ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE DE L'AMENAGEMENT D'UN PERIMETRE IRRIGUE DE TYPE GOUTTE À GOUTTE DE 72,16 HA DE MORINGA À BAGRE EN RIVE GAUCHE DU NAKANBE (BURKINA FASO)

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

OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 04 Novembre 2016 par

Wendyam Arsène Flavien DAMIBA

Travaux dirigés par :

- **M. Georges Tapsoba,** Ingénieur Consultant
- **Dr. Amadou Keita,** Enseignant chercheur au 2ie/Département Génie Civil et Hydraulique

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Dial Niang

Membres et correcteurs : M. YONABA Roland
M. BOUBE Bassirou

Promotion [2015/2016]

CITATIONS

LA SCIENCE A FAIT DE NOUS DES DIEUX AVANT QUE NOUS NE SOYONS DIGNES D'ETRE DES HOMMES.

PAUL VALERY

L'ESPOIR EST UN MELANGE DE LÂCHETE, D'INCAPACITE A AGIR ET D'AUTO-TRAHISON.LA CONFIANCE EST UNE CERTITUDE BASEE SUR LA FOI D'ETRE SUR LA BONNE VOIE.

ROBIN DE RUITER

IL EST ABSOLUMENT FAUX DE CROIRE QUE CELUI QUI N'A PAS REUSSI AVANT L'ÂGE MUR NE SAURAIT REUSSIR PAR LA SUITE NOMBRE DE GRANDS HOMMES N'ONT DEPLOYE TOUTE LEUR PUISSANCE ET SAGESSE QUE DANS UN ÂGE AVANCE. CE N'EST NI TON ÂGE NI TA FORMATION, NI QUELQUE AUTRE FACTEUR EXTERIEUR QUI DETERMINE TON AVENIR, MAIS ***SEULE TON ATTITUDE***.

K.O.SCHMIDT, ***Le hasard n'existe pas !***

DEDICACES

Rendons grâce au Seigneur, de qui nous venons et à qui nous retournerons.

Je dédie ce projet de fin d'études à ma famille, noyau vital de ma réussite à l'école et dans la société.

REMERCIEMENTS

C'est encore une fois de plus une grande occasion pour moi de rendre grâce à Dieu pour tout ce qu'il fait pour moi et aussi de témoigner ma reconnaissance à toutes ces personnes qui n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail, à savoir :

- Mon directeur de mémoire **M. Amadou KEÏTA**, pour vos précieux conseils, votre indéfectible disponibilité et votre patience ;
- **M. Georges TAPSOBA** qui a été le chef d'orchestre pour l'aboutissement de ce travail et, malgré ses multiples occupations était toujours disposé à nous écouter et orienter ;
- L'ensemble du corps professoral et administratif de la Fondation 2iE, plus particulièrement à tous ceux qui ont été mes enseignants ;
- **M. Edmond KABORE** pour votre soutien et votre amitié;
- Tous mes amis qui m'ont soutenu dans cette quête de la connaissance et dans cet apprentissage dans la vie sociale particulièrement à **Arzouma Modeste KYELEM**;
- Tous les promotionnaires avec qui j'ai partagé les joies et les inquiétudes de l'année ;

Qu'ils trouvent dans ce travail l'effort que chacun a consenti !

RESUME

Dans la perspective de réalisation des Objectifs de Développement Durable (ODD) au Burkina, la Fondation Dreyer a initié à Bagré un projet d'irrigation en goutte à goutte sur 72,16 ha de Moringa, aménagés en rive gauche. Il s'agit d'une spéculation dont le kilogramme de poudre en feuilles séchées coûte environ 27 000 F CFA dans les pharmacies Phytosalus de Ouagadougou. La présente étude a mis en évidence l'adéquation de la ressource en eau du barrage de Bagré qui fait 1,7 milliards de m^3 avec les besoins en eau des plantes par la courbe d'exploitation. L'aménagement proposé comprend une conduite d'amenée de 25 ml acheminant l'eau dans un puisard, une station de pompage de 520 m^3/h, un réseau d'irrigation en PVC constitué d'une conduite de refoulement de 968 ml, de dix conduites secondaires, toutes enterrées à 1 m de profondeur ; des porte-rampes, des rampes en surface, de longueurs cumulées respectives 3 625 ml, 7 144 ml, et 1 021 kml ; un réseau de drainage, un réseau de desserte, des ouvrages ponctuels, un magasin. Les rampes sont espacées de 0,7m. Ces rampes à leur tour sont équipées de goutteurs auto régulant espacés de 0,3m. Le débit des goutteurs est de 0,6 l/h avec une pression de 0,7 bar pour un débit d'équipement de 2 l/s/ha. Le coût de l'aménagement est de 877 346 586 F CFA HT-HD soit 12 200 000 F CFA/ha, les plus grandes portions sont du système photovoltaïque qui coûte 250 500 000 F CFA. La valeur ajoutée est de 18 984 050 F CFA/ha/an au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus élevé 15 000 F CFA/Kg. La durée de retour sur investissement est alors une année. Par contre la valeur ajoutée est de 9 256 050 F CFA/ha/an au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus bas 7 000 F CFA/Kg. L'on aura donc un retour sur investissement de deux ans.

Mots Clés :

1- **Moringa**
2- **Bagré**
3- **Irrigation goutte à goutte**
4- **Réseau d'irrigation**
5- **Champ photovoltaïque**

ABSTRACT

Into perspective to realize Sustainable Development Goals in Burkina Faso Dreyer Foundation has initiated in Bagre a project of localized irrigation on 72.16 ha of Moringa Oleifera to be developed on the left bank of the river Nakanbé. It is a speculation whose dried leaves when transformed in powder cost 27,000 F CFA/kg in some pharmacies such as Phytosalus pharmacies in Ouagadougou. The dam Bagre has a capacity of more than 1.7 billion m^3 of water; in order to prove that this resource is sufficient for the requirements of plants; we have drawn the operating curve of the dam. The installation includes a short pipeline (25 ml) that conveys water in a sump, a pumping station of 520 m^3/h, an irrigation network made with Pvc material consisted of a main pipeline (968 ml), ten submain pipelines, all placed to 1 m underground; manifolds and driplines are on the surface, their total lengths are respectively 3,625 ml, 7,144 ml, and 1,021 kml; a drainage network, a road network, specific works, a store. The lateral spacing is 0.7 m. On each lateral are disposed drippers with a spacing of 0.3 m. The nominal flow of the dripper is 0.6 l/h with a pressure of 0.7 bars for a specific discharge of 2 l/s/ha. This installation mobilizes a general cost of 877,346,586 F CFA net of tax so 12,200,000 F CFA/ha, the largest portions are the photovoltaic system that costs 250,500,000 F CFA. The benefit is 18 984 050 F CFA/ha/year when the powder rises 15,000 F CFA/kg and the payback period is one year. The benefit is 9 256 050 F CFA/ha/year when the powder falls to 7,000 F CFA/kg and the payback period becomes two years.

Mots Clés:

1- **Moringa**
2- **Bagre**
3- **Localised irrigation**
4- **Irrigation network**
5- **Photovoltaic system**

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	:	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
APD	:	Avant-Projet Détaillé
ATB	:	Association Toupouor Baon yen
BNDT	:	Bases de données Nationales
BUNASOLS	:	Bureau National des Sols
BUNED	:	Bureau National des Evaluations Environnementales et de Gestion des Déchets Spéciaux
CETRI	:	Cabinet d'Etudes
CLE	:	Comité Local de l'eau
CSLP	:	Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté
DPEDD	:	Direction Provinciale de l'Environnement et du Développement Durable
FAO	:	Food and Agriculture Organisation
INSD	:	Institut National des Statistiques et de la Démographie
MEDD	:	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
OUEA	:	Organisation des Usagers de l'Eau Agricole
PAE	:	Plan d'Assurance Environnement
PAM	:	Programme Alimentaire Mondial
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RN	:	Route Nationale N°
SCADD	:	Stratégie de Croissance Accélérée et du Développement Durable
SNSA	:	Stratégie nationale de sécurité alimentaire à l'horizon 2015
SONABEL	:	Société Nationale Burkinabé d'Electricité

TABLES DES MATIERES

CITATIONS .....
DEDICACES i
REMERCIEMENTS i
RESUME ii
ABSTRACT iii
LISTE DES ABREVIATIONS iv
LISTE DES TABLEAUX vii
LISTE DES FIGURES viii
I. INTRODUCTION 1
II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 3
III. MATERIEL ET METHODES 5
III.1 Description de la zone d'étude 5
III.1.1 Localisation de la zone d'étude et du site d'aménagement 5
III.1.2 Cadre physique 7
III.1.3 Milieu humain 10
III.2 Approche méthodologique 11
III.2.1 Revue documentaire 11
III.2.2 Conception de l'aménagement 12
III.2.3 Notice d'impact environnemental et sociétal 27
III.2.4 Evaluation du coût de l'aménagement 27
IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS 29
IV.1 Synthèse des études de base 29
IV.1.1 Etude topographique 29
IV.1.2 Etudes agro-pédologiques 29
IV.2 Conception de l'aménagement 32
IV.2.1 Généralités sur le Moringa oleifera 32
IV.2.2 Choix du système d'irrigation 34
IV.2.3 Besoins en eau des plantes 36
IV.2.4 Adéquation de la ressource avec les besoins 37
IV.2.5 Organisation de l'irrigation 40

