retenues (cultures maraîchères à haute valeur ajoutée).

Le tableau 10 ci-dessous nous montre que la tomate est plus cultivée.

Tableau 04 : Production maraîchère /campagne 1999-2000

Spécifications	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)	Production (t)
Tomate	271,31	18000	4883,58
Oignon	127,12	25000	3203
Aubergine	73,41	18000	1321,38
Choux	54,53	15000	817,95
Haricot vert	18,5	7500	138,75
Gombo	29,65	8000	237,2
Piment	15,12	2000	30,24
Courgette	9,34	25000	233,5
Autres	7,57	-	-
TOTAL	606,55	-	10865,6

Source : DPARHASA- OTG, 1996.

### Choix du système d'irrigation

Le choix du type d'irrigation prend en compte un certain nombre de facteurs qui sont :

- La topographie du périmètre (Pente du terrain, relief, géométrie de la parcelle);
- La ressource en eau (capacité et qualité de la cuvette du barrage, débit disponible);
- Nature du sol et type des cultures;
- Facteurs économiques, sociologiques et culturels;
- Rentabilité de l'opération.

Il est à noter que chacun des critères ne devrait pas être considéré de manière isolée, mais de façon globale afin de mieux évaluer les potentialités d'irrigation du site. Après l'analyse de ces facteurs, nous choisissons l'irrigation de système semi-californien.

Nous avons choisi le système semi-californien pour les avantages qu'elle présente :

- Ce système permet une inondation des parcelles pour la culture du riz ;

- Ce système permet la réalisation des raies dans les parcelles pour l'irrigation des autres cultures ;
- Le transport de l'eau du barrage jusqu'à l'entrée des parcelles se fait par pompage à travers des conduites et non par des canaux à ciel ouvert. Ce qui augmente énormément l'efficacité du réseau d'irrigation donc l'efficacité de ce système d'irrigation.
- Ses coûts d'investissement sont faibles par rapport aux coûts d'investissement des autres systèmes (l'aspersion et le localisé) ;
- Son fonctionnement est relativement simple donc facilement maîtrisable de la part des exploitants.

Mais ce système présente quelques inconvénients tels que :

- Une perte d'eau énorme par rapport au système goutte à goutte.
- Une charge d'exploitation élevée par rapport au système gravitaire.
- Une difficulté de réparations du réseau des conduites enterrées.

### **Fonctionnement du système choisi**

L'eau est envoyée dans un bassin de répartition situé au point le plus haut de la zone aménagée à partir de la station de pompage. Une dénivellée est créée entre l'ouvrage de répartition (bassin de répartition) et les prises d'eau qu'il dessert. Ainsi, l'eau coule suivant le principe des vases communicants. Le travail de la motopompe se résume à refouler l'eau jusqu'à l'ouvrage de tête (bassin de répartition).

La conduite primaire relie le bassin de répartition aux conduites secondaires. Le mode de desserte des conduites secondaires à partir de la conduite primaire, se fait à travers l'ouverture et la fermeture des vannes selon le programme du tour d'eau arrêté par les exploitants. Nous avons des prises des canaux tertiaires, callées de manière à pouvoir dominer les parcelles et alimenter de façon gravitaire les prises de ces canaux. Chaque prise est dotée d'une vanne de fabrication artisanale.

L'ensemble des conduites est enterré à une profondeur d'environ 1 m. Cette profondeur leur permet d'être à l'abri des effets des passages des engins lourds.

- **Evaluation des besoins en eau du périmètre**

L'irrigation consiste à apporter l'eau au sol de façon à créer un milieu favorable à la croissance et au développement des plantes, et de pallier ainsi aux insuffisances de l'approvisionnement naturel assuré généralement par les précipitations (Compaoré, 1998).

Les besoins en eau des cultures dépendent essentiellement de la nature des cultures et des conditions climatiques (pluviométrie, vent, température, luminosité, humidité atmosphérique...).

Les besoins nets sont influencés par les facteurs climatiques (ETP et apports pluviométriques) et agronomiques (saturation du sol, perte par infiltration, remplissage des bassins, besoins des plantes). Les principales spéculations envisagées sont le riz en saison d'hivernage et la tomate en saison sèche.

Les besoins en eau ont été estimés par les formules suivantes :

- **Besoin en eau**

$$\text{Besoin en eau(mm)} = (ETM - Pe) + L + P + I$$

Avec :

Bn : besoins nets des cultures (mm)

ETM : Evapotranspiration maximale

Pe : pluie efficace (mm) ; avec

$$Pe = 0,6 * P \text{ si } P \leq 70\text{mm}$$

$$Pe = 0,8 * P \text{ si } P > 70.$$

L : Lamme d'eau

P : Percolation

I : Infiltration

- **Besoin net (Bn)**

$$B_n(m^3/ha) = 10 * \text{Besoin en eau(mm)}$$

Bn : Besoin net

- **Besoin brut (Bb)**

$$B_b(m^3/ha) = \frac{B_n(m^3/ha)}{E_g} \text{ avec}$$

$$E_g = E_r * E_p$$

$B_b$  : Besoin brut en tête du réseau

$E_g$  : Efficience globale

$E_r$  : Efficience du réseau,  $E_r$  est prise égale à 0,95 compte tenu du système adopté limitant les pertes par évaporation et par infiltration (Lemperiere, 1994) ;

$E_p$  : Efficience de l'irrigation à la parcelle,  $E_p$  est pris égale à 0,75 en raison des pertes par infiltration du au mode d'irrigation gravitaire au niveau des parcelles (Lemperiere, 1994).

Par suite :  $E_g = 0,71$

- **La simulation de l'exploitation de la retenue du barrage**

La simulation de l'exploitation de la retenue permet de déterminer :

- la superficie irrigable en relation avec la capacité de la retenue et des autres prélèvements;
- la cote la plus basse du plan d'eau de la retenue au fur et à mesure de son utilisation.

Sur la base des courbes hauteurs-volumes, des besoins en eau, des apports et des pertes, la simulation de l'utilisation de la retenue permet de dresser le bilan hydrique au pas de temps mensuel.

Ainsi, sur un intervalle de temps  $\Delta t$  d'un mois, l'équation générale du bilan hydrique de la retenue découle de l'application du principe de conservation des volumes d'eau. Elle s'écrit sous la forme générale complète comme suit :

$$\Delta V = V_{ec} + V_p - (V_{ev} + V_{if} + V_d + V_u)$$

Avec :

$\Delta V$	=	variation du stock d'eau dans la retenue en $m^3$
$V_{ec}$	=	apports en provenance des tributaires en $m^3$ ,
$V_p$	=	apports dus aux précipitations tombant directement sur la retenue en $m^3$ ,
$V_{ev}$	=	volume d'eau évaporée en $m^3$ ,
$V_{if}$	=	pertes par infiltration dans le fond de la retenue en $m^3$ ,
$V_d$	=	volume d'eau sortant de la retenue par déversement en $m^3$ ,
$V_u$	=	volume d'eau prélevé pour divers usages (irrigation, alimentation du bétail, utilisation domestique etc.) en $m^3$ .

- **Les paramètres d'irrigation**

- **Débit fictif continu (DFC)**

C'est le débit à apporter par le réseau en supposant que l'irrigation se fait, tous les jours, 24 heures sur 24. Il est donné par la formule :

$$DFC (l/s/ha) = \frac{BB (m^3/ha) * 1000}{86000 * N_j}$$

Avec  $N_j$  : nombre de jour d'irrigation dans le mois considéré

L'irrigation se fera pendant 6 jours par semaine soit 26 jours dans le mois

BB : besoin brut

- **Durée d'irrigation**

La durée d'irrigation est un facteur qui influence le calcul des caractéristiques des canaux. Elle correspond au nombre d'heures durant la journée pendant lesquelles s'effectue l'irrigation. Cette irrigation peut s'effectuer pendant le jour comme pendant la nuit. Toutefois, en tenant compte des habitudes de la population, elle sera limitée à la journée.

- **Besoin maximal de pointe**

Le débit réel de pointe est le débit correspondant au mois de pointe ajusté au temps réel de mise en service du réseau de distribution, pour la durée d'irrigation retenue pendant la journée. Il est donné par la formule:

$$DMP(l/s/ha) = \frac{DFC(l/s/ha) * 24}{N_h(h) * \alpha}$$

Avec DFC : Débit Fictif Continu

$N_h$  : Nombre d'heures d'irrigation

$\alpha$  : Périodicité d'irrigation,  $\alpha = 6/7$

- **Main d'eau (m)**

Elle correspond au débit d'arrosage que peut maîtriser l'exploitant sans être débordé, elle dépend en particulier de l'expérience de l'irrigant. En pratique, en Afrique noire, elle est de l'ordre de 5 à 50 l/s (Manuel du Génie Rural, 1985).

- **Quartier hydraulique (W)**

C'est l'unité hydraulique gérable par un groupe d'agriculteurs disposant d'une main d'eau. Il est le siège du tour d'eau.

Nous obtenons une superficie maximum de 5 ha pour le quartier hydraulique à partir de la formule :

$$W (ha) = \frac{m(l/s)}{DMP(l/s/ha)}$$

W : Le quartier hydraulique en ha

DMP : Débit maximal de pointe en l/s/ha

m : La main d'eau en l/s

Le nombre de quartier hydraulique est obtenu par la formule :

$$\text{Nombre de quartier} = \frac{N_j(jr)}{W(ha)}$$

N<sub>j</sub> : Nombre de jour de la semaine

- **Débit en tête du réseau**

Sur la base de la main d'eau adoptée et de la configuration des quartiers hydrauliques ainsi que dans l'optique de minimiser les diamètres des conduites.

- **La dose d'irrigation**

- **La dose d'humectation Dh**

La dose d'humectation représente la quantité d'eau qu'il faut en début de campagne d'irrigation pour amener le sol desséché au niveau de sa capacité de rétention (Hcr) en partant souvent du point de flétrissement permanent (Hfp) ou même du point d'hygroscopicité (HH). L'apport est alors équivalent à la réserve utile (RU).

$$Dh (mm) = (Hcr - Hfp) \times Z(dm) \times da \text{ Avec}$$

Hc (%) : humidité à la capacité de rétention

Hfp (%) : humidité au point de flétrissement permanent

Zr (mm) ; profondeur d'enracinement à humecter

Da : densité apparente de la terre sèche

$$(Hcr - Hfp) = 4,5 He \times da \times Z_r$$

Avec He : humidité équivalente.

En considérant que toutes les cultures sont appelées à se succéder sur le même périmètre, il serait mieux de prendre en compte la profondeur racinaire la plus grande de toutes pour le dimensionnement du réseau afin de calculer une dose pratique plus élevée, et par conséquent un débit important à transiter (Keita, 2010).

La profondeur d'enracinement retenue est celle de la Tomate, qui aussi cultivée dans le périmètre ( $Z = 1,50$  m). La densité apparente du sol est  $d_a = 1,43$ , valeur moyenne des sols du Burkina), on prendra  $H_e = 10\%$  qui est une valeur minimale de l'humidité équivalente que constitue un sol.

#### - La dose d'entretien

Une fois que la dose d'humectation est appliquée et que le sol est amené à sa capacité de rétention ( $H_{cr}$ ), il suffit d'apporter à intervalles réguliers la dose d'entretien qui est la quantité d'eau équivalente aux besoins en eau restants en deçà de la RU.

En général, l'on considère que la dose à apporter est équivalente à la RFU, soit  $2/3$  de la dose d'humectation.

$$D_e (mm) = \frac{2}{3} \times D_h (mm)$$

De : Dose d'entretien en mm

Dh : Dose d'humectation

#### - La dose réelle d'irrigation $D_r$

Pour des raisons de commodité l'on s'arrange en général pour que le nombre d'apports mensuels soit autant que possible un nombre entier diviseur du nombre de jours effectifs d'irrigation, de ce fait, et puis que la dose ne peut être supérieure à la RU ou à la RFU, la dose réelle devra donc toujours être inférieure ou égale à la dose calculée.

$$D_r (mm) = \frac{Bb(mm)}{Nj(j)} \text{ Avec}$$

Dr : Dose réelle d'irrigation

#### - La fréquence d'irrigation

La fréquence d'irrigation est le nombre de fois que l'on effectue l'irrigation pendant le mois.

$$N = \frac{Bb(mm)}{D(mm)}$$

N : Nombre d'irrigation par mois

Bb : Besoin brut

D : Dose d'irrigation

- **Le tour d'eau**

Le tour d'eau est le nombre de jours séparant deux irrigations sur la même parcelle.

Il est donné par la formule suivante :

$$T(jr) = \frac{Nj(j)}{N}$$

T : Tour d'eau

N : Fréquence

Nj : Nombre de jour de la période

- **La durée d'arrosage**

C'est le temps mis à chaque rotation pour apporter la dose réelle à une même parcelle à partir d'un débit correspondant.

Les parcelles ayant en moyenne une superficie de 0,15 ha, la durée d'un poste d'irrigation vaut :

$$t = \frac{Dr' * 10000 * S}{m}$$

t : temps d'irrigation d'une parcelle

Dr' : dose réelle réduit

m : main d'eau

S : surface de la parcelle

➤ **Dimensionnement et calage du réseau d'irrigation**

- **Dimensionnement des conduites d'irrigation**

Dans le réseau d'irrigation nous avons des conduites de refoulement et de distribution en PVC enterré à (1) mètre de profondeur de façon à permettre le travail des machines agricoles mais aussi à assurer une pente régulière entre les prises parcellaires. Cette disposition vise à concentrer les dépôts aux points bas et permettre la purge quand la section est bouchée.

La vitesse de l'eau dans ces conduites sous pression est inférieure à 2 m/s pour éviter le phénomène de coup de bélier, cependant le choix d'une valeur de l'ordre de 1m/s est souhaité pour avoir des vitesses non érosives.

Les diamètres de ces conduites seront dimensionnés avec la formule de continuité :

$$D(mm) = \sqrt{\frac{4 * Q(m^3/s)}{\pi * V(m/s)}}$$

D : Le diamètre de la conduite en mm

Q : Le débit en m<sup>3</sup>/s

V : la vitesse en m/s

- **Calage des prises parcelaires**

Le calage se fait en fixant une charge minimale de 0,30 mètre de colonne d'eau au-dessus du terrain naturel et en considérant l'ouvrage le plus éloigné soit desservi par le bassin partiteur. On remonte ensuite en ajoutant chaque fois les pertes de charges linéaires et singulières pour dominer les parcelles irriguées directement et satisfaire la charge requise de la prise située en aval immédiat. Le principe de dimensionnement utilisé est celui du réseau ramifié en partant de l'aval vers l'amont.

$$Z_{imp} = CTN + 0,3$$

$Z_{imp}$  : Charge au niveau de la prise.

CTN: Côte terrain naturel à l'emplacement de la prise.

- **Dimensionnement des canaux tertiaires**

Les canaux tertiaires sont réalisés en terre et véhiculent un débit égal à la main d'eau transitant dans les sillons des parcelles. Ces canaux tertiaires sont calés à la même côte que leur prise parcelaire correspondant et leur mise en œuvre sont laissés à la charge des exploitants.

- **Evaluation des pertes de charges**

Les pertes de charge linéaire ( $Pdc_L$ ) sont calculées en utilisant la formule empirique de Manning Strickler :

$$Pdc_L(MCE) = 10,29 * \frac{Q^2(m^3/s)}{K_s^2 * D^{\frac{16}{3}}(m)} * L(m)$$

Avec :

$Pdc_L$  : Pertes de charges linéaires

D : Le diamètre intérieur calculé en m

$K_s$  : Le coefficient de rugosité,  $K_s$  retenue est 120.

Q : Le débit

Les pertes de charges totales ( $Pdc_T$ ):

$$Pdc_T(MCE) = Pdc_L(m) + Pdc_s(m) = 1,1 * Pdc_L(m)$$

$Pdc_T$  : Pertes de charges totales

$Pdc_L$  : Pertes de charges linéaires

Avec la prise en compte de 10% des pertes de charges linéaires comme pertes de charges singulières (Pdc<sub>s</sub>)

#### - Dimensionnement des bassins de distribution

Le bassin de distribution fonctionne simultanément avec deux paramètres, la hauteur de la lame d'eau au-dessus du seuil du partiteur et la longueur du déversoir. En fixant un paramètre de l'équation, on évalue l'autre. Le fonctionnement du déversoir sera en situation dénoyé pour éviter une insuffisance de calage des bassins, entraînant ainsi une répartition inégale des débits entre les déversoirs d'un même bassin partiteur (Lemperière, 1994). On va donc utiliser l'équation de Belanger pour évaluer le débit dans le bassin par la relation suivante:

$$Q = mL\sqrt{2 * g * h^2} \text{ avec } h = \frac{3}{2} * hc$$

**Équation 02** : Belanger

Q : débit dans le déversoir (m<sup>3</sup>/s)

L : longueur du déversoir(m)

m : coefficient du déversoir à seuil épais est 0,38

h : hauteur de la lame d'eau déversant (m).

hc : Hauteur critique de la lame d'eau à l'aval du déversoir est fixé à 0,1m

#### **Epaisseur du déversoir**

Elle est donnée par la relation suivante :

$$e = 3,5 * hc$$

hc : La hauteur critique de la lame d'eau (m)

#### **Hauteur du bassin**

La hauteur du bassin est donnée la relation suivante :

$$H = Z + r + h$$

H : Hauteur du bassin (m)

Z : Hauteur du seuil (m)

r : Le revanche (m) = 0,2 m

h : La charge de l'eau sur le déversoir (m)

### **Longueur du bassin**

La longueur est définie par l'expression :

$$Lb = k * h$$

Lb : Longueur du déversoir (m)

K : coefficient de proportionnalité égale à 5.

h : la charge sur le déversoir (m)

### **Largeur du bassin**

La largeur du bassin est déterminée à l'aide du diamètre de sortie de la conduite dans le bassin partiteur selon la relation suivante :

$$lb = Ds + 0,4$$

lb : Largeur du déversoir (m)

Ds : Diamètre de sortie de la conduite du bassin

### **➤ Dimensionnement de la station de pompage**

Les stations de pompage sont indispensables dans le système semi californien pour le relevage d'eau d'irrigation et pour sa mise en charge. L'eau est desservie au niveau des ouvrages de stockage du périmètre par l'intermédiaire des conduites à l'aspiration et au refoulement que nous allons les dimensionnées.

#### **- Diamètre des conduites en aspiration et du refoulement**

Le choix des conduites sera fait sur la base de la vitesse d'écoulement de manière à se limiter aux valeurs inférieure à 1,5 m/s. Le diamètre de la conduite d'aspiration sera dimensionné en suivant la relation suivante :

$$D(mm) = 1,5 * Q^{0.5}(m^3/s)$$

D : Diamètre de la conduite (mm)

Q : Débit (m<sup>3</sup>/s).

Et celle de la conduite de refoulement se fera en utilisant la même formule que les conduites primaires et tertiaires.

#### **- Calcul de la hauteur manométrique a l'aspiration**

Elle correspond à la somme de la hauteur géométrique d'aspiration et des pertes de charge, à la fois linéaire correspondants aux débits dans la tuyauterie et singulières au niveau de la crépine, le clapet, les coudes et les autres éléments de la conduite;

$$H_{ma} = h_a + J_a$$

$H_{ma}$  : hauteur manométrique totale d'aspiration (m)

$H_a$  : hauteur géométrique d'aspiration évaluée par rapport au niveau le plus bas en étiage (m)

$J_a$  : pertes de charge linéaires et singulières à l'aspiration (m).

#### **Le NPSH<sub>disponible</sub>**

Il indique la hauteur limite d'aspiration à ne pas dépasser.

$$NPSH_{disponible} = 10,33 - H_a + J_a$$

$NPSH_{disponible}$  : Pression absolue mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration en mm

$H_a$  : Hauteur d'aspiration en m

$J_a$  : Pertes de charge totales à l'aspiration

#### **- Calcul de la hauteur manométrique au refoulement**

C'est la charge avec laquelle l'eau pompée arrive au niveau du bassin partiteur. Cette charge s'obtient en additionnant la hauteur géométrique de refoulement correspondant à la dénivelé entre le regard et l'axe de la pompe, et les pertes de charge à la fois linéaire correspondants aux débits dans la tuyauterie et singulières au niveau des coudes. Elle est déterminée par la formule ci-dessous :

$$H_{mr} = h_r + J_r$$

$H_{mr}$  : Hauteur manométrique de refoulement en m

$h_r$  : Hauteur entre le regard et l'axe de la pompe,

$J_r$  : Pertes de charges totales au refoulement

#### **- Calcul de la hauteur manométrique totale de pompage**

Elle correspond à la charge totale exigée au niveau de la station de pompe pour le fonctionnement correcte de l'installation d'irrigation. Elle s'obtient par cette formule :

$$HMT = H_{ma} + H_{mr} + H_s$$

La hauteur manométrique d'aspiration ( $H_{ma}$ ),

La hauteur manométrique au refoulement ( $H_{mr}$ )

La charge nécessaire au fonctionnement du système de distribution d'eau d'irrigation ( $H_s$ ).

#### **Vérification de la pression nominale des conduites**

- Si  $HMT + \Delta P < PN \Rightarrow$  **Garder la PN**
- Si non  $HMT + \Delta P > PN \Rightarrow$  **Changer le PN et choisir une autre conduite**

$\Delta P$  qui est la variation de pression due à un éventuel coup de bélier, elle est déterminée par la formule d'Allievi :

$$\Delta P = C \frac{U_0}{g}$$

Avec  $C = \sqrt{\frac{9900}{48,3 + K \frac{D}{e}}}$

La célérité des ondes (C)

Pour les PVC,  $k = 33$

La vitesse d'écoulement ( $U_0$ ) avec  $U_0 = 1$  m/s

La pesanteur (g) avec  $g = 9,81$

#### - La station de pompage

La station doit être capable de fournir le débit maximal de pointe et proche de l'eau, de telles sortes que les motopompes ne puissent être noyées en cas de crues. Aussi qu'elle soit sur un point accessible à tout moment.

#### La puissance fournie par la motopompe

$$P = Q * \frac{HMT}{360 * e_1 * e_2}$$

P : Puissance en Kw

Q : Débit fourni en m<sup>3</sup>/h

$e_1 * e_2 = 0,7$

$e_1$  : Efficience de la pompe

$e_2$  : Efficience du moteur

#### ➤ Dimensionnement et calage des réseaux annexes

#### ✚ Réseau de drainage et de protection

Le drainage du périmètre a pour fonction l'évacuation hors périmètre : des eaux de pluie, des eaux excédentaires d'irrigation dues aux fausses manœuvres des ouvrages, au débit

excédentaire en extrémité de canal et aux pertes par ruissellement en extrémité de parcelle ; et enfin des eaux de vidange des casiers rizicoles.

Ainsi les :

- Drains principaux recueillent les eaux excédentaires en fin de drains secondaires, tertiaires.

- Drains secondaires collectent les débits excédentaires en fin de canal tertiaire, les débits des drains tertiaires et les débits en fin des conduites secondaires.

- Drains tertiaires sont placés le long des parcelles en leur partie basse. Leurs eaux se jettent dans les drains secondaires ou directement dans les drains primaires. Leur pente suivra celle du terrain naturel.

- Le réseau de protection comprendra des digues. Ces digues devront assurer la protection du périmètre contre les eaux sauvages et les excédentaires du barrage ou en cas de fausses manœuvre des ouvrages.

Pour le dimensionnement du réseau de protection :

La hauteur doit être au-dessus du niveau des plus hautes eaux contre lesquels on se prémunit, avec une revanche de sécurité de l'ordre de 30 cm à 50 cm.

Le talus doit être à pente douce pour mieux résister à l'érosion et à avoir une meilleure stabilité et les digues doivent être imperméable et doit être ancré.

Le drain principal du périmètre doit être capable à drainer une crue de fréquence décennale en 48 heures au maximum. Ce délai est réduit à 24h pour le calcul pour plus de sécurité. Le débit de drain est évalué en fonction de la pluie journalière décennale humide de la station météo la plus proche (Ouagadougou) et en se rapportant à la surface drainée. Les dimensions sont calculées suivant la formule de Manning Strickler et le coefficient de ruissellement  $K_{r10}$ .

Le débit spécifique est donné par l'expression :

$$Q_s(l/s/ha) = \frac{P_{10}}{T * 0,36} * K_{r10}$$

Avec :

$P_{10}$  : Précipitations journalières décennale = 110 mm ;

$T$  : Durée d'inondation admissible ( $T = 24h$ ) ;

$K_{r10}$  : Coefficient de ruissellement = 0.18

Le débit maximal des drains sont obtenus par la relation suivante :

$$Q_{s \max}(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{Q_s(\text{l/s/ha}) * S_{\max}(\text{ha})}{1000}$$

Avec :

$Q_{s \max}$  : Le débit maximal du canal correspondant (drain ou colature de ceinture),

$Q_s$  : Le débit spécifique,

$S_{\max}$  : La surface maximale à drainée par le canal correspondant

La section des canaux (drains et canaux tertiaires) est obtenue à partir de la formule de Manning Strickler,

$$Q = K_s * R_H^{2/3} * I^{1/2} * S$$

Q : Débit

$K_s$  : Coefficient de Strickler,  $K_s = 30$  pour les canaux non revêtus

$R_h$  : Rayon hydraulique

I : la pente,  $I = 0,1\%$

S : la surface

#### - Calage de drains et des canaux tertiaires

Le calage des drains est réalisé en tenant compte des cotes les plus contraignantes. Le calage des canaux tertiaires est fait en tenant compte des cotes les plus contraignantes après planage des superficies à irriguer par chaque canal tertiaire.

Pour irriguer toutes les superficies, la cote du plan d'eau au droit des tertiaires est majorée de 10 cm par rapport à la cote imposée de calage.

De fait, la ligne d'eau dans les tertiaires est au-dessus des cotes imposées.

#### - Les bornes d'irrigation

L'admission de l'eau dans les bornes d'irrigation et le réglage du débit se fait grâce à des vannes artisanales, montées aux extrémités des conduites secondaires. Chaque borne d'irrigation délivre une main d'eau. Les bornes d'irrigation sont munies de sorties tertiaires qui débouchent sur les canaux tertiaires.

**- Les ouvrages de vidange**

Aux points bas des conduites secondaires et en bout de ces conduites de distribution, il est réalisé des ouvrages de vidange. Ces ouvrages est alimenté par la conduite par un té horizontal muni d'un bouchon. Il permet de vider ou de nettoyer la conduite dans un bassin en agglos plein de 15.

**- Réseau de circulation**

Les pistes de circulation sont composées de deux pistes primaires et des pistes secondaires à l'intérieur de l'aménagement.

Les pistes primaires longent les côtés extérieurs du périmètre et doivent être larges pour permettre la circulation des tracteurs, un engin à 4 roues.

Les pistes secondaires partent des pistes primaires, traversent le périmètre en longeant les parcelles jusqu'au drain principal.

**➤ Entretien et gestion du périmètre**

C'est de proposer des mesures pour un entretien et une gestion durable des ouvrages.

### **III. RÉSULTATS OBTENUS**

#### **III.1. ETUDES HYDROLOGIQUES**

Les études hydrologiques ont pour but de réunir tous les paramètres à prendre en compte les différents usages de l'eau en vue de faire une simulation de l'utilisation de la retenue et l'étude de son remplissage.

##### **III.1.1. Hydrologie**

###### **✚ Délimitation du bassin versant**

Le bassin versant en une section droite d'un cours d'eau, est défini comme étant la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section. (Karambiri, 2011) Il correspond à l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique.

Le bassin versant est entièrement défini par la position de son exutoire. Le tracé de ses limites s'obtient alors en suivant les lignes de crête (de partage des eaux) puis en rejoignant l'exutoire par la ligne de plus grande pente perpendiculaire aux courbes de niveau.

La délimitation du bassin versant a été réalisée grâce au logiciel Global Mapper 15 après avoir repéré l'exutoire de notre bassin versant (barrage de Goundrin) sur Google Earth.

La délimitation est présentée en annexe (cf. [Annexe II](#)).

###### **✚ Caractéristiques physiques et géomorphologiques du bassin versant**

Le tableau ci-dessous montre les résultats de calculs des caractéristiques physiques et géomorphologiques du bassin versant.

Les détails des calculs qui nous ont permis d'avoir ces valeurs sont détaillées en annexe (cf. [Annexe II](#)).

**Tableau 05 :** Caractéristiques du bassin versant du barrage

<b>Régime</b>	<b>Tropical sec</b>
Superficie (km <sup>2</sup> )	18,92
Périmètre (km)	18,41
Typologie du bassin versant selon la surface	petit bassin versant
Typologie du bassin versant selon le réseau hydrographique	Dendritique
Typologie du relief	Relief faible
Indice de compacité	1,2
Forme du bassin	Semi-circulaire
Longueur du rectangle équivalent (km)	6,87
Largeur du rectangle équivalent (km)	3,1
Longueur du réseau Hydrographique (km)	11,693
Pente moyenne du bassin versant (%)	4.27
Indice globale de pente (m/km)	5.98
Indice de pente transversal moyen (m/km)	10,5
Indice global de pente corrigé (m/km)	7,49
Classe d'infiltrabilité	P3 (RI)
Densité de drainage (km/km <sup>2</sup> )	0,62
Dénivelé spécifique (m)	32,58

### **Analyse statistique de la pluviométrie**

Les données pluviométriques ont été recueillies à la station de Ouagadougou. Ses coordonnées géographiques sont les suivants :

**Tableau 06 :** Coordonnée de la station pluviométrique de Ouagadougou

Station de Pluviométrique	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Ouagadougou	12°21 Nord	01°31 Ouest	303

Les données pluviométriques de la station de Ouagadougou ont permis de faire l'analyse fréquentielle des pluies annuelles observées de 1952 à 2012 et les valeurs de leur caractéristiques avec un intervalle de confiance de 95 %.

- Nous avons appliqué un ajustement par la loi normale(Gauss) sur la série des pluies moyennes annuelles pour justifier que le mode, la moyenne et la médiane sont proches,
- Puis un ajustement par la loi de Gumbel sur la série des pluies maximales journalière à cause de la nature extrême.

Les résultats obtenus, ont été vérifiés par le logiciel Hyfranplus afin d'obtenir les quantiles caractéristiques (cf. [Annexe II](#)).

### III.1.2 Exploitation de la cuvette

#### Les caractéristiques de la retenue d'eau

Les caractéristiques techniques du barrage sont données dans le tableau (cf. [Annexe III](#)). La retenue est aussi caractérisée par ses données hauteur- surface et hauteur-volume. Nous utiliserons les données hauteurs-volumes dans le calcul de simulation. Ces données sont consignées dans le tableau 07 ci-dessous.

Tableau 07 : Les données hauteurs-volume-surfaces de la retenue de Goundrin

Cotes (m)	Surfaces cumulées (m2)	Volumes cumulés (m3)
283,4	0	0
283,5	2501	125,05
284	15422	4605,7
284,5	20959	13700,85
285	64014	34944,1
285,5	134485	84568,85
286	201940	168675,1
286,5	242658	279824,55
286,8	258945	355064,96
287	269803	407939,75
287,5	390420	572995,5
288	508445	797711,75

Source : AC3E (2015), Rapport de l'étude hydrologique.

La hauteur d'eau normale se situe à la côte 286,80 m

## La simulation de l'utilisation du barrage

### - Les apports dans la retenue

La méthode de Rodier (1975) méthode consiste à identifier, dans le catalogue des Bassins-type, celui ou ceux ayant les caractéristiques les plus voisins du bassin étudié pour estimer ainsi les écoulements annuels de ce dernier.

Le bassin type choisi est celui du **Bassin type Ouagadougou (Burkina Faso, 1961-1963)**. Ainsi on détermine d'abord, les fréquences au dépassement de Rodier à travers la courbe de distribution temporelle des précipitations annuelles dans la zone 750-1000 mm (figure 35 dans les documents Extraits FAO 54). Ensuite, de ses fréquences cumulées, on évalue les hauteurs d'écoulement annuel correspondant grâce à l'abaque de Rodier correspondant à notre bassin type. Et enfin, on détermine successivement le coefficient d'écoulement et le volume correspondant. L'apport en année moyenne est de **718 960 m<sup>3</sup>**.

Les résultats des apports liquides calculés sont dans le tableau 08 ci-dessous :

Tableau 08 : Apports du bassin versant en fonction de la période de retour

	<b>P50 sèche</b>	<b>P10 sèche</b>	<b>P5 sèche</b>	<b>P moyenne</b>	<b>P5 humide</b>	<b>P10 humide</b>	<b>P50 humide</b>
<b>Pluie (mm)</b>	473	592	659	789	918	985	1100
<b>Fréquence cumulée</b>	0,98	0,92	0,8	0,55	0,7	0,6	0,35
<b>Écoulement</b>	8	12	20	38	26	32	52
<b>Ke</b>	1,69	2,03	3,03	4,82	2,83	3,25	4,73
<b>Volume (m3)</b>	151 360	227 040	378 400	718 960	491 920	605 440	983 840

### - Pertes par évaporation

Les calculs, (Cf. [Annexe III](#)) conduisent aux résultats des pertes par évaporation de **2,11 m** sur l'année.