IV.2.6 Tracé de l'aménagement 43
IV.2.7 Planning d'exécution, entretien et gestion du périmètre 53
IV.2.8 Notice de l'étude d'impact environnemental et social 56
IV.2.9 Avant métré, coût global et rentabilité du projet 62
V. CONCLUSION 64
VI. RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES 65
BIBLIOGRAPHIE 66
ANNEXES 68
Annexe A : Données météorologiques 68
Annexe B : Estimation des besoins en eau des cultures 69
Annexe C : Données sur le barrage de Bagré 71
Annexe D : Caractéristiques de la pompe Grunfos 75
Annexe E : Options des sources d'énergie 76
Annexe F : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les rampes les plus défavorables 80
Annexe G : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les porte-rampes 90
Annexe H : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les secondaires et le principale 95
Annexe I : Dimensionnement de la motopompe 105
Annexe J : Dimensionnement des drains 108
Annexe K : Cubature des drains 112
Annexe L : Avant-métré et Devis quantitatif 123
PLAN DE L'AMENAGEMENT 129
PLANS DES OUVRAGES PONCTUELS 129
PROFILS EN LONG DES CONDUITES ET DES DRAINS 129

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Données démographiques de la zone de Bagré 10
Tableau 2: Caractéristiques du Moringa (Dr de Saint Sauveur A, Janvier 2010) 33
Tableau 3: Avantages et inconvénients des différents systèmes d'irrigation 35
Tableau 4: Résultats de l'étude sur le site expérimental (Fondation Dreyer) 36
Tableau 5: Besoins en eau d'une campagne annuelle de Moringa 36
Tableau 6: Estimation des usages actuels de l'eau de Bagré 38
Tableau 7: Calcul des doses 41
Tableau 8: Calendrier d'arrosage 42
Tableau 9: Caractéristiques des conduites 45
Tableau 10: Caractéristiques de la motopompe 46
Tableau 11: Critères de dimensionnement des drains 48
Tableau 12: Coûts de production et Comptes d'exploitation du Moringa 63

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique du Burkina Faso 5
Figure 2: Situation de la zone de projet (source : BNDT) 6
Figure 3:Vue aérienne du site (Google Earth) 7
Figure 4: Evolution annuelle des pluies et ETo 8
Figure 5: Relief en 3D du site (source: Surfer 11) 29
Figure 6: Sol du site 31
Figure 7: Périmètres rizicoles préexistants au voisinage du site 32
Figure 8: Processus de transformation du Moringa feuille 34
Figure 9: Courbe d'exploitation du barrage 39
Figure 10: Rouleaux de rampe de 16,5 mm 44
Figure 11: Système photovoltaïque 47
Figure 12: Plan masse de l'aménagement 51
Figure 13: Réseau de drainage 52
Figure 14: Chronogramme d'exécution des travaux 55

I. INTRODUCTION

Le sommet mondial sur l'alimentation tenu à Rome en Italie en 1996, s'est fixé l'ambitieux objectif de réduire de moitié le nombre de personnes souffrant de malnutrition à l'horizon 2015 (Zacharie A., 2007). A cette fin, il a été convenu que chaque pays mette en œuvre des politiques visant à éradiquer la pauvreté et l'inégalité. Il ressort également dans ce plan d'action, une mise en place de politiques pour améliorer l'accès physique et économique de tous, et à tout moment, à une alimentation suffisante, adéquate du point de vue nutritionnel et sanitaire, et son utilisation efficace. Dans cette optique, plusieurs politiques ont été élaborées et d'autres mises en œuvre au Burkina Faso. Il s'agit du Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (CSLP), de la Stratégie nationale de sécurité alimentaire à l'horizon 2015 (SNSA), et de l'adoption récente en 2010 de la Stratégie de croissance accélérée et de développement durable (SCADD). Vingt ans après le sommet, à l'ère des Objectifs de Développement Durable (ODD), le nombre de personnes sous-alimentées s'élève à 795 millions dont 25% en Afrique au Sud du Sahara (PAM, 2016). Les personnes sous alimentées sont généralement issues des familles à faible revenu. Au Burkina Faso, 50% de la population rurale vit en dessous du seuil de pauvreté.

La pauvreté est alors un phénomène rural dont les corollaires sont la sous-alimentation et la malnutrition au Burkina Faso. Devant l'ampleur de cette pauvreté et de l'insécurité alimentaire, l'augmentation de la productivité agricole et la diversification des sources de nourritures sont primordiales. Cette augmentation passerait entre autres par la valorisation des produits forestiers non ligneux, notamment les légumes feuilles. Parmi les légumes feuilles, le Moringa oleifera peut être utilisé. Ses feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines A et C, un complexe de vitamines B, du fer, du calcium, du potassium, du zinc, du sélénium l'intégralité des acides aminés (Toury J., 1963). Aussi, l'exploitation des produits de cette plante (feuilles et graines) génère des revenus considérables aux producteurs et aux autres acteurs de cette filière (Diouf M., 1999).

L'augmentation de la productivité agricole passe également par le développement de l'irrigation qui est un moyen d'intensifier l'agriculture. En effet, l'irrigation permet de

doubler, voire quadrupler les rendements et de faire passer les populations bénéficiaires au-dessus du seuil de la pauvreté. De plus, sur les marchés nationaux, régionaux et internationaux, la compétitivité des productions à haute valeur ajoutée est liée à la régularité des approvisionnements et à la qualité des produits (Sonou M., 2010). D'après une étude menée par la Fondation Dreyer, l'irrigation goutte à goutte permet de satisfaire mieux ce double objectif car elle permet d'améliorer la distribution et l'application de l'eau à la parcelle en diminuant la quantité d'eau apportée à la plante.

C'est dans cet ordre d'idées que la Fondation allemande Dreyer basée à Dano, pour la mise en œuvre du projet Moringa a recruté le Bureau d'étude CETRI pour les études de faisabilité de l'aménagement d'un périmètre goutte à goutte de 200 ha à Bagré. Dans le cadre de ce projet de fin de cycle, la présente étude mène à la réalisation des études d'Avant-Projet Détaillé de la portion de 72,16 ha du périmètre.

Le présent mémoire se structure en quatre parties. La première partie est consacrée à la problématique et aux objectifs de l'étude tandis que la seconde présente la méthodologie. La troisième présente et discute les résultats obtenus. Une conclusion et une série de recommandations et perspectives achèvent le présent travail.

II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Depuis toujours, la malnutrition infantile est un phénomène très répandu dans les pays en développement, particulièrement en Afrique. Elle a d'importantes conséquences en termes de retard de développement physique et cognitif, et d'augmentation des risques d'infections et de mortalité. Selon l'OMS, l'ampleur et la récurrence de ces conséquences en termes de morbidité infectieuse et de mortalité chez les jeunes enfants, font de la malnutrition un problème de santé publique. Afin de remédier à **ce problème** qui passe indéniablement par le développement de l'irrigation l'une des solutions préconisées par la Fondation Dreyer et ses acteurs est **le projet d'aménagement de 200 ha de Moringa "l'arbre miracle" par le goutte à goutte couplé à une énergie renouvelable, le bloc de 72,16 ha fait l'objet de ce mémoire**. Cependant, la technologie goutte à goutte étant nouvelle sur une telle dimension au Burkina Faso, pourrait être limitée par des contraintes tant dans la mise en œuvre que lors de l'exploitation. Pour ce faire, elle peut être limitée par :

- La méconnaissance des équipements du système goutte à goutte ;
- Les difficultés de mise en œuvre, d'exploitation et d'entretien dus à l'insuffisance de la maîtrise du système qui nécessite de hautes compétences et technicités ;
- Le coût élevé de réalisation et la capacité de recouvrement par rapport à la durée d'exploitation surtout que **l'alimentation est solaire**.

- Objectif général de l'étude

L'objectif général de cette étude est **la conception d'un aménagement de 72,16 ha de Moringa en irrigation goutte à goutte à Bagrépôle.** Cela permettra par la même occasion de faire l'introduction de tel système dans la zone.

- Les objectifs spécifiques techniques ainsi que les résultats escomptés sont fixés comme suit :

- **OS1 : Etude de l'adéquation des besoins avec la ressource en eau disponible** ;
  - Résultat 1 : La courbe hauteur-volume disponible ;
  - Résultat 2 : La courbe d'exploitation disponible.

- **OS2 : Etude de conception de l'aménagement** :
  - La synthèse des études de base est disponible ;
  - Le dossier technique de l'aménagement est disponible ;
  - L'étude d'impact environnemental est faite.

- **OS3 : Etude de rentabilité de l'investissement lié à l'aménagement du périmètre :**
  - Le compte d'exploitation est disponible ;
  - La durée de retour sur investissement est évaluée.

III. MATERIEL ET METHODES

III.1 Description de la zone d'étude

III.1.1 Localisation de la zone d'étude et du site d'aménagement

Le périmètre irrigué de Bagré est situé dans la région du Centre-Est à 240 km de la capitale Ouagadougou suivant l'axe Ouagadougou-Koupéla (RN4) - Tenkodogo - Bitou (RN16) - Route Régionale 9. La commune rurale de Bagré se trouve dans la province du Boulgou, elle est délimitée :

- à l'est par la commune de Bané,
- à l'ouest par les communes rurales de Boussouma et Gombousgou,
- au nord par les communes de Garango et Tenkodogo,
- et au sud par les communes de Bitou et Zonsé.

Elle est quadrillée entre la latitude 11°24' et 11°42' Nord et la longitude 0°19'00'' et 0°39'00'' Ouest et s'étend sur une superficie de 569,39 km^2.

A 5 km après le siège local de Bagrépôle, l'on accède au site, situé à l'aval du déversoir en rive gauche sur les berges amont du canal principal.