### - Pertes par infiltration

Nous avons considéré la valeur moyenne de **2,5 mm/jr** constante tout au long de la durée de vie de l'ouvrage. En saison des pluies, l'infiltration sera compensée et les pertes ne seront donc à considérer que pendant les **214 jours** de saison sèche, soit une hauteur annuelle de **535 mm** (Cf. [Annexe III](#)).

- **Volume des pertes pour apports solides**

La formule du CIEH-EIER (Gresillon, 1975) le volume de solide est de :

$$D = 3572,92 \text{ m}^3/\text{an}$$

La formule de Gottschalk le volume de solide est de :

$$D = 3666,08 \text{ m}^3/\text{an}$$

La dégradation spécifique annuelle correspond à la quantité de matériaux arrachés à chaque km<sup>2</sup> de superficie de bassin versant et susceptible de se déposer dans la retenue. Une partie de ces matériaux peut être exportée à l'aval par les déversements mais ne représente en général qu'une faible proportion de la quantité retenue.

Nous retenons la méthode Gottschalk parce qu'il a un volume plus élevé, donc le volume de solide susceptible de se déposer dans la retenue à une valeur de **3666,08 m<sup>3</sup>/an**.

**Soit 36660,8 m<sup>3</sup> pour les dix années à venir.**

 **Estimation des besoins**

Les statistiques à l'horizon 2025 donnent les effectifs suivants dans le tableau 09 ci-dessous :

Tableau 09 : Effectif de la population projeté à l'horizon 2025

Année	2006	2025
Population	656	1 053

La consommation domestique journalière est estimée à 15 l/hbt

- **Besoins en eau pastoraux**

Les statistiques à l'horizon 2025 donnent les effectifs suivants dans le tableau 10 ci-dessous :

**Tableau 10** : Les effectifs du cheptel projeté à l'horizon 2025

	<b>Cheptel en 2014</b>						
	<b>Bovins</b>	<b>Ovins</b>	<b>Caprins</b>	<b>Porcins</b>	<b>Asins</b>	<b>Camélidés (Chameaux)</b>	<b>Enquins (chevaux)</b>
<b>Goundrin</b>	108	198	493	49	34	1	1
<b>Managsombo</b>	245	452	1128	110	76	1	1
<b>Goundrin + Managsombo</b>	353	650	1621	159	110	2	2
<b>Cheptel en 2025 (Projection avec un taux de croissance de 5%)</b>							
<b>Goundrin + Managsombo</b>	<b>604</b>	<b>1112</b>	<b>2772</b>	<b>272</b>	<b>188</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Source : DRRA-PLC (Ziniaré),2006.

Le besoin en eau total journalier du cheptel s'élève à **65,52 l/jr**.

Le détail des calculs se trouve en annexe (cf. [Annexe III](#))

**- Besoins en eau des cultures**

Le besoin net en eau de la tomate est **1787,19 m<sup>3</sup>/ha** et celui du riz est **1822,79 m<sup>3</sup>/ha**  
Le besoin brut du riz est de **2567 m<sup>3</sup>/ha** correspondant au mois de pointe (Octobre) et celui de la tomate correspondant au mois de pointe (janvier) est de **2518 m<sup>3</sup>/ha**.

Les détails sont consignés dans le tableau en annexe (cf. [Annexe III](#))

**✚ Les calculs de simulation de l'utilisation de la retenue**

**• Simulation de l'exploitation de la retenue**

La simulation a pour but de déterminer le comportement du plan d'eau, ses fluctuations face aux différents usages (agricoles, pastorales), pertes par évaporation et par infiltration, les apports de sédiments, les besoins en eau des cultures, du bétail. En l'occurrence, elle a permis de trouver une côte appropriée pour le calage de la prise d'eau pour l'irrigation. Suivant le plan topographique mi à notre disposition on constate que la prise est à la côte **284,83 m**.

Les résultats obtenus, pour l'année moyenne de culture de 5 ha de riz en saison hivernale et du maraîchage en contre saison montrent qu'après prélèvement de l'eau pour les

multiples usages la côte du plan d'eau est de **284,91 m**, ce qui peut tout juste satisfaire les demandes au niveau cette retenue avec une capacité de **31 171,25 m<sup>3</sup>**.

Les résultats de la simulation sont présentés en annexe (cf. **Annexe III**).

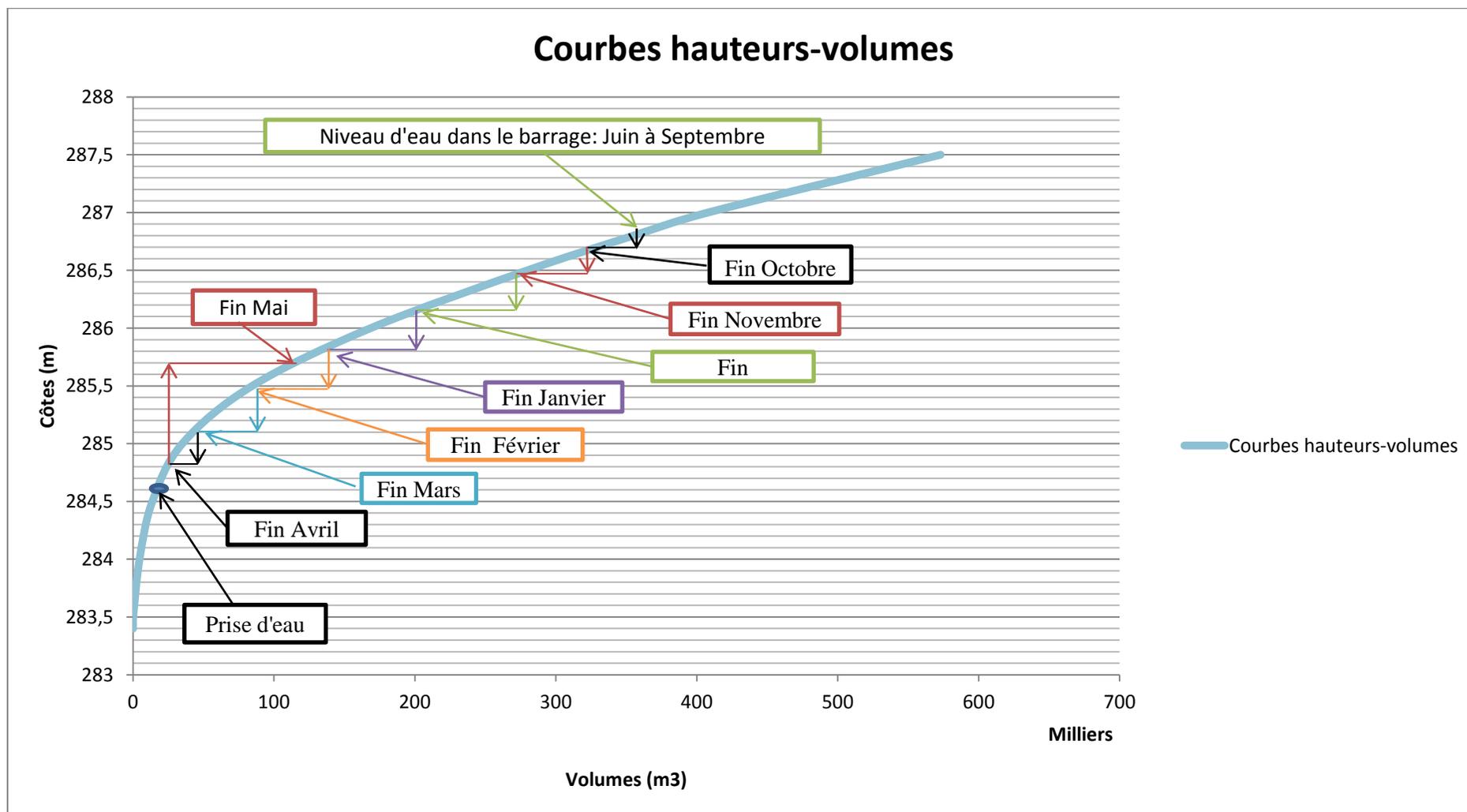


Figure 04 : Courbe d'exploitation de la retenue du barrage de Goundrin

Au regard des résultats obtenus selon la figure 05, il en ressort que la prise du barrage n'est pas dénoyée jusqu'au mois d'avril. Par conséquent on peut dire qu'avec les apports d'eau enregistrés au cours des mois d'Octobre et Mai, la retenue du barrage de Goundrin arrive à couvrir tous les besoins en eau précédemment cités y compris ceux liés à l'exploitation du périmètre irrigué.

La position de la côte de la prise d'eau du barrage inférieur étant par rapport au plan d'eau du bassin de distribution, cela nécessite que l'eau soit relevée de la prise jusqu'au plan de refoulement du bassin : il faut obligatoirement une motopompe pour aspirer l'eau directement du bassin de la prise du barrage pour la refouler dans le bassin de distribution à travers une conduite de refoulement.

Le volume des apports solides dans les 10 prochaines années étant de **36195 m<sup>3</sup>/an**, la prise du barrage sera envasée si toute fois des actions d'entretiens et de maintenance de l'ouvrage ne sont pas menées.

### III.2. LES PARAMETRES D'IRRIGATION

Le résultat des différents paramètres sont obtenus pour les différents mois de pointe sont :

- Le débit fictif continu : **1,12 l/s/ha**
- Durée maximale d'irrigation : **8 h par jour**

L'irrigation se fera **6 jours sur 7**, le septième jour servira à la maintenance et les petits entretiens du réseau et de la station de pompage.

- Le Débit Maximum de Pointe ou Débit d'Equipement du réseau : **3,36 l/s/ha**
- La main d'eau : nous avons adopté une valeur de **13 l/s**
- Le quartier hydraulique : **3,87 ha**
- Le nombre de quartier hydraulique : **1,6**

Les résultats sont consignés dans le tableau (cf. [Annexe IV](#))

#### Organisation de l'irrigation

- La dose réelle d'irrigation est **54 mm** ;
- La fréquence d'arrosage est de **5 fois** par mois ;
- Tour d'eau est de **5 jours**, mais on prendra un tour d'eau de **3 jours** avec une nouvelle dose réelle **Dr'** égale à **29,04 mm** et une fréquence de **2 fois** par semaine;

- La durée d'irrigation d'une parcelle est de **1 h 13 mn**.
- Unité parcellaire : La parcelle unitaire choisie est de **0.15 ha**, mais pour des contraintes topographiques, certains blocs ont une surface en moins ou en plus.

### III.3. CONCEPTION DU PERIMETRE

#### ✚ Description du site à aménager

Le périmètre irrigué à aménager s'étend sur le lit majeur du cours d'eau. La plaine est peu accidentée, en dehors de la présence de dépressions (importantes ravines) qui sont en fait l'ancien lit du cours d'eau. Le périmètre est divisé en deux parties par le drain principal (rive gauche et rive droite) et s'étend sur une surface de **5 ha** comportant **33 parcelles** dont : 02 parcelles de 0,12 ha, 22 parcelles de 0,15 ha, 08 parcelles de 0,16 ha et 01 parcelle de 0,19 ha. Les ouvrages de prise sont des prises uniques.

Le plan général de l'aménagement se trouve dans l'annexe (cf. [Annexe IX](#))

#### Plan d'arrosage

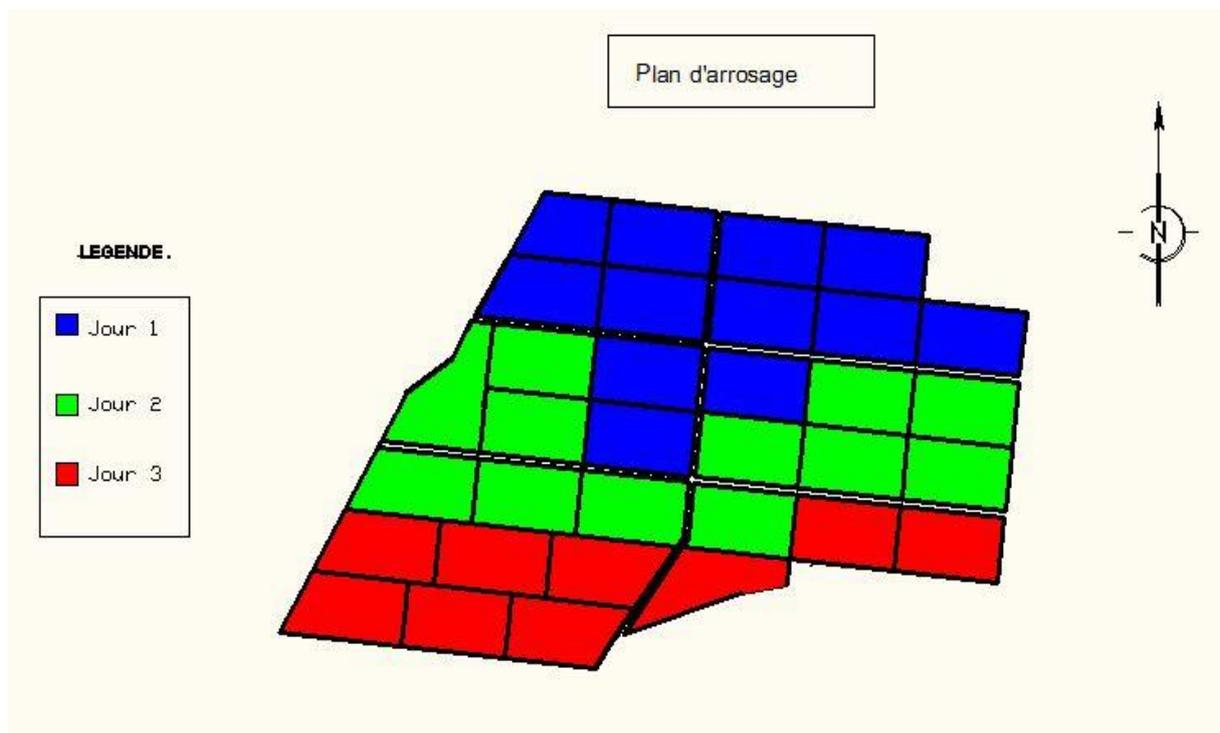


Figure 05: Plan d'arrosage à l'intérieur d'un quartier

## Dimensionnement des réseaux d'irrigation

### - Conduite de refoulement

La conduite de refoulement conduit l'eau de la motopompe au bassin de distribution. Elle sera en **PVC PN 06** et enterrées à 1m de profondeur.

Les caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement sont les suivantes :

Tableau 11 : Caractéristiques de la conduite de refoulement

Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Longueur (m)
200	26	10

### - Un bassin de distribution

La conduite de refoulement aboutit à un bac appelé bassin de distribution. Cet ouvrage est un bassin à trois (03) compartiments. Le premier compartiment reçoit l'eau de la conduite de refoulement. Il se remplit et alimente les deux (02) autres compartiments.

La prise principale est construite sur un blocage en moellons qui reçoit de la maçonnerie. La maçonnerie sera en agglos pleins de 15 cm d'épaisseur. L'intérieur du bassin sera enduit par du mortier dosé à 350kg/m<sup>3</sup>. La conduite de refoulement alimente le bassin par le côté après une sortie hors terre par un double coude de 90°. Les parties des tuyaux montant dans le bassin de distribution seront protégés des rayons du soleil et des intempéries par des regards de protection en agglos creux de 15 et couvert par des dalettes en béton armé de 10 cm d'épaisseur. Les détails sont dans le tableau (cf. [Annexe VI](#))

### - Conduites primaires

Les conduites primaires de type **DN 160** mm seront raccordées directement à l'une des deux sorties du bassin de distribution. Ces conduites sont au nombre 2. L'admission de l'eau et le réglage du débit se font à partir de la manœuvre de la vanne. Le débit en tête est de 26 l/s. Toutefois, seuls 13 l/s sont nécessaires pour l'irrigation des 05 ha. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des conduites primaires.