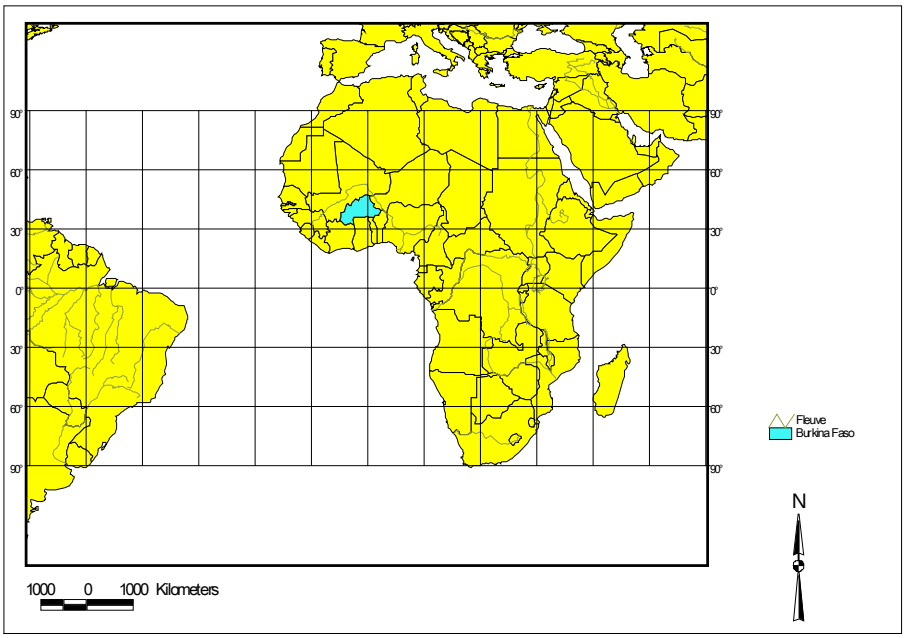


Figure 1: Situation géographique du Burkina Faso **(BNDT/IGB)**

Le Burkina Faso est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest, il couvre une superficie de 274 200 km^2. Le climat y est de type tropical sec.

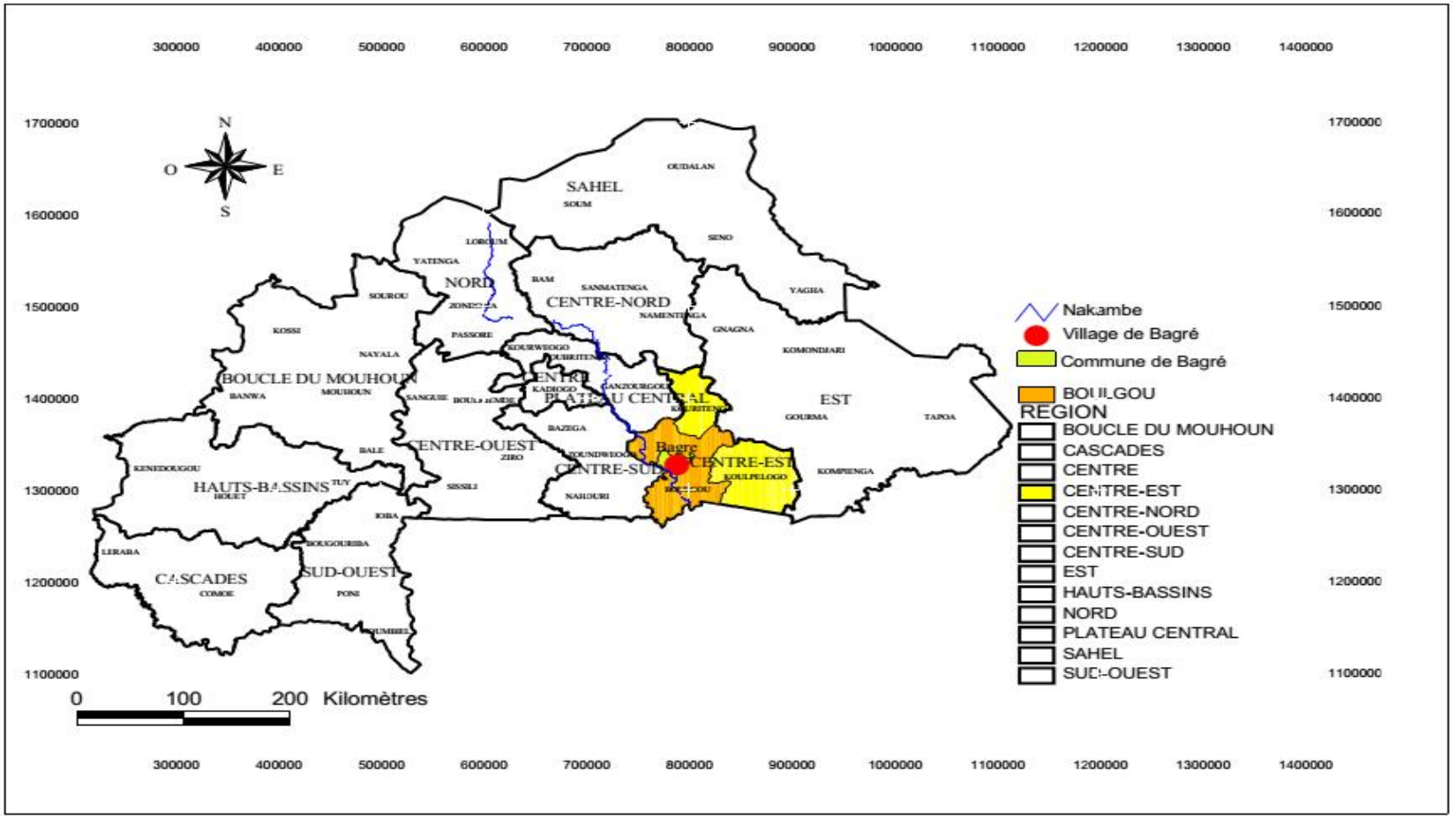


Figure 2: Situation de la zone de projet (source : **BNDT/IGB**)

Cette carte a été obtenue grâce au logiciel Arcview. Le point rouge sur la carte du Burkina est la localité de Bagré en question où se trouve notre périmètre, sur les rives du fleuve Nakanbé.

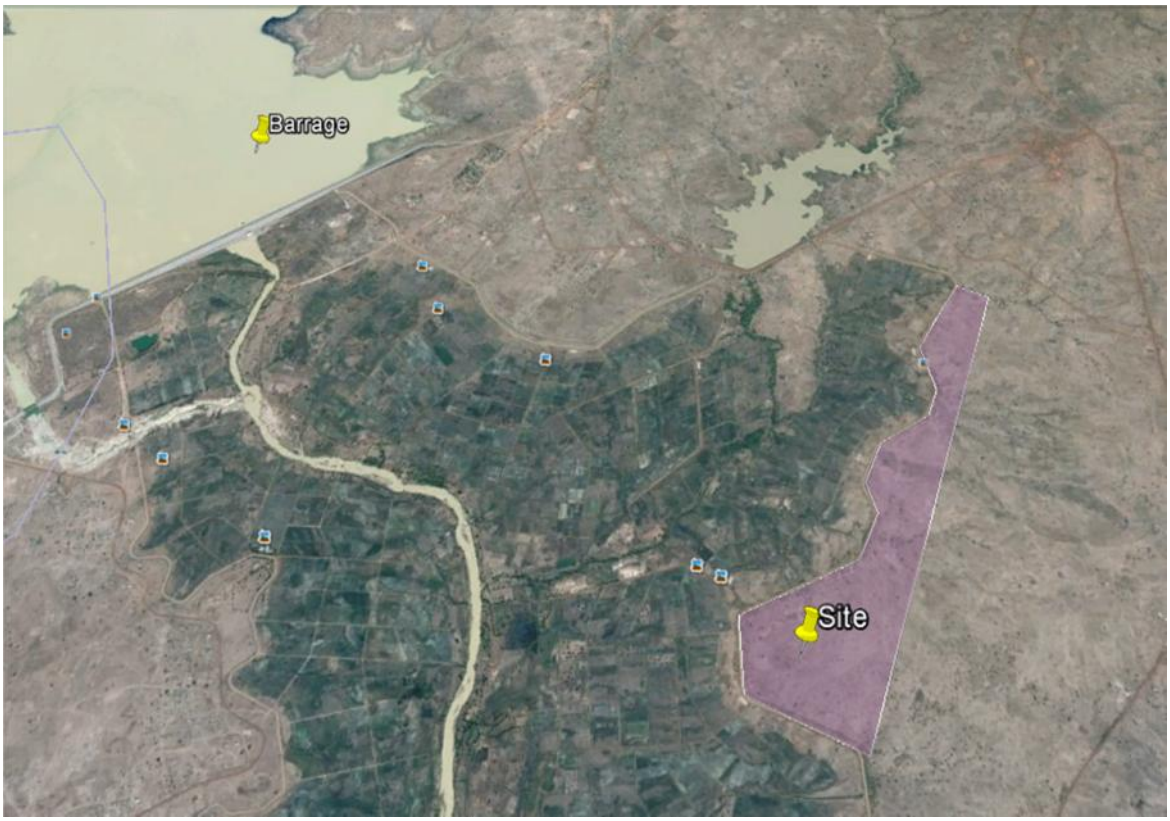


Figure 3:Vue aérienne du site (**Google Earth**)

Le barrage à l'amont, cette vue aérienne montre bien que le site à aménager (en rose) se situe à l'aval en rive gauche du déversoir. L'on voit également les périmètres rizicoles gravitaires préexistants sur fond vert de part et d'autre du lit mineur du fleuve (en blanc).

III.1.2 Cadre physique

III.1.2.1 Climat et pluviométrie

La zone du projet dans son ensemble est caractérisée par un climat de type soudano-sahélien marqué par une alternance de deux saisons dont une sèche humide qui va de Novembre à Avril, et, une saison pluvieuse qui va de Mai à Octobre. La zone est située entre les isohyètes 800 et 900 mm La moyenne annuelle de la pluviométrie est estimée à 892 mm **(Direction de la météorologie)**.

En saison sèche, la température moyenne mensuelle atteint un maximum de 32,6° C en Avril. L'évapotranspiration potentielle selon Penman ETP est très forte en cette période et affiche une valeur maximale de 241 mm au mois de Mars. En saison des pluies la température moyenne mensuelle maximale est de 31,3° C au mois de Mai et une ETP de 172 mm pendant le même mois. L'humidité relative maximale moyenne avoisine 70 % et la moyenne minimale

est de l'ordre de 32 %. La vitesse moyenne mensuelle des vents varie entre 1,03 m/s en Septembre et 2,31 m/s en Mai.

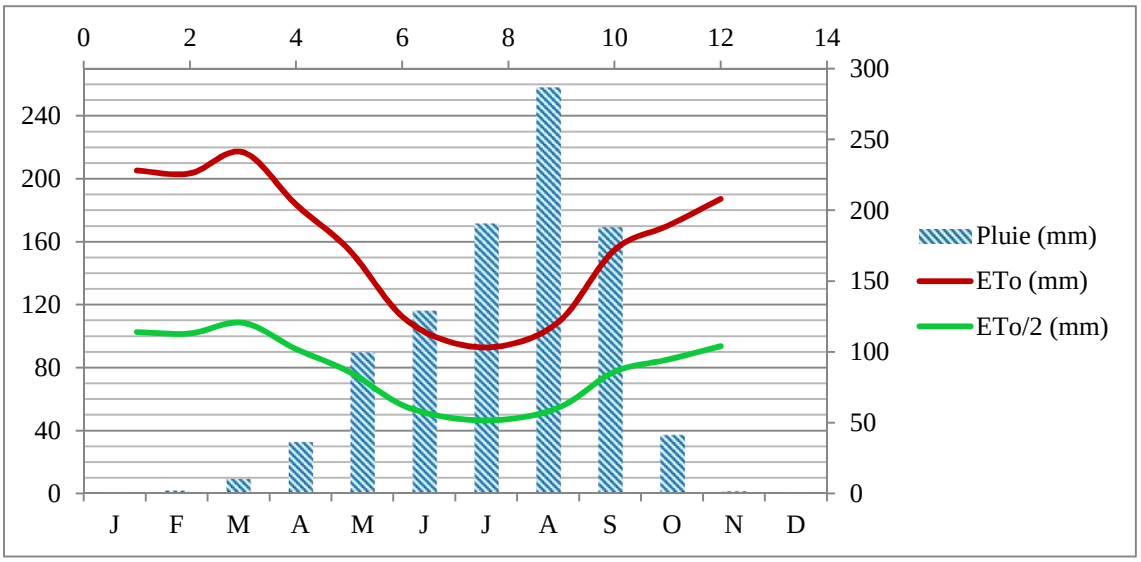


Figure 4: Evolution annuelle des pluies et des ETo

Les valeurs de ETo sont celles de Fada N'Gourma, la station météorologique la plus proche, les pluies sont celles de Tenkodogo chef-lieu de la province du Boulgou.

La période de croissance ou période de végétation active est la période où la pluviométrie est supérieure à la moitié de l'ETo. Elle débute à Tenkodogo dans le mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

La période pré-humide est la période pendant laquelle les semis peuvent se réaliser sans risque d'aléas hydriques importants. Elle correspond à la période où la pluviométrie en début d'hivernage est comprise entre la moitié de l'ETo ((1/2)*ETo) et l'ETo. Elle correspond au mois de Mai.

La période humide est celle où la pluviométrie est supérieure à ETo. Elle s'étend de Juin à Septembre. Pendant la période humide les besoins en eau de la plante sont entièrement satisfaits. Le sol contient ces réserves et l'excédent hydrique est évacué par ruissellement.

Il existe également des périodes où le bilan hydrique est déficitaire. Cette période s'étend de Novembre à Mai. Un apport d'eau (par irrigation) aux plantes cultivées dans cette période s'avère donc nécessaire.

III.1.2.2 Sols, relief et hydrographie

Le relief de la commune est homogène dans son ensemble, l'on peut le caractérisé par une plaine (230 à 241 m d'altitude). Le réseau hydrographique est marqué par la présence de l'un des trois grands cours d'eau du pays le Nakanbé et ses affluents, sur lequel se trouve le lac artificiel de Bagré. On y rencontre plusieurs groupes de sols avec les types et séries de sols comme indiqué ci-dessous :

- Les sols ferrugineux tropicaux ;
- Le sous-groupe des sols Peu Evolués d'Erosion Régosolique faciès Brunifié (PEER/B) d'apport alluvial moyennement aptes aux cultures irriguées (maraîchage, arboriculture);
- Le sous-groupe des sols Bruns Eutrophes Peu Evolués Hydromorphe (BEPEH) dans les bas-fonds ;
- Les sols gravillonnaires ;
- Les lithosols sur cuirasse ferrugineuses

Tous ces sols sont aptes sauf les lithosols sur cuirasse ferrugineuses qui sont impropres à l'agriculture.

III.1.2.3 La végétation

La végétation est caractérisée par les savanes arbustives et arborées qui se présentent sous la forme de reliques boisées. Les savanes arbustives sont dominantes à affleurement de roches ou sur les sols gravillonnaires. Elles sont impropres à l'agriculture et sont caractérisées par des espèces suivantes principalement de la famille des Mimosacées (*Acacia seyal*, *Acacia gourmaensis*, *Acacia nilotica*, etc.) On y rencontre également quelques forêts galeries le long du Nakambé. Les espèces les plus couramment rencontrées sont :

- Les ligneux tels que le karité, le raisinier, le tamarinier, le néré, le kapokier, le manguier, l'eucalyptus (INSD, 2006) ;
- Les herbacées.

III.1.2.1 La faune

La zone d'influence directe du projet, qui comprend une grande zone inondable, crée des conditions de vie favorables à plusieurs espèces de faune. Ces espèces peuvent être regroupées en trois groupes : les mammifères, les oiseaux et les poissons, et une multitude d'espèces d'eau. Suite à l'augmentation de la pression démographique engendrée par les

aménagements hydroagricoles, les ressources fauniques se raréfient. Des canards sauvages et quelques autres oiseaux inféodés aux zones humides nichent à partir du mois de novembre. Les oiseaux de toute origine, y compris les oiseaux migrateurs sont chassés par les populations. D'une façon spécifique, seules les espèces dites de petits gibiers (les lièvres et autres rongeurs et autre petite faune mammalienne) y sont encore rencontrées :

- Les mammifères reconnus comme relativement fréquents dans la zone sont notamment les céphalophes (petites antilopes), les phacochères, les singes et des carnivores comme le chacal.
- Les oiseaux qui y sont rencontrées constituent la plus grande concentration d'Anatidés (oiseaux aquatiques tels les canards sauvages) au Burkina.
- Les poissons du fleuve sont en particulier les tilapias qui représentent 33% des captures totales.

III.1.3 Milieu humain

III.1.3.1 Démographie

La population de la commune rurale de Bagré était estimée à 29 164 habitants (INSD, 2006) selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2006. Une projection effectuée avec le taux de croissance national qui est de 3,42 % l'an donne les résultats suivants :

Tableau 1: Données démographiques de la zone de Bagré

Année	**2006**		**2016**		**2030**	
Taux de croissance	3.42 %		3.42 %		3.42 :%	
Population	29 164		40 821		65 365	
Répartition par genre	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
	14 011	15 153	19 611	21 210	31 402	33 962

L'on déduit que 48.04 % de la population de la commune rurale de Bagré est masculine contre 51,96 % qui est féminine. Elle est composée majoritairement d'ethnies Mossi, Bissa et Peulh.

III.1.3.2 Activités socio-économiques

- L'agriculture

L'agriculture est l'activité économique dominante dans la commune et occupe environ 85% de la population communale. L'activité agricole est pratiquée toute l'année avec l'exploitation du périmètre agricole de Bagré pour certains et les activités de maraîchage auxquelles s'adonnent les populations de la commune.

- L'élevage

C'est la seconde activité de production pratiquée par la population de cette commune après l'agriculture. Tout comme l'agriculture, la quasi-totalité de la population s'investit aussi dans l'élevage, même si cela se fait à des degrés variables. L'élevage dans cette commune concerne les bovins (zébus peulh soudanais), des ovins, des caprins, des porcins, des asins et de la volaille (géline).

III.2 Approche méthodologique

III.2.1 Revue documentaire

La revue documentaire a consisté d'une part à lire les TDR du consultant et, d'autre part à consulter d'anciens rapports sur les aménagements (surtout de Moringa) réalisés par la Fondation Dreyer et des rapports antérieurs du schéma directeur d'aménagement de Bagrépôle, les données de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie, la bibliothèque 2ie. Cette recherche bibliographique à faciliter une meilleure appréhension des différents paramètres qui ont permis de faire le diagnostic puis l'état des lieux de la localité, du site en question ainsi que le choix judicieux de la culture et du système d'irrigation.

III.2.2 Conception de l'aménagement

III.2.2.1 Estimation des besoins en eau du Moringa feuille

- **Évapotranspiration maximal journalière ETM**

$$ETM_{loc}(mm/j) = Kr * K_c * ETo(mm/j)$$

$ETM_{loc}(mm/j)$: Évapotranspiration maximal journalière pour le système d'irrigation localisé.

K_c: le coefficient cultural de la plante au stade arbre

ETo: l'évapotranspiration de référence (mm/j)

Kr: le coefficient de réduction de la couverture végétale de Freeman & Garzoli

- **Estimation de la pluie efficace P_e** (FAO, Bulletin 56 d'irrigation et de drainage, 2006)

Les données climatiques ont été traitées avec le logiciel Hyfranplus.

$$P_e = 0{,}6\,P - 10 \text{ si P} < 70 \text{ mm/mois ;}$$

$$P_e = 0{,}8\,P - 24 \text{ si P} \geq 70 \text{ mm/mois}$$

Avec P (mm) *:* la pluie mensuelle

- **Besoin maximum de pointe (BMP)**

$$BMP\ (mm/j) = ETM_{loc}(mm/j) - [R(mm/j) + P_e(mm/j)]$$

Avec :

P_e : la pluie efficace (mm/j) ; R la réserve d'eau du sol ;

ETM : l'évapotranspiration maximale (mm/j)

III.2.2.2 Estimation de la réserve utile du sol RU

S'agissant d'un projet réel les caractéristiques du sol ont été déterminées lors de l'étude pédologique réalisée par le BUNASOLS.