**Tableau 12 :** Caractéristiques des conduites primaires

Conduites principales	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Longueur (m)
C.P.1	160	13	132
C.P.2	160	13	455
<b>Longueur totale (m)</b>			<b>587</b>

**- Conduites secondaires**

Les conduites secondaires sont au nombre de **7**. L'admission de l'eau dans les secondaires se fait à partir de la conduite primaire, grâce à des raccords en Té à 3 emboîtements. Chaque secondaire est muni d'un robinet vanne de DN 160 mm permettant d'alimenter le tertiaire en cas de besoin. Un piquetage sur les secondaires permet de desservir les bornes d'irrigation qui alimentent les tertiaires. Chaque secondaire délivre une main d'eau (13 l/s). Les résultats sont obtenus dans le tableau suivant :

**Tableau 13 :** Caractéristique des conduits secondaires

Cond. primaires	Cond. secondaires	Diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Longueur (m)
C.P.1	C.S.1.1	160	13	151
	C.S.1.2	160	13	151
	C.S.1.3	160	13	187
C.P.2	C.S.2.1	160	13	113
	C.S.2.2	160	13	151
	C.S.2.3	160	13	157
	C.S.2.4	160	13	154
<b>Longueur totale (m)</b>				<b>1066</b>

Les conduites primaires et secondaires ont un DN égale à 160 mm, avec une vitesse

$V = 0.73$  : La condition de Flamant est donc vérifiée.

Les détails sont consignés dans les tableaux en **annexe IV**

**- Les canaux tertiaires**

Chaque canal tertiaire reçoit une main d'eau (13 l/s) du secondaire à partir des bornes d'irrigation et la transite vers la parcelle. Chaque parcelle dispose à tour de rôle de la main

d'eau pendant un temps bien déterminé.

**Tableau 14** : Caractéristiques des canaux tertiaires

	<b>Canaux tertiaires</b>	<b>Débits (l/s)</b>	<b>Ks</b>	<b>Pente</b>	<b>m</b>	<b>Tirant d'eau (m)</b>	<b>Base (m)</b>	<b>Section choisie (m)</b>
<b>Canaux tertiaires</b>	<b>CT</b>	0,01	30	0,001	1,5	0,10	0,07	20*15

- **Les bornes d'irrigation**

L'admission de l'eau dans les bornes d'irrigation et le réglage du débit se fait grâce à des vannes artisanales, montées aux extrémités des conduites secondaires. Chaque borne d'irrigation délivre une main d'eau. Les bornes d'irrigation sont munies de sorties tertiaires qui débouchent sur les canaux tertiaires.

- **Réseau de circulation**

**Les pistes principales** : La première piste principale longe la conduite principale en rive gauche (long de **191 m**) et la deuxième piste principale longe le périmètre sur la rive droite (long de **518 m**). Leurs caractéristiques géométriques sont les suivantes:

Largeur chaussée = 4 m

Epaisseur du décapage de l'emprise = 0,20 m

Couche de roulement latéritique après reconstitution du TN = 0,15 m

Longueur totale = 709 m

**Les pistes secondaires** : Les pistes secondaires sont au nombre de six (06). Elles longent les conduites secondaires. Leur longueur totale est de **904 m**. Il sera réservé une emprise de 2m de largeur pour les pistes de circulation à l'intérieur de l'aménagement. Ces pistes secondaires ne seront pas remblayées.

- **Réseau de drainage**

Le réseau de drainage comporte: Un (01) drain principal, sept (07) drains secondaires et treize (13) drains tertiaires pour évacuer les eaux excédentaires dans le périmètre.

**Tableau 15 :** Caractéristiques des drains

Drains		Débits (l/s)	Ks	Pente	m	Tirant d'eau (m)	Base (m)	Section choisie (m)
<b>Drain principal</b>	DP	0,6	30	0,001	1,5	0,32	0,19	50*40
<b>Drains secondaires</b>	DS.1.1, DS.1.2, DS.2.2, DS.2.3	0,1				0,18	0,12	30*25
	DS.1.3, DS.2.1, DS.2.4	0,07				0,14	0,08	25*20
<b>Drains tertiaires</b>	DT1	0,04				0,12	0,10	25*20
	DT.2, DT.3, DT.4, DT.7, DT.9, DT.10, DT.11	0,03				0,11	0,10	
	DT.5, DT.6, DT.8, DT.12, DT.13	0,02				0,08	0,10	

### - Le réseau de protection

Le réseau de protection est constitué uniquement des deux (02) digues de protection. Les digues de protection protègent le périmètre contre les eaux déversées par le barrage et contre les eaux de ruissellement vers le périmètre. La cote crête des deux (02) digues de protections est déterminée en fonction de la cote des Plus Hautes Eaux (PHE) pour que ces digues puissent protéger le périmètre en cas de crue. Elles totalisent une longueur de 550 m et présentent les caractéristiques suivantes :

Les autres détails sont indiqués sur les profils en travers types joints au présent rapport.

**Tableau 16 :** Caractéristiques des digues de protection

N° Digue	Largeur en crête (m)	Côte crête (m)	Pente talus (H/V)	Hauteur max, (m)	Longueur (m)
1 (côté Ouest du périmètre ou côté déversoir du barrage)	1,5	287,5	3/2	3,25	257
2 (côte Est du périmètre)	1,5	287,5	3/2	2,5	293

### La motopompe

Les caractéristiques minimales de la motopompe sont les suivantes :

Tableau 17 : Caractéristiques minimales de la motopompe

Débit (m <sup>3</sup> /h)	HMT (m)
80	7

L'aspiration se fait grâce à un raccord en flexible armé  $\Phi 200$  muni d'une crépine et d'un clapet anti-retour au niveau de la motopompe. Le refoulement est également constitué d'un flexible armé  $\Phi 200$  raccordé aux conduites de refoulement.

Vérification de la pression :

Avec HMT = 7 m on a :  $\Delta P = 50,97 \text{ m}$

Donc  $HMT + \Delta P = 57,97 < PN6 \Rightarrow$  **Garder la PN6**

Le NPSH<sub>disponible</sub> :

Le NPSH<sub>disponible</sub> est égale à **4,8 m**

La puissance fournie par la motopompe

**$P = 2 \text{ Kw}$**

Le détail des calculs sont en annexe (cf. [Annexe VII](#)).

Nous avons choisi une motopompe GRUNDFOS de type **NBE 80-160/175** avec un rendement de **78 %** et une puissance de **2,2 Kw**.

#### - **Le génie civil**

La motopompe reposera sur une plateforme en béton cyclopéen de dimensions 1,50m x 1,50m et d'épaisseur 20 cm. Ce béton sera coulé sur un blocage de moellons. Aux quatre coins de la plateforme, seront fixés des montants en tubes carrés de 50 sur une hauteur de 3m et 3,5 m de façon à constituer une pente pour la toiture qui sera posée.

### **III.4. LES AMENAGEMENTS TERMINAUX**

#### **Défrichage**

Les arbres et arbustes situés sur l'emprise des conduites seront abattus. Les souches seront extraites et les racines extirpées jusqu'à 0,60 m en profondeur.

Les végétaux abattus seront élagués, tronçonnés, mis en dépôts à l'extérieur de l'emprise du périmètre. Les trous laissés par l'arrachage des souches seront comblés. Il sera procédé simultanément au comblement des dépressions et à l'arasage des termitières et petits monticules (réglage sommaire du terrain).

#### **Planage à la parcelle**

Il consiste, pour les parcelles non dominées par les canaux, en un mouvement de terre, de manière à permettre l'irrigation gravitaire. Le mouvement des terres se fera des terres non dominées vers les terres basses.

Une zone particulière du périmètre que nous avons délimité (voir plan d'aménagement) a besoin de ces travaux de planage sommaire pour rétablir le sens d'écoulement des eaux à la surface TN des parcelles qui sont dans cette zone.

Au cas où la couche végétale n'est pas épaisse et que l'on est amené à creuser profondément, on prendra soin de décaper au préalable cette couche végétale et à la stocker à l'écart pour la répandre sur les mêmes surfaces une fois les décaissements terminés, afin de retrouver la structure initiale.

#### **Labour**

Avant l'exploitation, le périmètre fera l'objet d'un labour croisé qui consistera, à l'aide d'un tracteur muni de socle et de disques pulvérisateurs, à éclater le sol en profondeur et à pulvériser les mottes de terres sur toute la superficie exploitable du périmètre et en tenant compte de la profondeur des sols.

### **III.5. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL**

Cette partie concerne essentiellement les conséquences sur l'environnement de la zone créée par la présence de l'aménagement et le plan de gestion environnementale. Ainsi nous avons :

#### **- L'identification des impacts**

L'identification des impacts met en relation les sources d'impacts de l'aménagement avec le milieu naturel. Les impacts des aménagements sur les différentes composantes du milieu sont soit positifs, soit négatifs, cela étant fonction des résultats réagissant sur le domaine considéré. Les visites de terrain et les différents entretiens avec les riverains ont

permis de révéler les principaux impacts ainsi que leurs conséquences sur les différentes composantes du milieu.

- **Les mesures d'atténuation**

Il s'agit des mesures et actions menées pour atténuer l'effet des impacts négatifs sur l'environnement.

Ces impacts sont répertoriés dans le tableau 18 ci-dessous :

**Tableau 18** : Principaux impacts significatifs identifiés et les mesures d'atténuation

<b>Zone d'influence</b>	<b>Impacts positifs</b>	<b>Impacts négatifs</b>	<b>Mesures d'atténuation</b>
<b>Milieu biophysique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La disponibilité de l'eau</li> <li>- La recharge de la nappe phréatique</li> <li>- la constitution d'un écosystème riverain</li> <li>- La création des sites d'intérêt paysage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La destruction du paysage</li> <li>- La perte de surfaces utiles</li> <li>- Les pollutions diverses</li> <li>- L'ensablement du bas-fond</li> <li>- La modification des écoulements</li> <li>- La dégradation des sols</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibiliser le personnel de chantier sur le respect de l'environnement, reboisement en guise de compensation sur les barrages en fin de travaux,</li> <li>- Restaurations des carrières et zones d'emprunts</li> <li>- Sensibilisation du personnel de chantier, plan de gestion des déchets</li> <li>- Gestion efficace des déchets solides et liquides, arrêt des travaux de nuit sauf dérogation</li> <li>- Arrosage périodique des pistes</li> </ul>
<b>Milieu socio-économique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'accroissement de la production</li> <li>- La diversification des productions</li> <li>- Le développement des activités économiques</li> <li>- L'accroissement des revenus</li> <li>- L'amélioration de la nutrition</li> <li>- L'employabilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La perte du patrimoine culturel</li> <li>- Les conflits entre usagers</li> <li>- La prévalence élevée de maladies hydriques</li> <li>- La pression foncière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibiliser les ouvriers, les doter d'équipement de protection et de trousse de soins</li> <li>- Sensibilisation du personnel de chantier et des populations</li> </ul>

### **III.6. GESTION DE L'EAU ET ENTRETIEN DE L'AMENAGEMENT**

#### **✚ Gestion de l'eau**

Le périmètre a été découpé en parcelles d'environ 0,12 à 0,19 hectares nettes.

Chaque famille d'exploitant reçoit et exploite une parcelle. Elle est responsable de la mise en valeur de la dite parcelle et est soumise à la discipline qu'impose la gestion d'un périmètre irrigué notamment celle relative au respect du tour d'eau et des durées imparties à l'irrigation.

Chaque quartier hydraulique manipule une main d'eau de 13l/s pendant un temps d'irrigation n'excédant pas 8 heures. Le programme d'irrigation est présenté dans le tableau 19 ci-dessous :

**Tableau 19:** Programme d'irrigation en période de pointe, pour la campagne d'irrigation en saison sèche (Maraichage).

Conduites primaires	Conduites secondaires	Conduites tertiaires	N° Parcelle	Superficie parcelle (ha)	N° quartier hydraulique	Superficie parcelle hydraulique (ha)	Jour	Durée d'irrigation	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour	
C.P.1	C.S.1.1	C.T.1.1.1	1.1.1	0,15	Q.H.N°1	2,25	1er Jour		6h-7h15mn		Absence d'irrigation	
		C.T.1.1.2	1.1.2	0,15				7h20-8h35mn				
			1.1.3	0,15				8h40-9h55mn				
		C.T.1.1.3	1.1.4	0,15				10h-11h15mn				
			1.1.5	0,15				15h-16h15mn				
	C.S.1.2	C.T.1.2.3	1.2.3	0,15	Q.H.N°2		2ème Jour			6h-7h15mn		
			1.2.4	0,15						7h20-8h35mn		
		C.T.1.2.2	1.2.1	0,15						8h40-9h55mn		
			1.2.2	0,15						10h-11h15mn		
		C.T.1.2.1	1.2.5	0,15						15h-16h15mn		
C.P.1	C.S.1.3	C.T.1.3.3	1.2.6	0,15	Q.H.N°3	3ème Jour			16h20-17h35mn			
			1.3.3	0,15					6h-7h15mn			
		1.3.4	0,15					7h20-8h35mn				
	C.T.1.3.2	1.3.2	0,15			8h40-9h55mn						
		C.T.1.3.1	1.3.1	0,15			8h40-9h55mn					
C.P.2	C.S.2.1	C.T.2.1.3	2.1.5	0,12	Q.H.N°1	2,75	1er Jour		6h-7h			
			2.1.4	0,16						7h05-8h25mn		
		C.T.2.1.2	2.1.3	0,16						8h30-9h50mn		
			2.1.2	0,15						9h55-11h10mn		
		C.T.2.2.3	2.2.1	0,16						15h-16h20mn		
	C.S.2.2	C.T.2.2.2	2.2.4	0,15	Q.H.N°2		2ème Jour			16h25-17h40mn		
			2.2.3	0,15						6h-7h15mn		
		C.T.2.2.3	2.2.4	0,15						7h20-8h35mn		

C.P.2	C.S.2.3	C.T.2.3.1	2.2.5	0,15	Q.H.N°23	3ème Jour			8h40-9h55mn	
			2.3.1	0,12					10h-11h	
			2.3.2	0,16					15h-16h20mn	
		C.T.2.3.2	2.3.3	0,16					16h25-17h45mn	
			2.3.4	0,16						6h-7h20mn
			2.3.5	0,19						7h25-9h
	C.S.2.4	C.T.2.3.3	2.3.6	0,16				9h05-10h25mn		
			C.T.2.4.1	2.4.1	0,16			10h30-11h50mn		
			C.T.2.4.2	2.4.2	0,15			15h-16h15mn		
		C.T.2.4.3	2.4.3	0,16			16h20-17h40mn			

### **Entretien de l'aménagement**

D'après Verdier et Millo (1992), «*la maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans l'état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. L'objectif étant la pérennité du fonctionnement normal*».

L'entretien doit être une priorité pour les exploitants et demande leur forte mobilisation, parce que sans elle les ouvrages vont se détériorer et il n'y aura plus d'irrigation. Cet entretien concerne tous les ouvrages, ainsi la maintenance se limite à un entretien courant, périodique et d'urgence.

**L'entretien courant** : est réalisé par le groupement d'agriculteur et ne demande pas de compétences particulières. Il s'agit des travaux de nettoyage manuel et régulier du dé grilleur de la bêche d'aspiration, des drains, des canaux tertiaires et aussi des réglages simple prévus par le constructeurs.

**L'entretien périodique** : nécessite les compétences particulières d'un technicien d'une structure spécialisée. Il s'agit des réglages fins sur les appareils, identification et diagnostics des pannes, les travaux de curage, réparation par échanges des composantes. Ce travail nécessite un outillage spécifique.

**L'entretien d'urgence** : nécessite l'intervention urgente et rapide en cas de panne ou de dommage inattendu. Il doit être assuré par un service spécialisé d'entretien.

Qu'il s'agisse d'un petit périmètre ou d'un grand aménagement, le gestionnaire du groupement doit définir et appliquer une politique de maintenance permettant d'assurer durablement la continuité du service d'eau. Il s'agit donc d'optimiser dans l'espace et dans le temps, la mobilisation des moyens humains techniques et financiers qui apparaissent nécessaires. L'exercice est difficile car la pression constante des préoccupations immédiates conduit souvent à compromettre à plus long terme la pérennité du service (Frédéric LARBAIGT, Octobre 2001).

## **III.7. AVANT METRE ET COUT DE L'AMENAGEMENT**

L'avant-métré est établi sur la base des plans. Le devis estimatif a été proposé sur la base des prix unitaires des travaux similaire réalisés par l'entreprise. Le coût des travaux est chiffré à **44 972 160F CFA soit environ 9 000 000 FCFA/ha.** (cf. **Annexe VIII**).

## **IV. RECOMMANDATIONS**

Une fois l'aménagement réalisé, il est recommandé aux exploitants du périmètre de constituer un comité de gestion et de bien adopter:

- La diversification des cultures (alternance avec le chou),
- Le respect de l'itinéraire technique et du calendrier cultural à la parcelle,
- La transparence dans la gestion et l'entretien des ouvrages,
- La disposition d'une trésorerie assurant le financement rapide de certaines opérations (réparation d'urgence, démarrage de la campagne).