Ainsi, la réserve utile se calcule par la formule (Dial.Niang, Avril 2015) :

$$RU\ (mm) = \left[H_{cr}(\%) - H_{fp}\ (\%)\right] * da * Zr(dm)$$

Avec :

Ru (mm) *:* la réserve utile en eau ;

$H_{cr}(\%)$: l'humidité pondérale à la capacité de rétention ;

$H_{fp}\ (\%)$: l'humidité au point de flétrissement permanent ;

da: la densité apparente de la terre sèche ;

Zr (dm) *:* la profondeur d'enracinement du Moringa, égale à 13 dm.

III.2.2.3 Adéquation de la ressource en eau avec les besoins

- Ce barrage a un double but hydro-électrique et hydro-agricole, bien que la source en eau soit la plus grande du Burkina Faso, avec une capacité de 1,7 milliards de m^3. Il s'agit là de montrer si la quantité d'eau disponible dans le barrage de Bagré peut satisfaire aux différents prélèvements notamment les potentiels usages réalisables au cours de l'année. Pour se faire, l'on tracera les courbes hauteur-volume et d'exploitation de la retenue.

En effet **les logiciels Google Earth et Global Mapper** ont permis de délimiter le barrage et d'obtenir les correspondances Côtes-Surfaces (cf .Annexe D) pour le tracé de la courbe Hauteur-Volume avec Excel 2010.

Les besoins potentiels à satisfaire sont respectivement ceux de l'élevage, ceux du turbinage et enfin ceux de l'irrigation tout en considérant les périmètres irrigués préexistants. Les pertes par infiltration sont estimées de 1 à 3 mm/j pour les barrages en terres (Ismaela.Gueye, 2015). Les pertes par évaporation sont estimées par la formule de Pouyaud (FAO, Bulletin 54 d'irrigation et de drainage , 1996) :

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

Le volume d'envasement est le produit de la dégradation spécifique annuelle par la superficie du bassin versant. La détermination de la dégradation spécifique peut se faire par plusieurs formules :

- Formule de H. Karambiri

$$D_S = 137\left(\frac{P_{an}}{700}\right)^{-2,2} * S^{-0,05} * (0,25 + 1,13(h + r))^{1,15}$$

- Formule de Gottschalk

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

- Formule de Grésillon (CIEH-EIER)

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

Avec :

E_{lac} (mm) : l'évaporation du plan d'eau libre ;

E_{bac} (mm) : l'évaporation moyenne mensuelle au Bac A ;

P_{an} (mm) : la pluviométrie annuelle ;

h : le paramètre anthropique pris égal à 0,25 (bassin versant comportant de petits villages) ;

r : le paramètre morphologique, pris égal à 0,25 (relief peu accidenté) ;

Ds ($m^3/km^2/an$) : la densité spécifique ;

S (km^2) : la superficie du bassin versant.

III.2.2.3 Conception préliminaire

- **Dose pratique d'irrigation (Dp)**

La dose pratique d'irrigation a été calculée avec la formule suivante :

$$Dp(mm) = p * RU\ (mm)$$

Avec :

Dp (mm) : la dose pratique d'irrigation ;

p(%): le facteur de tarissement.

- **Besoin net d'irrigation IRn (mm/j) ou BMP**

Le besoin net d'irrigation a été calculé avec la formule suivante :

$$IRn(mm/j) = ETM_{loc}(mm/j) - [R(mm/j) + Pe(mm/j)]$$

- **Besoin brut d'irrigation IRg (mm/j)**

Le besoin net d'irrigation a été calculé avec la formule suivante :

$$IRg(mm/j) = \frac{IRn(mm/j)}{Ea} + LR$$

Avec :

Ea : l'efficience du reseau, égale à 95% ;

Lr : le leaching requirement pris égale à 0,45 mm/j.

- **La fréquence d'irrigation**

La fréquence d'irrigation est déterminée avec la formule suivante :

$$F(j) = \frac{Dp(mm)}{IRn(mm/j)}$$

- **Tour d'eau T (j)**

Le tour d'eau choisi est tel que $T(j) \leq F(j)$

- **Dose réelle Da (mm)**

La dose réelle a été estimée avec la formule suivante :

$$Da\ (mm) = IRn(mm) * T(j)$$

- **Facteur de tarissement réel Pr**

$$P_r = \frac{Da(mm)}{RU\ (mm)}$$

- **Dose brute Db (mm)**

La dose brute a été estimée avec la formule suivante :

$$Db\ (mm) = \frac{Da(mm)}{Ea} + LR(mm/j) * T(j)$$

- **Temps de travail maximal Tmax (h)**

Le temps maximal de travail par jour pris égale à Tmax (h) = 15 heures par jours selon les habitudes des habitants de la localité.

- **Nombre d'heures par poste Ts (h/j)**

$$T_s\,(h/j) = \frac{T_{max}(h/j)}{N_{sh}}$$

Nsh : le nombre de poste par jour

- **Débit du système qe (l/s/ha)** (A.Keita, Localised Irrigation, 2015)

Le débit d'équipement est calculé avec la formule ci-contre :

$$qe\ (l/s/ha) = \frac{Db(mm)}{T\ (j) * T_s(h/j) * N_s * 0{,}36} = \frac{IR_g(mm/j)}{T_s(h/j) * 0{,}36} * \frac{7}{6}$$

T(j) : le tour d'eau en jour ;

Ts (h) : le nombre d'heures par poste d'arrosage pour apporter la dose brute : 7,5 h/poste ;

Ns : le nombre de postes d'arrosage par jour : 2 ;

Le coefficient 7/6 est une correction qui tient compte du nombre de jours (6) d'arrosage dans la semaine puisqu'il faut que la plante soit nourrit le 7^{é} jour aussi.

III.2.2.4 Conception finale

❖ **Le choix du goutteur**

Le choix du type de goutteurs est effectué de manière à ce que l'arrosage ne génère pas de ruissellement. La pluviométrie des goutteurs devra être inférieure à la vitesse d'infiltration du sol, leur débit doit être également faible dans le cas d'un sol battant ; et la pression assez fort pour éviter le colmatage du tuyau par les fines.

❖ **Calcul des débits**

- **Rampe**

Nombre de goutteurs sur la rampe :

$$N_{emit} = \frac{L_{lat}(m)}{e_{emit}(m)}$$

Avec :

$L_{lat}(m)$: la longueur de la rampe ;

$e_{emit}(m)$: l'espacement entre les goutteurs.

Le débit de la rampe :

$$Q_{lat}(l/s) = \frac{Q_{emit}(l/h) * N_{emit/lat}}{3600}$$

Avec :

$Q_{emit}(l/h)$: le débit du goutteur ;

$N_{emit/lat}$: le nombre de goutteurs par tronçon de rampe.

- **Porte-rampe**

Nombre de rampes sur la porte-rampe :

$$N_{lat} = \frac{L_{prp}(m)}{e_{lat}(m)}$$

Avec :

$L_{prp}(m)$: la longueur de la rampe ;

$e_{lat}(m)$: l'espacement entre les rampes.

Le débit de la porte-rampe :

$$Q_{lat}(l/s) = \frac{Q_{lat}(l/h) * N_{lat/prp}}{3600}$$

Avec :

$Q_{lat}(l/h)$: le débit d'une rampe ;

$N_{lat/prp}$: le nombre de latéraux par tronçon de porte-rampe.

- **Conduite secondaire**

Le débit d'une conduite secondaire est calculé par la formule :

$$Q_{sec}(l/s) = Q_{e,réel}(l/s/\ ha) * A_i(ha)$$

Avec :

$Q_{sec}(l/s)$: le débit du secondaire ;

$Q_{e,réel}(l/s/\ ha)$: le débit d'équipement réel qui est imposé par la configuration graphique du réseau, est peut-être différent de celui du design préliminaire ;

$A_i(ha)$: la superficie irriguée par le tronçon du secondaire.

- **Conduite de refoulement ou primaire**

Ce débit de projet est trouvé en faisant la somme des débits de toutes les conduites secondaires ou en faisant le produit du débit d'équipement réel par la superficie totale du périmètre.

$$Q_{CP}(l/s) = Q_{e,réel}(l/s/\ ha) * A_T(ha)$$

❖ **Dimensionnement des conduites**

- **Diamètre minimal des conduites**

Le dimensionnement de la conduite a consisté à déterminer le diamètre nominal commercial de la tuyauterie. Le diamètre théorique a été calculé à partir de la vitesse maximale dans la canalisation prise égale à 1m/s pour les rampes et porte-rampes, le diamètre théorique ainsi déterminé permet de faire le choix du diamètre nominal (DN) qui est généralement le diamètre commercial immédiatement supérieur au diamètre théorique. Les diamètres théoriques minimaux sont calculés par la formule :

$$D_{min}\ (mm) = \sqrt{\frac{Q_t(m^3/h)}{V_{lim}\ (m/s)}} * 18{,}811$$

V : la vitesse admissible d'écoulement de l'eau;

Q : le débit dans le tronçon (m^3/h)

- **Vitesse réelle dans la conduite**

$$V_{réelle}(m/s)\ = \frac{4 * Q(m^3/s)}{\pi * (D_{int}(m))^2}$$

D_{int} (m): le diamètre interne correspondant au diamètre nominal du fabricant.

❖ **Pertes de charge des conduites** (St.Gobain, 1989)

Après une étude comparative des trois formules sur une rampe, l'on déduit que Calmon-Lechapt a tendance à majorer ; Manning-Strickler a tendance à minorer, les utiliser sera donc **un surdimensionnement / sous dimensionnement.**

Ainsi le choix de **la formule de Hazen-Williams** serait **plus judicieux** (dans notre contexte) car elle donne des valeurs moyennes. De plus elle est préférée par **les américains, les japonais, elle est également utilisée dans les catalogues Netafim.**

- Colbrook, Calmon-Lechapt

$$J\left(\frac{m}{m}\right) = a * (\frac{[Q(m^3/s)]^n}{[D(m)]^m}$$

- Hazen-Williams

$$J(m/m) = \frac{10{,}67}{(\mathrm{D}_{\mathrm{int}}(\mathrm{m}))^{4{,}87}} * \left(\frac{Q(m^3/s)}{Cwh}\right)^{1{,}85}$$

- Manning-Strickler

$$J\left(\frac{m}{m}\right) = \frac{10{,}29 * \mathrm{Q}\left(\frac{m^3}{s}\right)}{\left({K_s}^2 * \mathrm{D}_{\mathrm{int}}(\mathrm{m})\right)^{\frac{16}{3}}}$$

Avec :

a, n et m les coefficients de Calmon-Lechapt

Dint (m) : le diamètre interne ;

L(m) : la longueur du tronçon ;

Q (m^3/s): le débit ;

Ks : le coefficient de rugosité du matériau ;

Cwh : le coefficient qui est fonction du type de matériau, 150 pour le PVC

En tenant compte des pertes de charges singulières qui font 10% des linéaires sur tout le tronçon, la formule appliquée est la suivante :

$$aH(m) = 1.1 * L(m) * \frac{10{,}67}{(D_{int}(m))^{4{,}87}} * \left(\frac{Q(m^3/s)}{Cwh}\right)^{1{,}85}$$

❖ **La ligne d'eau requise et hauteur d'eau**

C'est la ligne piézométrique minimale, la ligne de charge de l'eau s'écoulant dans un tuyau. Elle est d'une importance capitale car elle permet de caractériser le fonctionnement d'un réseau en terme de sur ou sous pression, et de s'assurer du bon fonctionnement des équipements du réseau comme prévu **(Marhasa, Le manuel semi-californien, 2013).** A l'aide de Covadis, les profils sont établis à une équidistance de 5 m, 10 m et 50 m pour respectivement les rampes, porte-rampes et les secondaires, la principale.

Les côtes des lignes d'eau requises sont calculées à chaque profil par la formule :

$$LER(i) = Max[LER(i+1) + \Delta H(i); CTN\ (i) + P_{service}]$$

Avec :

(**i**): le numéro du profil sur la conduite ;

LER (**i**) : la ligne d'eau requise au profil **i** ;

LER (**i**+1) : la ligne d'eau requise au profil **i+1** ;

ΔH (**i**) : les pertes de charges entre les profils **i** et **i**+1 ;

CTN (**i**) : la côte du terrain naturel au profil **i** ;

$P_{service}$ (m): la pression de service, qui est égale à la pression nominale du goutteur au niveau des rampes.

La ligne d'eau réelle est calculée à chaque profil i+1 : $LE(i+1) = LER\ (i) - \Delta H(i)$, elle doit être au moins égale à LER (i+1).

Les hauteurs d'eau sont calculées à chaque profil i : $H(i) = LER\ (i) - CTN\ (i)$

La pression de service d'une conduite de niveau supérieur est **le maximum des hauteurs (pressions) d'eau des conduites qui lui sont directement inférieures**. Aussi, à chaque nœud, la ligne d'eau requise dans la conduite de niveau supérieur et au départ des conduites

de niveau inférieur doivent être identiques autrement dit **l'on prend le maximum des lignes d'eau requises des conduites aboutissant à ce nœud (cas de la conduite de refoulement**) :

A chaque conduite secondaire (CS1) le maximum des hauteurs d'eau des quatre rampes les plus défavorables est considéré comme pression de service pour le calcul des porte-rampes ; à leur tour le maximum des hauteurs d'eau est considéré comme pression de service pour le calcul de la conduite secondaire ; à leur tour le maximum des hauteurs d'eau est considéré comme pression de service pour le calcul de la conduite de refoulement.

❖ **Calage et dimensionnement de la station de pompage**

- **Les pertes de charge singulières**

Elles sont surtout dues aux entrées/sorties de la conduite d'amenée, du puisard, les filtres à sable/disque, crépine (coude, clapet etc.).

$$\Delta H_{sing}[m] = K * \frac{V^2(m/s)}{2g(m/s^2)}$$

Avec :

ΔH : les pertes de charge singulières

V : la vitesse dans la conduite d'aspiration/refoulement

g : l'accélération de la pesanteur : 9,81m/s^2

K : le coefficient de singularité, sans dimension dépendant de la nature du point singulier dont il s'agit.

- **La hauteur manométrique totale HMT (m)** :

$$HMT\ (m) = C_{per}(m) - C_{pea}(m) + \sum \Delta H_{sing}\ [m] + \Delta H_{C,am}$$

Avec :

Cper (m) : la côte requise dans la conduite de refoulement ;

Cpea (m) : la côte du plan d'eau dans la retenue (puisard) ;

$\sum \Delta H_{sing}\,[m]$: le total des pertes de charge singulières occasionnées par l'aspiration et des équipements de la station ;

$\Delta H_{C,am}\,(m)$: les pertes de charge linéaires de la conduite d'amenée.

La hauteur géométrique est déjà intégrée avec cette formule.

- **La puissance absorbée par le moteur**

$$P_a(Watt) = \frac{Q(m^3/h) * \varepsilon(kg/l) * HMT(m)}{367 * \eta(\%)}$$

Avec :

Q : le débit de la pompe ;

HMT : la hauteur manométrique totale ;

ε : la densité de l'eau impropre prise égale à 1,1 kg/l

η : le rendement de la pompe.

- **Choix du type de pompe**

Le choix du type de pompe convenable se fait à partir des caractéristiques théoriques (Q ; HMT). On choisit une pompe qui est adaptée pour l'irrigation et dont les caractéristiques nominales sont légèrement supérieures à celles calculées.

- **Etude du risque de cavitation de la pompe**

Il n'y a pasde cavitation à l'aspiration lorsque **NPSH disponible (m) < NPSH requis + (0,5 à 1 m)**, avec :

$$NPSH_{dispo}(m) = 10 - h_a - J_a$$

NPSH : Net Positive Suction Head (Charge nette absolue à l'aspiration) ;

$NPSH_{requis}$: donné par le fournisseur ;

$NPSH_{dispo}$: dépend de l'installation ;

Ha : la hauteur d'aspiration ;

Ja : les pertes de charge à l'aspiration.

- **Etude du risque de coup de bélier**

Dans la pratique, il y a coup de bélier lorsque la valeur $HMT(m) + \Delta H(m) > PFA\ (m)$ où :

$$\Delta H\ [m] = c * \frac{\Delta U(m/s)}{g(m/s^2)}$$

ΔH (m) : la valeur absolue de la surpression ou de la dépression sur la conduite suite à l'ouverture ou la fermeture d'une vanne ou suite à un disfonctionnement brusque ;

c (m/s): la célérité de l'onde de surpression ou de dépression (300 m/s pour les PVC) ;

ΔU (m/s) : la valeur absolue de la différence des vitesses en régime permanent avant et après le coup de bélier. Elle est généralement prise égale à la vitesse d'écoulement en régime permanent dans la canalisation ;

g: la pesanteur ;

PN : la pression nominale de la conduite, 100 mce (10 bars) ;

PFA : la pression de fonctionnement admissible est égale à : $PFA(m) = PN$.

- **Dimensionnement du puisard de pompage**

Le puisard est un puits dont les parois sont en béton armé, en proximité de la station où la conduite d'aspiration de la pompe puise directement l'eau d'irrigation. Il est alimenté par la conduite d'amenée provenant du regard (ouvrage) de prise du canal principal. Le calage a consisté à choisir les côtes du fond de sorte que le puisard puisse toujours être alimenté en dépit de la baisse du niveau d'eau du barrage. Il a été dimensionné avec la formule (St Gobain) :

$$Q(m^3/s) = m * S(m^2) * \sqrt{2g * h(m)}$$

La section et le diamètre de la conduite d'amenée sont calculés ainsi :

$$S = \frac{Q}{m\sqrt{2gh}} \quad ; \quad D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

Avec :

Q *:* le débit de pompage ; S : la section ; D : le diamètre ;

g: la pesanteur ; m fait 0,6 ; h est la hauteur d'eau minimale dans le puisard 1,5 m.

III.2.2.5 Dimensionnement des panneaux

Le rayonnement **journalier** moyen est de **5,6 kWh/m².j** dans la localité. Cette valeur a été obtenue grâce aux logiciels Climwat & Cropwat. La puissance en crête du système divisée par la puissance nominale du module donne le nombre de plaques solaires qu'il faut pour fournir l'énergie nécessaire à la pompe. La puissance en crête est déterminée par la formule suivante :

$$P_c(KWc) = \frac{B_j}{E_i * \eta_{bat} * \eta_{gen}}$$

$$B_J(Kwh) = P(Kw) * t(h)$$

Bj (Kwh) : le besoin journalier en électricité ;

P(Kw) : la puissance de al motopompe ;

t (h) : la durée de pompage journalier ;

ηbat : le rendement de l'onduleur ;

ηgen : le rendement du groupe motopompe ;

Ei (kWh/m².j): le rayonnement total **journalier** moyen mensuel ;

Pc(Kw) : la puissance en crête

III.2.2.6 Dimensionnement des drains internes et des colatures de ceinture

D'après le Bulletin FAO 54, la pluie recommandée pour le calcul des drains lorsque la superficie est de taille modeste en zone tropicale sèche est P10 (la pluie décennale journalière maximale). C'est une crue fictive observée une année sur dix. Elle peut être dépassée plusieurs fois en 10 ans comme elle peut aussi ne pas tomber pendant plusieurs

décennies. En se basant sur la situation géographique de Bagré, elle est quantifiée à **105 mm selon la méthode CIEH de 1985.**

- Pour les colatures de ceinture, le débit a été calculé avec la formule suivante :

$$q(m^3/s/l)) = \frac{C(\%) * P_{10} * (l * L) * 10^{-3}}{t(h) * 3600}$$

- Pour les drains internes, le débit a été calculé avec la formule :

$$Q(l/s/ha) = \frac{P_{10}(mm)}{t_{in}(h) * 0.36}$$

Avec :

C : le coefficient de ruissèlement

P10 : la pluie décennale **journalière** maximale 105 mm

l : la longueur de la bande susceptible d'alimenter la colature, 50 m

L (ml) : la longueur du tronçon de colature

t_{in} (h) : le temps d'inondation admissible de la plante

La **section hydrauliquement favorable** a été utilisée pour le dimensionnement de **ces deux types de drains** :

$$y = \left[\frac{2^{\frac{2}{3}} * Q}{\left(2 * \sqrt{(1+m^2)} - m\right) \times K_s * I^{0,5}}\right]^{\frac{3}{8}}$$

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

Les paramètres utilisés sont :

y (m): le tirant d'eau ;

Q (m3/s) : le débit à évacuer;

Ks : le coefficient de Manning Strickler, 15/30 ;

m : le fruit des talus 1, $\alpha = 45^0$;

I (%): la pente du canal ;

B (m): la largeur au plafond ;

A partir des valeurs trouvées, des dimensions constructives de la largeur au plafond et du tirant d'eau ont été fixées.