Enfin il faut que la source d'eau soit pérenne pour assurer la fonctionnalité du périmètre parce sans eau pas de périmètre. Ainsi, vue l'évolution du volume d'apport solide du barrage il est nécessaire que les paysans entretiennent bien le barrage en ne cultivant pas dans la cuvette ; aussi que les autorités en charge envisage des dispositions anti érosive telle que la réalisation des diguettes filtrantes, des aménagements en cascades à l'amont du barrage.

## **CONCLUSION**

---

Aux termes de cette étude conceptuelle, il ressort que le périmètre de Goundrin est apte à disposer d'un système d'aménagement de type semi californien. Les projections sur la retenue d'eau montrent que la ressource est à même de satisfaire les besoins de production d'une superficie de 5 ha. Fort de ce résultat satisfaisant que les équipements qui composent le système d'irrigation ont été choisis. Des ouvrages de protection, de maintenance et de régulation du fonctionnement ont été proposés.

Le fonctionnement du périmètre est décrit à travers la distribution du tour d'eau, la main d'eau disponible pour chaque quartier hydraulique et le temps d'irrigation par jour. A l'appui, un plan d'aménagement est annexé avec le tracé complet du réseau d'irrigation et l'emplacement de chaque ouvrage. Des prescriptions sont faites pour la mise en œuvre du projet ainsi que la mise en valeur du périmètre.

Le coût du projet étant de **44 972 160F CFA** est indiqué avec à l'appui un détail quantitatif et estimatif permettant d'identifier clairement la consistance réelle des travaux à mener.

A l'égard de ce qui précède, les objectifs poursuivis ont été atteints. La reconstruction du périmètre irrigué de Goundrin permettra aux habitants de ladite localité de reprendre leur activité agricole et d'augmenter leurs revenus.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

### **Ouvrages et articles**

- AC3E. 2015, Rapport de l'étude pédologique. Ouagadougou, 85 p.
- Brouwer, C., et Heidbloem, M., 1986. Entretien de périmètre, 54 p.
- Compaore, M., L., 1996, Cours de barrages 2eme édition, Cours 2iE.
- Compaore, M., L., 2008, Cours de techniques d'irrigation de surface ou d'irrigation gravitaire a la parcelle, 2eme édition, Cours 2iE.
- Compaore, M., L., 2008, Cours de drainage et d'assainissement agricole, Cours 2iE.
- Compaore, M., L., 1996. Cours de barrage. 1996 : EIER
- FAO, 2004, Crues et apports. Bulletin d'irrigation et de drainage n°24. 1974
- Gret, Le point sur la maîtrise des crues dans les bas-fonds, dossier N°12
- GRUNDFOS 2013, catalogue 2013
- Gresillon, 1975. Barrage en terre. EIER. ISBN CI.08396.
- Gueye, I., 2011, Cours de Barrage, cours 2iE.
- INSD, 2006. Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
- Jebbour S., 2010. Règles pratiques pour la conception et gestion des réseaux d'irrigation en système semi-californien, 35-66 p.
- Keïta, A., 2009. Irrigation par aspersion.
- Keita, A., 2011, Localized Irrigation V2-10, 120-125 p., Cours 2iE.
- Kouakou, M., Etude d'impact environnemental et social
- Manuel FAO N°54 1996, Crues et apports, 20-46 p.
- Mar, A., L., 2003. Cours d'Hydraulique T1 : Ecoulement en charges.
- Mar, L., 2009, Cours de prises d'eau en rivière, Cours 2iE
- Monographie de la province de l'Oubritenga
- Phociades, A., Manuel des techniques d'irrigations sous pression, seconde édition,
- Sogreah, 1985., Manuel du technicien du génie rural : Travaux sur un périmètre irrigué.

## ANNEXES

---

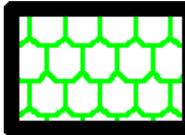
### *Sommaire des annexes*

<i>Annexe I : Synthèse pédologique .....</i>	<i>60</i>
<i>Annexe II : Etude hydrologique .....</i>	<i>62</i>
<b>Tableau 01 : Série des pluies annuelles .....</b>	<b>65</b>
<b>Tableau 02 : Série des pluies journalières.....</b>	<b>66</b>
<i>Annexe III : Exploitation de la retenue .....</i>	<i>67</i>
<b>Tableau 03 : Les caractéristiques du barrage .....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau 04 : Les pertes par évaporation.....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau 05 : Récapitulatif des apports solides du bassin versant.....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau 06 : Besoins en eau du cheptel.....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau 07 : Besoins en des cultures .....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau 08 : Simulation de l'utilisation de la retenue .....</b>	<b>71</b>
<b>Tableau 09 : Caractéristiques des cultures choisies.....</b>	<b>72</b>
<i>Annexe IV : Les paramètres d'irrigation .....</i>	<i>73</i>
<b>Tableau 10 : Les paramètres d'irrigation .....</b>	<b>73</b>
<i>Annexe V : Dimensionnement des conduites.....</i>	<i>74</i>
<i>Annexe VI : Dimensionnement des drains et canaux tertiaires.....</i>	<i>77</i>
<i>Annexe VII : Résultats des calculs de dimensionnement du bassin de distribution .....</i>	<i>78</i>
<i>Annexe VIII : Résultats des calculs de dimensionnement de la motopompe .....</i>	<i>79</i>
<i>Annexe IX : Devis quantitatif et estimatif.....</i>	<i>81</i>
<i>Annexe X : Plan d'exécution.....</i>	<i>83</i>

## Annexe I : Synthèse pédologique

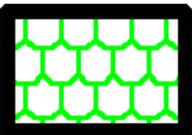
### L'inventaire des sols

Unités pédologiques (Périmètre de Goundrin)

Unités	Types de sols	Matériau originel Lithologie	Milieu et processus pédogénétiques	Superficie		Principales caractéristiques
				Ha	%	
 <b>1</b>	Sols peu évolués d'apports colluvial /alluvial hydromorphes (PEACAH)	Alluvions /colluvions argileuses et /ou sableuses issues de roches granitiques	Hydromorphie alluvionnement /colluvionnement, faible évolution	<b>01,14</b>	<b>20,69</b>	Sols profonds (> 100 cm). Texture discontinue (limono-argileuse à limono-argilo-sableuse en surface, quelques concrétions ferrugineuses et ferro-manganifères, drainage modéré à imparfait.
 <b>2</b>	Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions (FLTC)	Complexe Kaolinitique issu de roches acides	Ferrugineux lessivage concrétionnement et/ou hydromorphie locale	<b>02,51</b>	<b>45,55</b>	Sols profonds (>100 cm) ; limono-sableux à argileux ; 5 à 10% de concrétions ferrugineuses et ferro-manganiques ; structure peu nette à massive ; drainage normal à imparfait.
 <b>3</b>	Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley de surface (HPGS)	Alluvions et colluvions argileuses issues de manteau d'altération kaolinitique	- Hydromorphie Alluvionnement et colluvionnement - hydromorphie permanente	<b>01,86</b>	<b>33,76</b>	Sols profonds (>100 cm) limono-argileux à argileux, 10 à 25% de concrétions ferrugineuses et ferro-manganifères ; structure peu nette à nette ; consistance forte à faible.
<b>TOTAL</b>				<b>5,51</b>	<b>100</b>	

## L'évaluation des terres

### Classes d'aptitudes culturales (Périmètre de GOUNDRIN)

Unités	Types de sols	Matériau originel Lithologie	Milieu et processus pédogénétiques	Superficie		Principales caractéristiques
				Ha	%	
1	 Sols peu évolués d'apports colluvial /alluvial hydromorphes( PEACAH)	Alluvions /colluvions argileuses et /ou sableuses issues de roches granitiques	Hydromorphie alluvionnement /colluvionnement, faible évolution	01,14	20,69	Sols profonds (> 100 cm). Texture discontinue (limono-argileuse à limono-argilo-sableuse en surface, quelques concrétions ferrugineuses et ferro-manganifères, drainage modéré à imparfait.
2	 Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions (FLTC)	Complexe Kaolinitique issu de roches acides	Ferrugineux lessivage concrétionnement et/ou hydromorphie locale	02,51	45,55	Sols profonds (>100 cm) ; limono-sableux à argileux ; 5 à 10% de concrétions ferrugineuses et ferro-manganiques ; structure peu nette à massive ; drainage normal à imparfait.
3	 Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley de surface (HPGS)	Alluvions et colluvions argileuses issues de manteau d'altération kaolinitique	- Hydromorphie Alluvionnement et colluvionnement - hydromorphie permanente	01,86	33,76	Sols profonds (>100 cm) limono-argileux à argileux, 10 à 25% de concrétions ferrugineuses et ferro-manganifères ; structure peu nette à nette ; consistance forte à faible.
<b>TOTAL</b>				<b>5,51</b>	<b>100</b>	

## Annexe II : Etude hydrologique

Les coordonnées du site du périmètre de Goundrin sont : 1°20'50.42'' de longitude Ouest et 12°31'11.67'' de latitude Nord.

- La localisation du site, la superficie et le périmètre ont été délimités par les logiciels Google Earth et Goba Mapper.

Superficie = 18,92 km<sup>2</sup>

Périmètre = 18,41 km

- **Indice de compacité (Ic)**

Permet de caractériser l'allongement du bassin versant. Il est déterminé par l'expression suivante :

$$K_g = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot S}} = 1,20$$

Avec :

P : périmètre du bassin versant en km

S : superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>

$K_g$  est égal à 1 si le bassin est circulaire. Si non  $K_g > 1$  et d'autant plus élevé que le bassin est allongé.

- **Longueur du rectangle équivalent (L<sub>éq</sub>)**

C'est le rectangle qui a la même superficie et le même périmètre que le bassin versant, sa longueur est obtenue par la formule suivante :

$$L_{éq} = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16 \cdot S}}{4} = 6,10 \text{ km}$$

Avec

L : est la longueur équivalente exprimée en km;

S : est la surface du bassin versant exprimée en km<sup>2</sup>.

- **Largeur du rectangle équivalent (l<sub>éq</sub>)**

$$l_{éq} = \frac{S}{L_{éq}} = 3,10 \text{ km}$$

**- Pente moyenne du bassin (I)**

Elle est obtenue par le rapport de la différence entre l'altitude maximal et minimal sur la longueur du cours d'eau. Elle se définit par la formule suivante :

$$I = \frac{\Delta H}{L} = 4,27 \text{ m/km}$$

Avec :

$$\Delta H = (H_{\max} - H_{\min}) \text{ en (m);}$$

$$H_{\max} = 339 \text{ m}$$

$$H_{\min} = 289 \text{ m}$$

L : Longueur du cours d'eau longeant le Bassin versant en (km).

$$L = 11,69 \text{ km}$$

- **Pentes transversales obtenues sur 5 profils dans le bassin versant : 10,5 m/km**
- **Indice global de pente (Formule de GRESEILLON)**

$$I_g = \frac{0,026}{S^{0,5}} * 1000 = 5,98 \text{ m/km}$$

- **Indice global de Pente corrigé**

Les pentes transversales sont trop différentes (> à 20%) de la pente longitudinale ( $I_g$ ) :

$$\text{Les pentes transversales} = 10,5 \text{ m/km} > 20\% * 6,09 = 1,218 \text{ m/km}$$

Donc nous allons calculer alors l'indice global de pente corrigé ( $I_{gcorr}$ ) qui vaut :

$$I_{gcorr} = \frac{(n - 1)I_g + I_T}{n} = 7,49 \text{ m/km}$$

Avec  $n = 3$  pour  $5 \text{ km} < L < 25 \text{ km}$

- **Longueur du réseau hydrographique (L)**

$$L = 11,69 \text{ km}$$

- **Densité de drainage du réseau ( $D_d$ )**

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S} = 0,62 \text{ km/km}^2$$

Où  $\sum L_i$  (km) est la longueur du réseau hydrographique

$S$  ( $\text{km}^2$ ) : Surface du Bassin versant

- **Dénivelée spécifique :**

$$D_s = I_{gcor} \sqrt{S} = 32,58 \text{ m}$$

Avec :

$I_g$  = indice global de pente en m/km ;

$S$  = superficie du bassin versant en  $\text{km}^2$

- **Typologie du relief**

Relief faible car  $D_s < 50\text{m}$  selon la classification ORSTOM le bassin versant a un relief constitué de pentes faibles

Tropical sèche parce que la pluviométrie moyenne annuelle = 793,53 mm  
(750 mm < Pan < 1200mm).

- **Classe d'infiltrabilité : P3(RI) bassin relativement imperméable**

 **Synthèse de l'analyse fréquentielle des pluies**

Les données disponibles pour cette analyse sont:

- Série des pluies moyennes annuelles : 1952-2012 (59 valeurs valides)

Sur cette série, on fera un ajustement par la loi de Gauss qui se justifie par le fait que le mode, la moyenne et la médiane sont proches, et également par la nature des données.

- Série des pluies maximales journalières : 1952-2012 (59 valeurs)

Ajustement par la loi de GUMBEL à cause de la nature extrême de la série.

**Tableau 01 : Série des pluies annuelles**

Moyenne (mm)	789
Médiane (mm)	759
Ecart type (mm)	154
Minimum (mm)	518
Maximum (mm)	1180

Période sèche		Duré de retour (ans)	Période humide	
Fréquence	Pluies (mm)		Fréquence	Pluies (mm)
0,01	431	100	0.9900	1150
0,02	473	50	0.9800	1100
0,05	536	20	0.9500	1040
0,1	592	10	0.9000	985
0,2	659	5	0.8000	918

**Tableau 02 : Série des pluies journalières**

Moyenne (mm)	68.7
Médiane (mm)	60.5
Ecart type (mm)	31.5
Minimum (mm)	36.3
Maximum (mm)	261

Période sèche		Duré de retour (ans)	Période humide	
Fréquence	Pluies (mm)		Fréquence	Pluies (mm)
0,01	17	100	0.99	168
0,02	21	50	0.98	150
0,05	27,6	20	0.95	128
0,10	34,1	10	0.90	110
0,20	42,9	5	0.80	91.4

- **Apports liquides**

- **La méthode de Rodier :**

**Critères d'identification :**

Ecoulement en région tropicales sèches : **P<sub>an</sub> = 793,53 mm** (750 mm < P<sub>an</sub> < 1200mm) ;  
Bassin versant de superficie inférieure à 100 km<sup>2</sup> (S = 18,92 km<sup>2</sup>).

**Choix : 5 - Bassin type Ouagadougou (Burkina Faso, 1961-1963) :**

Surface du versant : 6,65 km<sup>2</sup> < S < 19.1 km<sup>2</sup> ;

Dénivelé Spécifique : D<sub>s</sub> = 32.58 m ≈ 31 m (Relief assez faible) ;

Densité de drainage : D<sub>d</sub> = 0.62 km/km<sup>2</sup> < 0,67 km/km<sup>2</sup>

P<sub>an</sub> = 850 mm et K<sub>em1</sub> = 9 %, Perméable et à faible pente, correspond aux conditions d'écoulement de cette catégorie.

## Annexe III : Exploitation de la retenue

### ✚ Les caractéristiques techniques du barrage

**Tableau 03 : Les caractéristiques du barrage**

Cote plan d'eau normale	286,80 m
Cote des plus hautes eaux	287,50 m
Volume de la retenue normale	355 000 m <sup>3</sup>
Superficie du plan d'eau normale	24,26 ha
Superficie inondée au PHE	39,04 ha
Hauteur d'eau maximale	3,10 m

### ✚ Pertes

- **Pertes par évaporation**

Formule de POUYAUD :  $E_{lac} = 30 * 1,664 * (E/30)_{bac A}^{0,602}$

**Tableau 04 : Les pertes par évaporation**

Mois	Durée (jr)	Evaporation bac "A"(mm)	Evaporation Lac (mm)
Janv.	31	264,6	181,5
Févr.	29	281,4	196,1
Mars	31	346,9	213,6
Avril	30	323,3	208,8
Mai	31	305,2	197,8
Juin	30	244,4	176,5
Juil.	31	200,7	153,7
Août	31	162,5	135,3
Sept.	30	161,9	137,7
Oct.	31	211,8	158,7
Nov.	30	235,9	172,8
Déc.	31	251,8	176,2
<b>TOTAL</b>			<b>2108,7</b>

- **Pertes par infiltration**

Infiltration moyenne journalière : 2,5 mm

Hypothèse : infiltration non compensée en saison sèche (214 jours)

Pertes par infiltration : 535 mm

- **Pertes pour apports solides**

**Tableau 05 : Récapitulatif des apports solides du bassin versant**

Site de Goundrin				
Formules utilisées	Surface (km <sup>2</sup> )	Pluie moyenne annuelle (mm)	Dégradation spécifique annuelle (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /an)	Volume de solide transporté (m <sup>3</sup> /an)
Formule de Gottschalk	18,55	793,53	194,15	3666,08
Formule de CIEH-EIER (Grésillon)	18,55	793,53	189,22	3572,92
<b>Valeur retenue</b>				<b>3666,08</b>

 **Evaluation des besoins en eau**

- **Evaluation des besoins domestiques et pastoraux**

Les besoins journaliers en eau du cheptel ont été calculés selon le tableau suivant :

**Tableau 06 : Besoins en eau du cheptel**

Espèces animales	Consommations spécifiques (l/j)	Effectif	Consommations totales
<b>Bovins + Camélidés + Equins</b>	30	611	18,32
<b>Ovins</b>	10	1112	11,12
<b>Caprins</b>	10	2772	27,72
<b>Asins</b>	30	188	5,64
<b>Porcins</b>	10	272	2,72
<b>TOTAL</b>			<b>65,52</b>

Le besoin en eau total journalier du cheptel s'élève à 65,52 m<sup>3</sup>.

La consommation domestique journalière est estimée à 15 l

- **Evaluation des besoins en eau des cultures**

**Tableau 07 : Besoins en des cultures**

Mois		Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	
Pluies mensuelles de Ouaga (mm)		1,61	0,53	0,06	1,03	5,97	24,84	73,33	102,88	185,52	227,79	138,44	31,54	
<b>Paramètres</b>														
<b>Paramètres du climat</b>	$P_{\text{efficace}} = 0,6 * P$ si $P \leq 70$ mm; $P_{\text{efficaces}} = 0,8$ si $P > 70$ mm	0,96	0,32	0,04	0,615	3,58	14,91	58,67	82,30	148,41	182,23	110,75	18,92	
	ETO Ouaga (mm)	170,81	179,40	186,20	186,13	206,71	190,17	183,86	152,07	134,46	125,32	137,31	170,51	
<b>Paramètres cultures riz</b>	Kc									1,05	1,15	1,18	1,18	
	ETM (mm) = Kc × ETP									140,64	143,62	162,44	201,20	
	Lame d'eau (mm)									50	50			
	Percolation (mm)													
	Imbibition (mm)													
	Besoins en eau (mm) = (ETM - P) + L + P + I										42,23	11,39	51,69	182,28
	Besoins net en eau (m3/ha) = 10 × B										422,31	113,92	516,85	1822,79
	Efficienc globale du système										0,71	0,71	0,71	0,71
	<b>Besoins bruts (m3/ha) = BN / E</b>										<b>594,80</b>	<b>160,46</b>	<b>727,96</b>	<b>2567,31</b>
<b>Besoins de la campagne</b>										<b>4050,53</b>				
<b>Paramètres cultures maraichères</b>	Kc	0,45	0,75	0,96	0,92	0,70								
	ETM (mm) = Kc × ETP	76,86	134,55	178,76	171,24	72,35								
	Besoins en eau (mm) = ETM - Pe	75,90	134,24	178,72	170,62	68,76								
	Besoins net en eau (m3/ha) = 10 × B	758,99	1342,36	1787,19	1706,23	687,64								
	Efficienc globale du système	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71								
	<b>Besoins bruts (m3/ha) = BN / E</b>	<b>1069,00</b>	<b>1890,65</b>	<b>2517,17</b>	<b>2403,14</b>	<b>968,50</b>								
<b>Besoins de la campagne</b>	<b>8848,47</b>													

**Tableau 08 : Simulation de l'utilisation de la retenue**

PEN (m)	REN (m3)	PEH (m)	Prise (m)												
286,80	355 065	287,45	284,83												
Riz contre saison (ha)				0											
Riz pluviale (ha)				5											
Maraîchage contre saison (ha) =				5											
Périodes	Début période		Cons. domestiques et pastorales			Pertes (evap + infilt)			Irrigation			Apports	Fin de période		
	Niveau	Volume	Volume prélevé	Nouveau Volume	Nouveau Niveau	Haut. Évap	Nouveau Niveau	Nouveau Volume	Volume consommé	Nouveau Volume	Nouveau Niveau	Volume	Volume	Niveau	
oct-16	286,80	355 065	2 521	352 544,33	286,79	0,21	286,58	298 992,01	12 069,99	286 922,02	286,53	39 487,26	326 409,28	286,69	
nov-16	286,69	326 409	2 439	323 969,97	286,68	0,22	286,46	270 535,68	5 412,86	265 122,82	286,43	-	265 122,82	286,43	
déc-16	286,43	265 123	2 521	262 602,19	286,42	0,23	286,20	212 545,44	9 475,56	203 069,88	286,15	-	203 069,88	286,15	
janv-17	286,15	203 070	2 521	200 549,26	286,14	0,23	285,91	153 780,55	12 588,43	141 192,12	285,84	-	141 192,12	285,84	
févr-17	285,84	141 192	2 277	138 915,43	285,82	0,23	285,59	99 907,69	12 019,71	87 887,98	285,52		87 887,98	285,52	
mars-17	285,52	87 888	2 521	85 367,35	285,50	0,26	285,24	58 750,47	5 094,96	53 655,51	285,19	-	53 655,51	285,19	
avr-17	285,19	53 656	2 439	51 216,20	285,16	0,25	284,91	31 171,25	-	31 171,25	284,91	-	31 171,25	284,91	
mai-17	284,91	31 171	2 521	28 650,62	284,85	-	284,85	28 650,62	-	28 650,62	284,85	91 813	120 463,27	285,71	
juin-17	285,71	120 463	2 439	118 023,95	285,70	0,22	285,48	82 237,34	-	82 237,34	285,48	128 806	211 043,51	286,19	
juil-17	286,19	211 044	2 521	208 522,89	286,18	0,21	285,97	163 884,58	-	163 884,58	285,97	232 265	355 064,96	286,80	
août-17	286,80	355 065	2 521	352 544,33	286,79	0,21	286,58	300 444,82	-	300 444,82	285,86	232 265	355 064,96	286,80	
sept-17	286,80	355 065	2 439	352 625,64	286,79	0,19	286,60	305 635,37	2 873,39	302 761,98	286,59	173 324	355 064,96	286,80	

 **Choix de la culture**

**Tableau 09 : Caractéristiques des cultures choisies**

Cultures	Phases de développement					Profondeur d'enracinement (m)	Durée totale (Jours)
	Phases	Initiale	Croissance	Mi- saison	Arrière-saison		
Tomate	Durée (jours)	30	40	40	25	0,70-1,50	135
	KC	0,45	0,75	1,05	0,7		
Riz	Durée (jours)	20	30	35	25	0,20-0,40	110
	KC	1,01	1,12	1,2	1,1		

Source : BROUWER C. et HEIDBLOEM M. FAO 1986

## Annexe IV : Les paramètres d'irrigation

**Tableau 10 : Les paramètres d'irrigation**

<b>Paramètre d'irrigation</b>	<b>Tomate</b>
Besoins mensuels de pointe (m <sup>3</sup> /ha)	2517
Nombre de jour de la période (j)	26
Débit fictif continue (l/s/ha)	1,12
Durée maximale d'irrigation (h)	8
Débit maximal de pointe (l/s/ha)	3,36
Main d'eau (l/s)	13
Quartier hydraulique (ha)	3,87
Nombre de quartier hydraulique	1,6
Débit en tête (l/s)	16,81
Débit en tête adopté (l/s)	26
hcr-Hfp	45
Profondeur d'enracinement à humecter (cm)	1,5
Densité apparente à la terre sèche	1,2
Dose d'humectation Dh (mm) / RU	81
Dose d'irrigation réelle (mm) /RFU	54
Fréquence d'irrigation N (j)	5
Tour d'eau R (j)	5,58
On prendra un tour d'eau de 3 jours	
Dr' (mm)	29.04
Surface parcellaire (ha)	0,15
Durée d'arrosage d'une parcelle t (s)	4356.63
t (h)	1h 13mn
Nombre de poste arrosé/jr	6

## Annexe V : Dimensionnement des conduites

- Dimensionnement des conduites secondaires de la conduite Primaire N°1 puis de la conduite Primaire N°1 :

CS1_1											
N°	distance	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	0,00	285,32	13	128	150,6	0,0029	0	285,89	0,57	0,73
Nœud 1	34,87	34,87	285,09	13	128	150,6	0,0029	0,1124	285,49	0,40	0,73
Nœud 2	22,71	57,58	285,15	13	128	150,6	0,0029	0,1856	285,55	0,40	0,73
Prise 1 sur CS.1.1	2,05	59,63	285,30	13	128	150,6	0,0029	0,1922	285,70	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.1.1	66,37	126,00	284,95	13	128	150,6	0,0029	0,4061	285,35	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.1.1	50,50	176,50	284,53	13	128	150,6	0,0029		284,93	0,4	0,73

CS1_2											
N°		Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	0,00	285,26	13	128	150,6	0,0029	0	285,68	0,42	0,73
Prise 1 sur CS.1.2	1,88	1,88	285,27	13	128	150,6	0,0029	0,0061	285,67	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.1.2	50,50	52,38	284,89	13	128	150,6	0,0029	0,1688	285,29	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.1.2	50,50	102,88	284,08	13	128	150,6	0,0029		284,48	0,40	0,73

CS1_3											
N°		Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	0,00	285,43	13	128	150,6	0,0029	0	285,71	0,28	0,73
Prise 1 sur CS.1.3	1,88	1,88	285,30	13	128	150,6	0,0029	0,0061	285,70	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.1.3	50,50	52,38	285,00	13	128	150,6	0,0029	0,1688	285,40	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.1.3	50,50	102,88	284,42	13	128	150,6	0,0029		284,82	0,40	0,73

CP_1											
N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requite	OBS/TN	Vitesse (m/s)	
BS_1	0,00	285,75	13	128	150,6	0,0029	0	286,34	0,59	0,73	
Prise CS.1.1	28,37	285,91	13	128	150,6	0,0029	0,091438	286,11	0,20	0,73	
Prise CS.1.2	70,90	285,68	13	128	150,6	0,0029	0,228514	285,88	0,20	0,73	
Prise CS.1.3	132,90	285,71	13	128	150,6	0,0029	0,428342	285,91	0,20	0,73	

Z1 requis pour le calage du déversoir du bassin de distribution : 286,10 m

- Dimensionnement des conduites secondaires de la conduite Primaire N°2 puis de la conduite Primaire N°2 :

CS2_1											
N°	Distance	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP2	0,00	0,00	284,60	13	128	150,6	0,0029	0	284,83	0,23	0,73
Prise 1 sur CS.2.1	2,21	2,21	284,42	13	128	150,6	0,0029	0,0071	284,82	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.2.1	40,88	43,09	283,94	13	128	150,6	0,0029	0,1318	284,34	0,40	0,73

CS2_2											
N°	Distance	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP2	0,00	0,00	284,16	13	128	150,6	0,0029	0	284,46	0,30	0,73
Prise 1 sur CS.2.2	3,41	3,41	284,05	13	128	150,6	0,0029	0,01099	284,45	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.2.2	9,60	13,01	283,96	13	128	150,6	0,0029	0,04193	284,36	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.2.2	50,50	63,51	283,47	13	128	150,6	0,0029	0,20470	283,87	0,40	0,73

CS2_3											
N°	Distance	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP2	0,00	0,00	284,25	13	128	150,6	0,0029	0	284,57	0,32	0,73
Prise 1 sur CS.2.3	3,23	3,23	284,16	13	128	150,6	0,0029	0,01041	284,56	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.2.3	34,03	37,26	283,56	13	128	150,6	0,0029	0,1201	283,96	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.2.3	53,99	91,25	282,89	13	128	150,6	0,0029	0,2941	283,29	0,40	0,73

CS2_4											
N°	Distance	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP2	0,00	0,00	283,71	13	128	150,6	0,0029	0	285,05	1,34	0,73
Prise 1 sur CS.2.3	2,88	2,88	283,69	13	128	150,6	0,0029	0,00928	284,09	0,40	0,73
Prise 2 sur CS.2.3	46,16	49,04	284,49	13	128	150,6	0,0029	0,15806	284,89	0,40	0,73
Prise 3 sur CS.2.3	50,50	99,54	282,83	13	128	150,6	0,0029	0,32082	283,23	0,40	0,73

CP_2										
N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
BS_1	0,00	285,75	13	128	150,6	0,0029	0	285,75	0,00	0,73
Nœud 1	60,00	285,00	13	128	150,6	0,0029	0,1934	285,40	0,40	0,73
Nœud 2	237,64	284,61	13	128	150,6	0,0029	0,5725	285,01	0,40	0,73
Prise CS.2.1	240,13	284,83	13	128	150,6	0,0029	0,0080	285,23	0,40	0,73
Nœud 3	241,61	284,57	13	128	150,6	0,0029	0,0048	284,97	0,40	0,73
Prise CS.2.2	310,79	284,46	13	128	150,6	0,0029	0,2230	284,86	0,40	0,73
Nœud 4	331,18	284,16	13	128	150,6	0,0029	0,0657	284,56	0,40	0,73
Nœud 5	355,51	284,20	13	128	150,6	0,0029	0,0784	284,60	0,40	0,73
Prise CS.2.3	386,20	284,57	13	128	150,6	0,0029	0,0989	284,97	0,40	0,73
Prise CS.2.4	452,30	285,06	13	128	150,6	0,0029	0,2130	285,46	0,40	0,73

Z2 requis pour le calage du déversoir du bassin de distribution 285,05 m

Z<sub>def</sub> requis pour le calage du déversoir du bassin de distribution :  $Z_{def} = \text{Max} (Z1, Z2) = \text{Max} (285,89 ; 285,05) = 285,89 \text{ m}$

**Z<sub>def</sub> pour le calage = 285,89 m**

## Annexe VI : Dimensionnement des drains et canaux tertiaires

- La section des canaux (drains et canaux tertiaires) est obtenue à partir de la formule de MANNING STRICKLER,

$$Q = K_s * R_H^{2/3} * I^{1/2} * S$$

$$\text{Avec : } R_H = \frac{S}{P}$$

$$S = y * (b + m * y) \quad \text{Et} \quad P = b + 2 * m * y$$

En considérant que nous sommes dans des conditions hydrauliquement favorables, le calcul s'établit comme suit :

$$\text{On a : } R_H = \frac{y}{2} \text{ d'où : } Q = K_s * y^2 * (2\sqrt{1+m^2} - m) * \left(\frac{y}{2}\right)^{2/3} * i^{1/2}$$

$$\text{D'où : } y = \left( \frac{2^{2/3} * Q}{K_s * (2\sqrt{1+m^2} - m) * i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$b = 2 * y * (2\sqrt{1+m^2} - m)$$

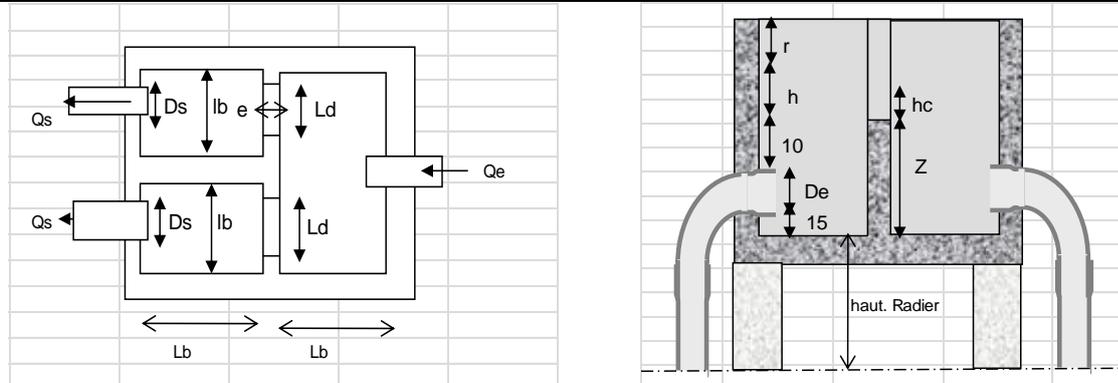
Avec

- Le fruit des berges (m) : m=1 ;
- La rugosité des canaux (Ks) : Ks = 30 (canaux non revêtus) ;
- La pente du radier (i) : i = 0.1% ;
- Et le débit (Q) : Q étant  $Q_{s \text{ max}}$  calculé plus haut.