La largeur en gueule a été déterminée par la formule :

$$L = B + 2 * m * H$$

Avec :

L(m) : la largeur en gueule;

y (m): le tirant d'eau ;

H(m) : la hauteur du canal (tirant d'eau + revanche R)

III.2.2.7 Dimensionnement et calage des pistes

Les dimensions des pistes ont été choisies de sorte à ce qu'elles puissent assurer les fonctions suivantes :

- Piste principale : une piste pour véhicule avec possibilité de croisement;
- Piste secondaire : une piste pour véhicule et pour tracteur agricole sans croisement ;
- Piste tertiaire : une piste piétonnière.

Les profils des pistes suivront les pentes du terrain naturel. La côte projet est alors la côte TN plus l'épaisseur de la couche de roulement qui est en remblai latéritique.

Ouvrages de franchissement

Ils sont placés aux intersections pistes-colatures afin de facilité l'accès aux parcelles.

III.2.2.8 Planning d'exécution, entretien et gestion du périmètre

Ils ont été établis en s'inspirant des habitudes nationales et des normes techniques en la matière.

III.2.3 Notice d'impact environnemental et sociétal

Son élaboration a consisté à recenser dans un premier temps les impacts négatifs que le projet pourrait occasionner sur l'environnement puis à proposer leurs mesures d'atténuation. Dans un second temps nous avons recensé les impacts positifs prévisibles à long terme sur le plan socio-économique ; et enfin **des mesures réelles de bonification/d'accompagnement** à l'endroit des bénéficiaires ont été présentées.

III.2.4 Evaluation du coût de l'aménagement

- **Conditions de base**

Les coûts du projet consistent en coûts directs, coûts d'achat des équipements et leur installation, coûts de service d'ingénierie et imprévus. Les coûts ont été estimés d'après les plans établis dans le cadre de l'étude et les prix unitaires fournis dans les catalogues, et d'études similaires récentes de Bagrépôle. Les conditions suivantes sont supposées :

- L'entrepreneur sera choisi par Appel d'Offre International, les équipements nécessaires à l'exécution des travaux seront fournis par l'entrepreneur ;
- Les équipements, matériels et autres engins nécessaires aux travaux seront exonérés de droit de douane ;
- Les prix unitaires intègrent les charges et les bénéfices de l'entrepreneur.

- **Hypothèses de calcul des quantités et avant métré**

Terrassement :

Les cubatures sont calculées sur la base des plans/profils établis lors de la présente étude par la formule :

$$V_{digue}(m^3) = \frac{(S_i + S_{i-1})}{2}.L(m)$$

Où :

$$S_i(m^2) = P\ (b + mP)$$

Avec :

P(m), b(m), m : respectivement la profondeur, la largeur au plafond, le fruit des talus ;

S : la section de la côte projet ;

V : le volume de terre déblai/remblai

Ouvrage :

Le métré des ouvrages a été fait à partir des plans des ouvrages types. Les différents types d'ouvrages ont été définis et le nombre nécessaire a été estimé.

IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1 Synthèse des études de base

IV.1.1 Etude topographique

L'étude topographique vise à produire un modèle numérique de terrain (MNT) de la zone à aménager. Le MNT ainsi obtenu permet ultérieurement de délimiter les superficies susceptibles d'être irriguées, d'élaborer les modèles de calage hydraulique et enfin de procéder aux calculs des volumes de terrassement. Les travaux topographiques du site de Bagré ont couvert une superficie brute de 220 ha. Une station totale a été utilisée pour réaliser les levés topographiques au 1/2000ème. Ces données brutes ont été traitées et analysées avec les logiciels AutoCAD et Covadis 2007 qui ont permis d'élaborer un plan topographique avec courbe de niveau tous les 25 cm et un modèle numérique de terrain.

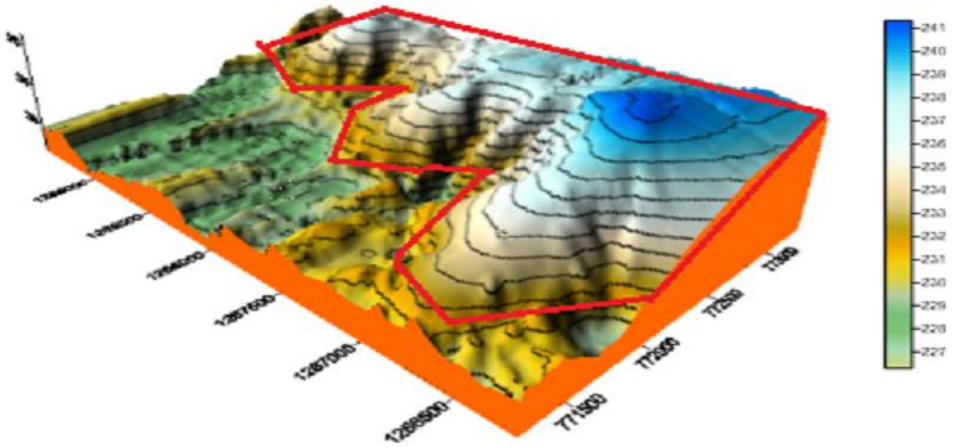


Figure 5: Relief en 3D du site (source: Surfer 11)

Le relief du site (délimité en rouge) est peu accidenté, les altitudes varient entre 227 et 241 m.

IV.1.2 Etudes agro-pédologiques

Classification de sols : SL : sablo-limoneux ; LSA : limoneux-sablo-argileux ; LAS : limoneux-argileux-sableux ; AS : argileux-sableux ; AL : argileux-limoneux ; A : argileux.

Une étude pédologique, en vue de définir le potentiel des sols présents sur le site en tant que support viable pour les cultures, a été conduite par le BUNASOLS sur le site en question. Cette plaine a été prospectée sur une superficie brute de 220 ha. De manière succincte, l'étude a permis d'identifier deux sous-groupes de sol :

- **Les classes d'aptitudes des sols du sous-groupe des sols PEER/B**

- l'unité I constituée de sols PEER/B1 de type LAS (5,91 ha soit 2,85% de la superficie étudiée) à l'horizon (25-35 cm) et l'unité II, constituée de sols PEER/B2 de type AS/Alt (11,35 ha soit 5,47% de la superficie prospectée) à l'horizon (20-60 cm);
- l'unité III constituée de sols PEER/B3 de type AL, série AL/Alt (24,50 ha soit 11,82% de la superficie étudiée) à l'horizon (0-40 cm) et l'unité IV, constituée de sols PEER/B4 de type LAS/ SL, (2,40ha soit 1,2% de la superficie prospectée) à l'horizon (>120 cm).

- **Les classes d'aptitudes des sols du sous-groupe des sols BEPEH** à l'horizon (>120 cm)

- l'unité I constituée de sols BEPEH1 de type LAS ou AS, série-AS (56,63 ha soit 27,33% de la superficie prospectée) et de sols BEPEH2 de type LAS, série AL/Alt (55,64 ha soit 26,85% de la superficie prospectée) ;
- l'unité II constituée de sols BEPEH1b de type LAS, série AS (9,50 ha soit 4,58% de la superficie étudiée) et de sols BEPEH2b de type AL, série AL ou AS (5,78 ha soit 2,78% de la superficie prospectée) ;
- l'unité III constituée de sols BEFH3 de type AL, série AL ou AL/Alt (à inclusion de sols BEHV (34,99 ha, soit 16,88% de la superficie prospectée).

Définitivement en se basant sur **le système d'évaluation des terres de la FAO (réadapté par le BUNASOLS) après aménagement et fertilisation les aptitudes** seront les suivantes :

- les classes d'aptitudes des sols I, II (PEER/B) et la grande partie de l'unité II (9,50ha, BEPEH) seront aptes, voire très aptes (S1) pour toutes les cultures retenues ;
- les classes des sols III, IV (PEER/B) ; et l'autre partie de l'unité II (5,78ha, BEPEH) et la classe d'aptitudes des sols III (BEPEH) seront moyennement aptes (S2) pour le Moringa et pour les plantes à bulbes ou à tubercules (les contraintes ne seront qu'atténuées par les actions d'amélioration des sols), voire très aptes (S1) pour toutes les autres cultures retenues.

Aussi il sied de noter que les alentours de la zone délimitée sont constamment exploités par les riverains pour la riziculture pendant l'hivernage et le maraîchage en campagne sèche. Egalement des études antérieures réalisées dans le voisinage du site avaient obtenu des résultats favorables.

- **Caractéristiques hydriques des sols**

La valeur de l'humidité à la capacité au champ obtenue pour le sol est Hcc = 25%. La valeur de l'humidité au point de flétrissement obtenue pour le sol est Hfp = 15%.Pour la détermination des réserves utilisables et facilement utilisable, la profondeur racinaire est de 1,3 m et le facteur de tarissement pris égal 0,275 (d'après les études agronomiques réalisées sur le Moringa par la Fondation Dreyer). La densité apparente de la terre fait 1,25. Les valeurs ainsi obtenues sont RU = 162,5 mm et RFU = 44,7 mm.