On peut alors calculer le tirant d'eau  $y_n$  pour les canaux et la largeur en base (b).

On adopte ensuite une revanche suffisante de 10 cm et permettant d'avoir la profondeur totale du canal qui soit adoptée sur le plan constructif.

## Annexe VII : Résultats des calculs de dimensionnement du bassin de distribution



Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Débit arrivant	$Q_e =$	0,02	m <sup>3</sup> /S
Débit de prise	$Q_s =$	0,02	m <sup>3</sup> /S
Hauteur critique	$h_c =$	0,1	m
Charge sur le déversoir	$h = 3/2 h_c$	0,15	m
épaisseur du déversoir	$e = 3,5 h_c$	0,35	m
coefficient de débit	$m =$	0,36	(seuil à bord vif)
Longueur du déversoir de prise			
$L_d = (Q_s / (0,36 * \text{racine}(2 * 9,81) * h^{3/2}))$	$L_d =$	0,22	m
Diamètre entrant	$D_e =$	200	mm (DN)
Diamètre sortant	$D_s =$	200	mm (DN) x 3
Hauteur du seuil	$Z =$	0,41	m
Longueur du bassin	$L_b = 5 * h$	0,75	m
Largeur du bassin	$l_b = D_s + 0,4$	0,56	m
Longueur de l'ouvrage	$L = 2L_b + l_d + (0,1 * 2)$	2,05	m
Largeur de l'ouvrage	$l = 2l_b + (0,1 * 4)$	1,52	m
Revanche	$r =$	0,2	m
Hauteur du bassin	$H = Z + h + r$	0,76	m
cote TN	$CTN =$	285,5	m
Côte radier	$Cr =$	288,5	m
Cote déversoir	$Cd = Cr + Z$	288,91	m
Cote crête ouvrage	$Cc = Cr + H$	289,26	m

**Annexe VIII : Résultats des calculs de dimensionnement de la motopompe**

<b>1°) Caractéristiques</b>	<b>Unité</b>	<b>Symbole</b>	<b>Valeur</b>
Débit	(l/s)	Q	<b>26</b>
Conduite Aspiration	(mm)	Diam. Intér.	<b>180.2</b>
Conduite Refoulement	(mm)	Diam. Intér.	<b>188.2</b>
Côte de la station (Plateforme)	(m)	Cs	<b>285,6</b>
Côte min. du plan d'eau – Bassin d'aspiration	(m)	Cpea-1	<b>286,5</b>
Côte requise dans le bassin de refoulement	(m)	Cper	<b>289</b>
Longueur d'aspiration	(m)	La	<b>5,00</b>
Longueur de refoulement	(m)	Lr	<b>10,00</b>
Vitesse aspiration	(m/s)	Va	<b>1,08</b>
Vitesse refoulement	(m/s)	Vr	<b>1,08</b>
<b>2°) Pertes de charges</b>			<b>0,858223</b>
<i>Pertes de charge à l'aspiration</i>			<b>0,205223</b>
Pertes de charge linéaires			0,006460391
<b>Pertes de charge linéaires Totale Pdc<sub>T</sub> = Pdc<sub>L</sub></b>			<b>0,045223</b>
<b>Pertes de charges singulières</b>			<b>0,16</b>
Crépine	k		1
	Pdc <sub>T</sub>		0,06
Clapet	k		1
	Pdc <sub>T</sub>		0,06
Coude	k		0,75
			0,04
<i>Pertes de charge au refoulement</i>			<b>0,65302</b>
Pertes de charge linéaires			0,006460391
<b>Pertes de charge linéaires Totale Pdc<sub>T</sub> = Pdc<sub>L</sub></b>			<b>0,32302</b>

<b>Pertes de charges singulières</b>		<b>0,33</b>
Coude	k	0,75
	Pdc <sub>T</sub>	0,04
Divergent	k	0,5
	Pdc <sub>T</sub>	0,03
Vanne	k	1,5
	Pdc <sub>T</sub>	0,09
Compteur	k	1,5
	Pdc <sub>T</sub>	0,09
Sortie Bassin	k	0,5
	Pdc <sub>T</sub>	0,03
<b>3°) Hauteur manométrique totale (HMT)</b>		<b>6,57 ≈ 7 m</b>
Hauteur géométrique	(m)	4.03
Pertes de charges	(m)	0,858223
<b>4°) NPSH disponible</b>		<b>4,8</b>
Pression atmosphérique	(m)	9,81
Tension de vapeur saturante de l'eau à la température ambiante	(m)	0,8
ΔH asp.	(m)	0,205223
<b>5°) Puissance mécanique</b>		<b>2,86</b>
Débit – Pompe	(m <sup>3</sup> /h)	80
HMT - Pompe	(m)	7
e1*e2 (efficacité du couple moteur/Pompe)		0,7

**Annexe IX : Devis quantitatif et estimatif**

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
<b>I</b>	<b>INSTALLATION</b>				
I.1	Amené et repli du matériel	Ft	1	2 000 000	2 000 000
I.2	Installation de chantier	Ft	1	1 000 000	1 000 000
I.3	Implantation des ouvrages	ha	6	35 000	210 000
I.4	Elaboration de dossier d'exécution	Ft	1	350 000	350 000
<b>Sous total 1</b>					<b>3 560 000</b>
<b>II</b>	<b>STATION DE POMPAGE</b>				
<b>II.1</b>	<b>Génie civil de la station</b>				
II.1.1	Fouille pour fondation de plate-forme motopompe	m3	5	4 000	20 000
II.1.2	Béton cyclopéen dosé à 250Kg/m3 pour plate-forme de la motopompe	m3	5	90 000	450 000
II.1.3	Porte 80x220 pour abri de la motopompe	U	1	100 000	100 000
II.1.4	Hangar pour abri motopompe avec toiture (tôles ondulées 27/100 sur charpente en bois-chevrons 8x8) et clôture en métal déployé y compris toute sujétion de pose	U	1	60 000	60 000
II.1.5	Réhabilitation de la sortie de la prise d'eau du barrage (Bassin d'aspiration) y compris toute suggestion de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	1	45 000	45 000
<b>II.2</b>	<b>Motopompe et accessoires</b>				
II.2.1	Motopompe 80 m3/h à 7m de HMT minimum y compris conduites flexibles pour l'aspiration et le refoulement, crépine, clapet anti-retour, pièces de rechanges et toutes suggestion de pose	U	1	2 000 000	2 000 000
<b>Sous total 2</b>					<b>2 675 000</b>
<b>III</b>	<b>RESEAUX D'ADDUCTION / DE DISTRIBUTION</b>				
III.1	Conduite PVC ø 200 mm PN6 y compris coudes PN6, déblai, lit de sable et toutes suggestions pour refoulement	ml	5	17 000	85 000
III.2	Conduite PVC ø 160 mm évacuation y compris déblai, lit de sable et toutes suggestions pour distribution	ml	809	9 000	7 281 000
III.3	Fourniture et mise en œuvre d'un raccordement (vanne d'arrêt de diamètre 160mm/ conduite PVC 200 mm) plus accessoires et y compris toutes sujétions	U	7	300000	2 100 000
III.4	Té PVC ø 200/160 mm PN 6	U	2	50 000	1 00 000
III.5	Té PVC ø 160 mm PN 6	U	33	50 000	1 650 000
III.6	Coude PVC ø 200 mm PN 6	U	2	50 000	100 000
III.7	Coude PVC ø 160 mm PN 6	U	4	50 000	200 000
III.8	Réducteur PVC 200/160 mm PN 6	U	2	65 000	130 000

III.9	Rehausse en PVC évacuation (ø160 mm )	ml	7	8 000	56 000
III.10	Prise d'alimentation (fabriquée localement) et bassin	U	33	70 000	2 310 000
III.11	Bassin de distribution y compris toute suggestion de mise en œuvre et de raccordement au réseau d'irrigation	U	1	1 000 000	1 000 000
III.12	Bassin de vidange de conduites secondaires y compris té et bouchon	U	7	150 000	1 050 000
<b>Sous total 3</b>					<b>16 062 000</b>
<b>IV</b>	<b>AMENAGEMENTS INTERNES</b>				
IV.1	Labour des parcelles	ha	5	70 000	350 000
IV.2	Débroussaillage de l'emprise de l'aménagement	ha	5	200 000	1 000 000
IV.3	Planage sommaire et comblement des dépressions	ha	4,5	150 000	675 000
IV.4	Planage horizontal	ha	0,75	350 000	262 500
IV.5	Abattage des arbres de circonférence >= 1m mesuré à 1,5m du sol	U	10	30 000	300 000
IV.6	Déblai pour drain central	m3	117,5	3 000	352 500
IV.7	Exécution des canaux tertiaires (déblai + remblai)	ml	760	3 500	2 660 000
IV.8	Remblai argileux provenant des zones d'emprunt pour les digues de protection	m3	3650	2 000	7 300 000
IV.9	Remblai latéritique pour couronnement digues	m3	670	2 500	1 675 000
IV.10	Ouverture des pistes principales (Décapage)	ml	620	2 000	1 240 000
<b>Sous-total 4</b>					<b>15 815 000</b>
<b>TOTAL GENERAL HT</b>					<b>38 112 000</b>
<b>TVA (18%)</b>					<b>6 860 160</b>
<b>TOTAL GENERAL TTC</b>					<b>44 972 160</b>

<b>Annexe X : Plan d'exécution</b>
------------------------------------

Plan N° 1 : Plan de l'aménagement

Plan N° 2 : Carte pédologique

Plan N° 3 : Cartes d'aptitudes culturales

Plan N° 4 : Profil en travers type drain principal

Plan N° 5 : Profils en travers types des digues de protection

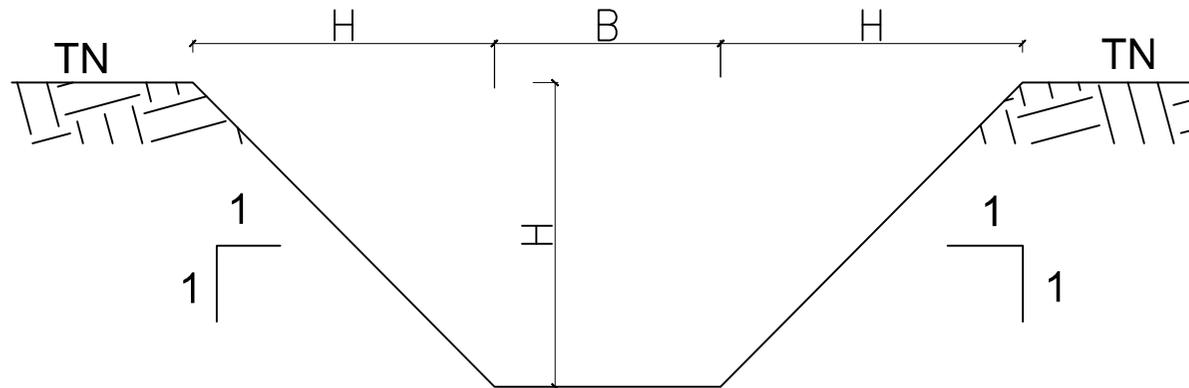
Plan N° 6-1 : Ouvrage de prise-canal tertiaire sur conduite secondaire Vue en plan

Plan N° 6-2 : Ouvrage de prise-canal tertiaire sur conduite secondaire coupe AA

Plan N° 6-3 : Ouvrage de prise-canal tertiaire sur conduite secondaire coupe BB

Plan N° 6-4 : Ouvrage de prise-canal tertiaire sur conduite secondaire coupe CC

## PROFIL EN TRAVERS TYPE DU DRAIN principal



B ( m )	H ( m )
0,40	0,50



Présentée par:

KANAZOE Maïmouna

ETUDE D'AMENAGEMENT  
HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
AVAL DU BARRAGE DE GOUNDRIN  
DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)

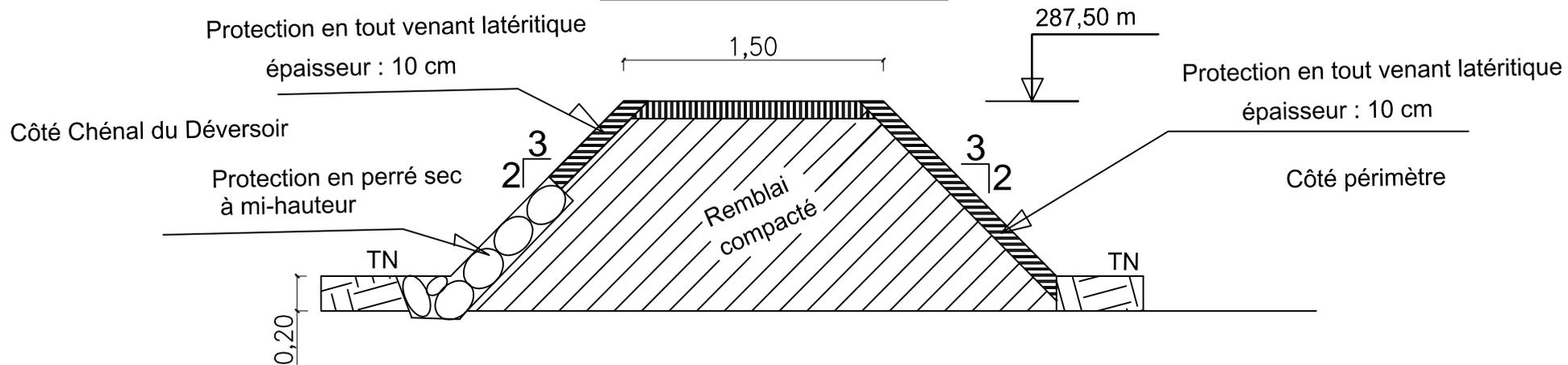
PROFILS EN TRAVERS TYPES  
DU DRAIN PRINCIPAL

Date : 06 / 2016

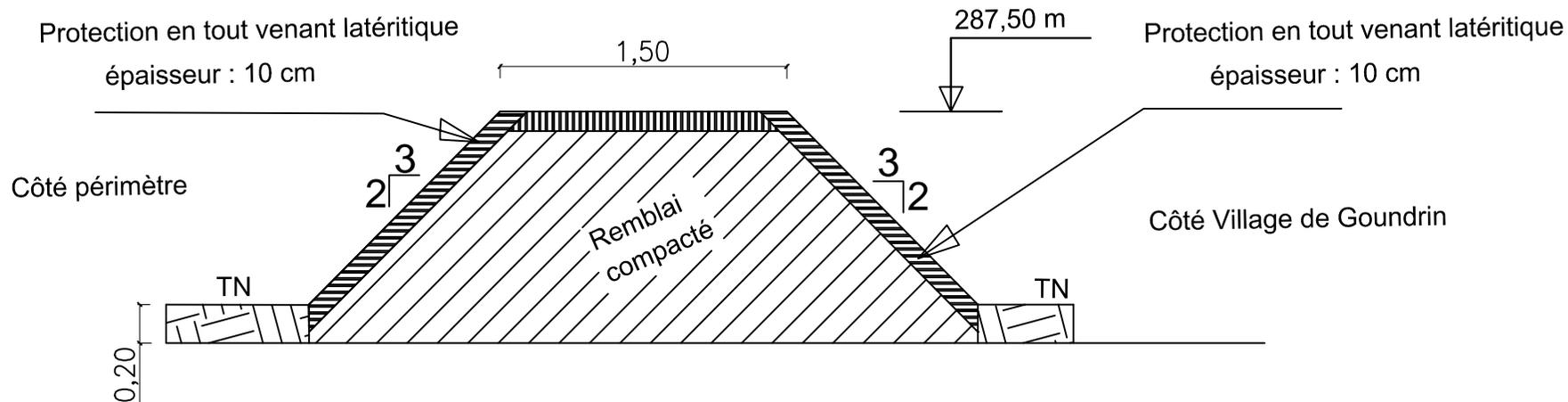
ECHELLE : Variable

Plan N° 4

Digue de protection / Côté Ouest du Périmètre  
( Côté - Déversoir du Barrage)



Digue de protection / Côté Est du Périmètre



Présentée par:

KANAZOE Maïmouna

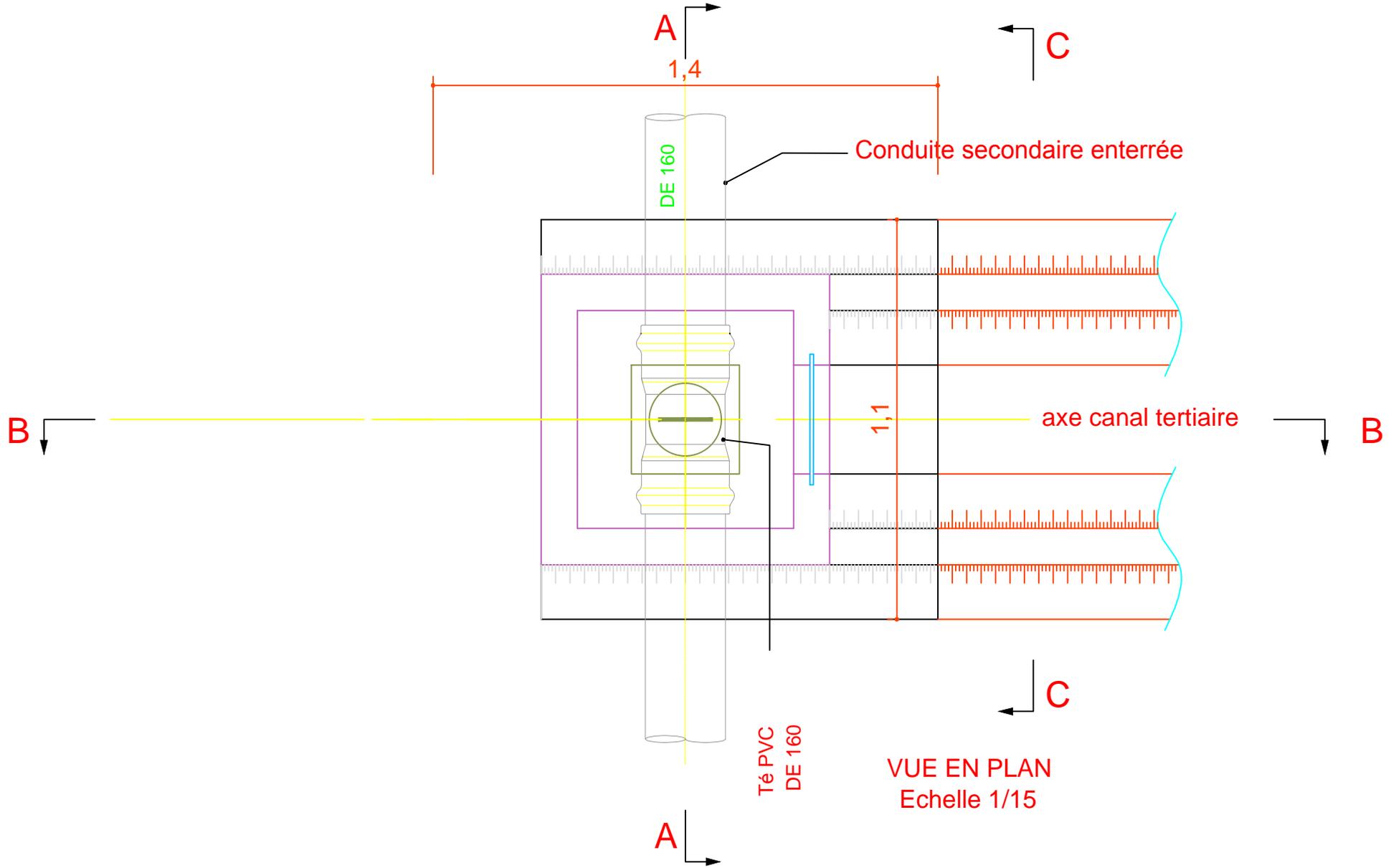
ETUDE D'AMENAGEMENT  
HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
AVAL DU BARRAGE GOUNDRIN  
DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)

PROFILS EN TRAVERS TYPES  
DES DIGUES DE PROTECTION

Date : 06 / 2016

ECHELLE : Variable

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



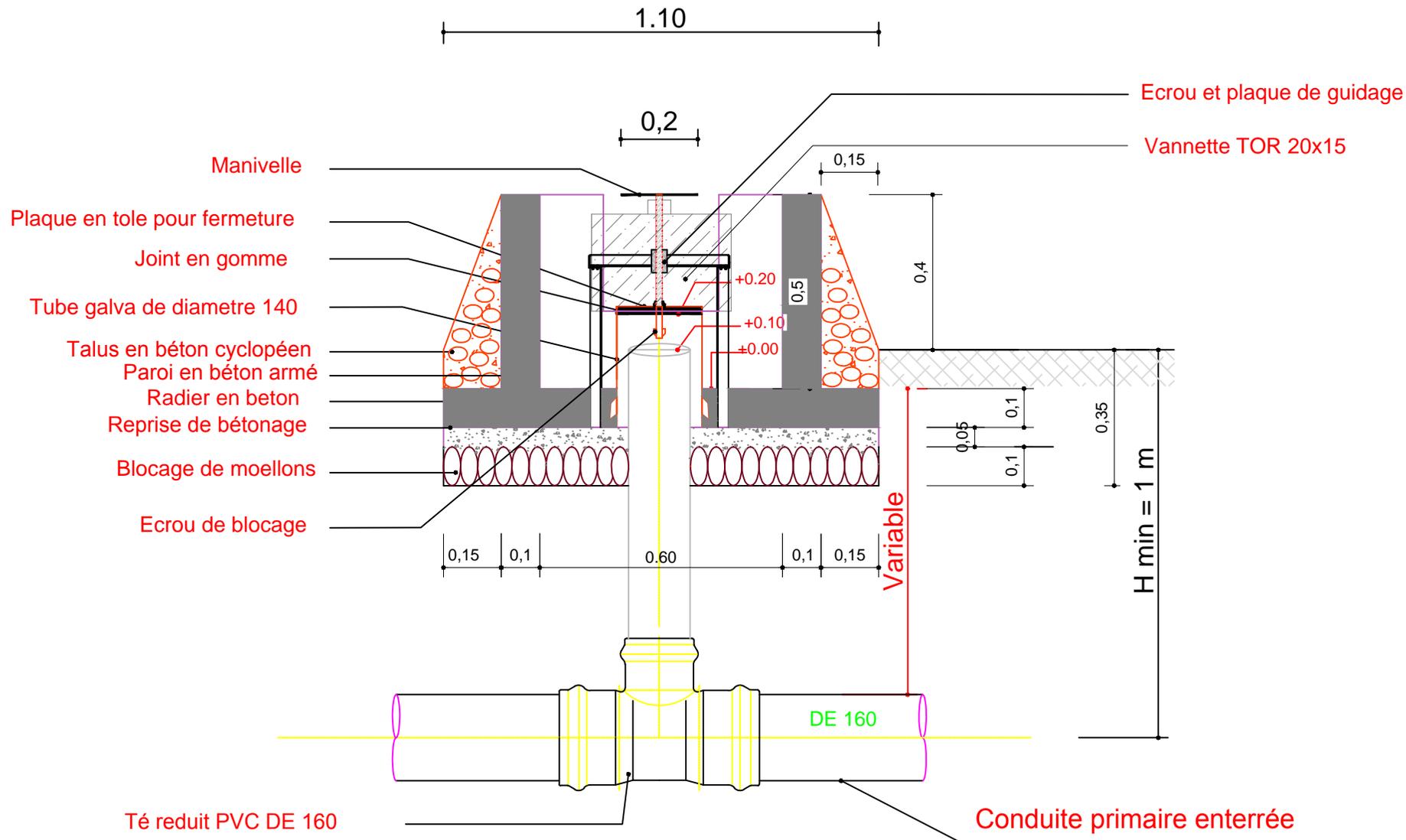
Présentée par:

KANAZOE Maimouna

ETUDE D'AMENAGEMENT  
 HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
 AVAL DU BARRAGE DE GOUNDRIN  
 DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
 (BURKINA FASO)

Ouvrage de prise-canal tertiaire  
 sur conduite secondaire  
 Vue en plan

Date : 06 / 2016  
 ECHELLE : 1/15  
 Plan N° : 6-1



Coupe AA  
Echelle 1/15

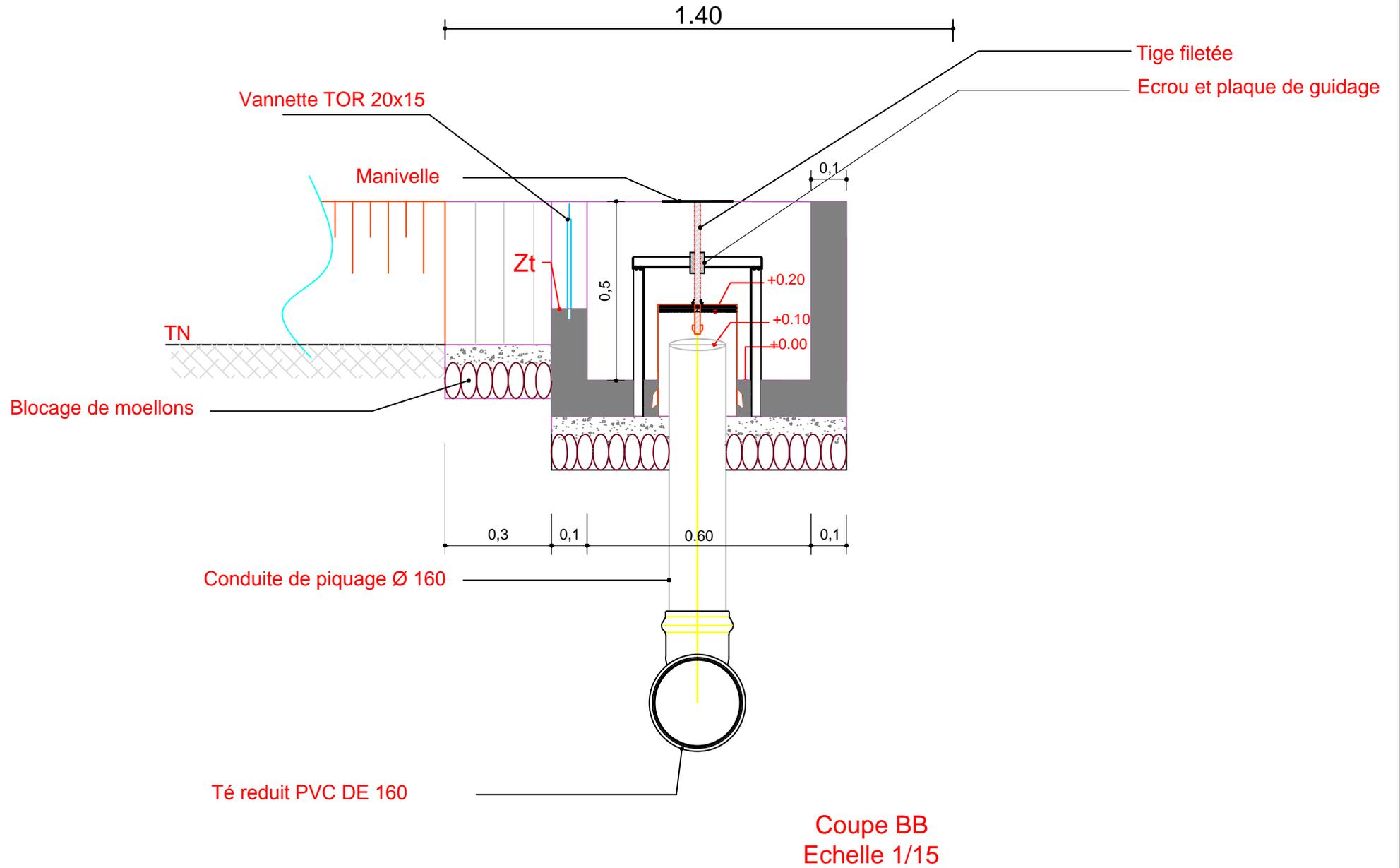


Présentée par:  
KANAZOE Maïmouna

ETUDE D'AMENAGEMENT  
HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
AVAL DU BARRAGE DE GOUNDRIN  
DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)

Ouvrage de prise-canal tertiaire  
sur conduite tertiaire  
Vue en plan AA I

Date : 06 / 2016  
ECHELLE : 1/15  
Plan N° : 6-2



Présentée par:

KANAZOE Maïmouna

ETUDE D'AMENAGEMENT  
HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
AVAL DU BARRAGE DE GOUNDRIN  
DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)

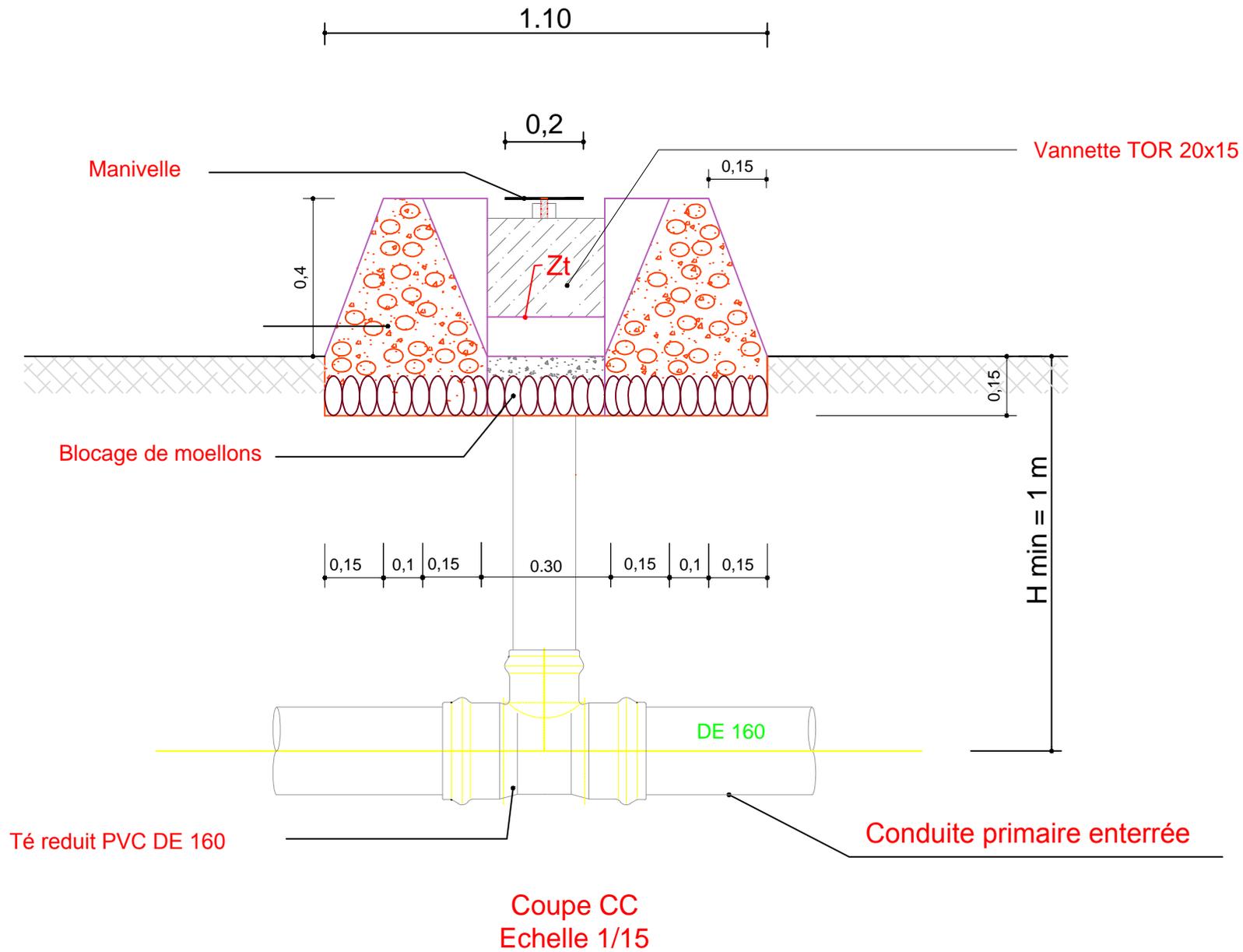
Ouvrage de prise-canal tertiaire  
sur conduite secondaire

Coupe BB

Date : 06 / 2016

ECHELLE : 1/15

Plan N° : 6-3



Présentée par:  
KANAZOE Maimouna

ETUDE D'AMENAGEMENT  
HYDRO AGRICOLE DE 5 HA EN  
AVAL DU BARRAGE DE GOUNDRIN  
DANS LA COMMUNE DE LOUMBILA  
(BURKINA FASO)

Ouvrage de prise-canal tertiaire  
sur conduite secondaire  
Vue en plan CC

Date : 06 / 2016  
ECHELLE : 1/15  
Plan N° : 6-4