La vitesse d'infiltrabilité de ce sol (de texture fine) limoneux-argileux-sableux est de 4 mm/h (BUNASOLS, 2015).

Figure 6: Sol du site

Cette image réelle du site traduit bien l'état du sol.

Figure 7: Périmètres rizicoles préexistants au voisinage du site

Le canal principal sépare les périmètres rizicoles (à gauche en amont) du site (à droite en aval).

IV.2 Conception de l'aménagement

IV.2.1 Généralités sur le Moringa oleifera

M. oleifera est originaire du nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya. Il a été introduit d'abord en Afrique de l'Est au début du XX^{è} siècle probablement suite à l'importance du commerce et des échanges maritimes durant cette période (Foidl N., 2001).

M. oleifera est un arbre qui est connu sous diverses appellations. En Afrique francophone, le nom le plus général est Nébéday que l'on retrouve plus ou moins déformé dans l'expression anglaise « Never die » qui veut dire ne meurt jamais. Au Burkina Faso, il est appelé « Arzantiiga » en moré.

Toutes ces appellations tendent à montrer les qualités nutritionnelles miraculeuses de l'arbre. Toutes les parties de l'arbre sont commercialisées. Au Burkina Faso, la commercialisation des feuilles et de la poudre de feuilles séchées est la plus développée. Partant de la difficulté de conserver les feuilles, elles sont généralement transformées en poudre et **une valeur ajoutée très importante est créée**.

En 2014, la poudre de **feuilles séchées** de M. oleifera est vendue **dans les pharmacies de PHYTOSALUS à 1080F CFA les 40g** soit **27 000F CFA le kilogramme à Ouagadougou** et **30 000F CFA à Bobo-Dioulasso.** Le M. oleifera demande un sol bien drainé, limoneux, argileux ou sableux, pour avoir une croissante optimale ; elle est adaptable même à la sécheresse donc pas de problème pour notre site.

Tableau 2: Caractéristiques du Moringa *(Dr de Saint Sauveur A, Janvier 2010)*

Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dillenidae
Ordre	Capparidales
Famille	Moringaceae
Genre	Moringa
Espèce	M. oleifera Lamarck
Climat	Tropical ou subtropical
Sols	Tout type de sols : ferralitiques, argileux, sableux sans structure, limoneux.
Mode de culture **Coefficient cultural Kc**	Le semis direct des graines (recommandé) par rapport au bouturage 0,8 avec une profondeur **d'enracinement de 1,3 m**

Figure 8: Processus de transformation du Moringa feuille

La transformation doit avoir lieu immédiatement après la récolte au champ.

IV.2.2 Choix du système d'irrigation

Sur le site expérimental aménagé de 2 ha de Moringa (aux écartements 0,5 m*0,5 m) de l'Association ATB « TOUPOUOR BAON-YEN » un des partenaires de la Fondation Dreyer, une étude de comparaison a été réalisée entre le goutte à goutte et l'aspersion depuis 2011 **(cf. Tableau 4 : Résultats de l'étude sur le site expérimental)**. Il ressort de cette étude que la méthode d'irrigation goutte à goutte permet de réaliser une économie d'eau de 44% par rapport à l'irrigation par aspersion. **L'irrigation goutte à goutte a non seulement la meilleure performance agronomique pour les différents critères d'efficacité étudiés et est moins coûteuse pour la production des feuilles fraîches de Moringa oleifera** (B.Meda, 2011).

Nous adopterons donc **le goutte à goutte avec une disposition rectangulaire de 30 cm à 70 cm soit une densité de 47 286 de plants/ha,** ce qui nous semble acceptable. En effet la

production de feuilles, la **densité des plants/ha** est très élevée jusqu'à **1 000 000 de plants/ha en monoculture** (Foidl N., 2001).

Tableau 3: Avantages et inconvénients des différents systèmes d'irrigation

Systèmes d'irrigation	**Avantages**	**Inconvénients**
Irrigation gravitaire	- Peu coûteux - Insensibilité au vent - Besoin énergétique quasiment nul - Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées - Plantes non souillées.	- Important besoin en main d'œuvre - Pertes importantes en eau par infiltration et par évaporation - Inadéquation aux sols très filtrants - Planage nécessaire des parcelles - Consommatrice de surfaces telles que les canaux et rigoles.
Irrigation par aspersion	- Pas besoin de nivellement préalable de la surface à irriguer - Grande mobilité du dispositif qui peut être rotatif. - Excellente efficience du réseau - Haute économie d'eau et de main d'œuvre par rapport à l'irrigation gravitaire - Possibilité d'arrosage de tout type de sol avec la même efficacité - Peu sensible au bouchage - Absence de structures superficielles (grands canaux....)	- Charges d'exploitation très élevées par rapport à l'irrigation gravitaire - Besoin énergétique important - Consommation importante en eau par rapport à la micro-irrigation - Inadaptation en régions très ventées - Favorise le développement de maladies de cultures - Inadaptation aux sols battants.
Irrigation localisée	- Forte économie d'eau - Excellente efficience du réseau - Excellente production - Réduction de l'évaporation et du ruissellement - Réduction du travail manuel et possibilité d'automatisation - Réduction de la poussée des mauvaises herbes - Réduction des maladies	- Coût globalement élevé - Maintenance rigoureuse face aux risques de colmatage - Nécessité de hautes compétence et technicité (connaissances sur les sols, engrais, cultures, calculs) - Bouchage dû aux engrais et à l'eau impure.

Tableau 4: Résultats de l'étude sur le site expérimental (Fondation Dreyer)

Systèmes d'irrigation	Aspersion	Goutte à goutte
Efficience	70 %	95 %
Economie d'eau	102 m^3/j/ha	53 m^3/j/ha
Rendement	4 616 tonnes/ha	3 696 tonnes/ha
Coût de production	705 F CFA	245 F CFA

IV.2.3 Besoins en eau des plantes

Les données climatiques (Eto, pluies, températures...) sont de la station météorologique **la plus proche et jugée plus fiable: la station de Fada N'Gourma.** L'efficience globale retenue pour le réseau est de 95% compte tenu du système goutte à goutte. Le tableau ci-dessous présente les besoins en eau pour une campagne annuelle de Moringa.

Tableau 5: Besoins en eau d'une campagne annuelle de Moringa

Culture	Moringa											
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Nom de stade	Stade arbre											
Mois	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ET0 (mm/jr)	7.35	8.07	7.77	6.80	5.55	4.17	3.42	3.39	4.10	5.55	6.3	6.71
ETM (mm/jr)	5.88	6.46	6.22	5.44	4.44	3.33	2.74	2.71	3.28	4.44	5.04	5.37
Kr	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Etm loc	5.00	5.49	5.29	4.62	3.77	2.83	2.33	2.30	2.79	3.77	4.28	4.56
Pe(mm/jr)	0.0	0.0	0.0	0.33	1.55	2.31	3.66	6.09	3.60	0.41	0.0	0.0
IRn(mm/jr) ou BN(mm/j)	5.00	5.49	5.29	4.29	2.22	0.52	**-1.34**	**-3.79**	**-0.81**	3.37	4.28	4.56
Volume net (m3/ha)	**1 550.40**	**1 536.80**	**1 638.80**	**1 287.40**	**689.60**	**157.20**	**0**	**0**	**0**	**1 043.40**	**1 285.20**	**1 414.40**

IV.2.4 Adéquation de la ressource avec les besoins

- **Etat des lieux aux alentours du barrage**

Au total, les aménagements actuellement réalisés dépendant du réservoir de Bagré sont tous rizicoles et irrigués par gravité, elles représentent une superficie nette de l'ordre de 4 380 ha dont 1000 ha sont en cours d'exécution répartis comme suit :

- 680 ha en rive gauche exploités en mode paysannat ;
- 1 500 ha en rive gauche destinés au paysannat, et dont 300 ha environ ont été attribués à des exploitants privés ;
- 1 200 ha en rive droite exploités en mode paysannat ;
- 1000 ha en amont du barrage en rive droite.

(Source : Rapport schéma directeur d'aménagement de Bagré SDA, Novembre 2014).

- **Hypothèses et justifications** (cf. Annexe C : Données sur le barrage de Bagré**)**

- La diminution du volume d'eau du barrage est due : aux dépôts solides, aux prélèvements (potentiels usages qui sont les pertes horizontales, le turbinage, l'irrigation, l'élevage) et aux pertes verticales (l'évaporation, l'infiltration) ;
- La production de l'hydroélectricité nécessitera des volumes d'eau moyens similaires à ceux de ces cinq années antérieures (2007 à 2011) ;
- Les 4 380 ha de riziculture irriguée + 200 ha de Moringa : 4 580 ha de culture;
- Les besoins pour l'élevage sont estimés à 1 388 m^3/j soit 43 033 m^3 pour le mois de Décembre;
- Le barrage est plein à la côte PEN 235 au 1er Octobre comme le suggère Bagrépôle.

- **Les logiciels Google Earth et Global Mapper** ont permis de délimiter le barrage et d'obtenir les correspondances Côtes-Surfaces (cf .Annexe D) pour le tracé de la courbe Hauteur-Volume avec Excel 2010.

Tableau 6: Estimation des usages actuels de l'eau de Bagré

Besoins agricoles	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1 ha de riz (m^3)	2 622	2 599.00	2 771.50	2 246.20	1 498.00	744.7	0	0	335.3	1851.8	2173.5	2392
1 ha de Moringa (m^3)	1 771.5	1 743.68	1 864.55	1 490.16	865.39	300.47	0	0	0	1 237.82	1 563.00	1 711.06
Avec 4380 ha de riz (hm^3)	11.48	11.38	12.14	9.84	6.56	3.26	0	0	1.47	8.11	9.52	10.48
Avec 200 ha de Moringa (hm^3)	0.354	0.349	0.373	0.298	0.173	0.060	0	0	0	0.248	0.313	0.342
Besoins animaux (hm^3)	0.043	0.039	0.043	0.042	0.043	0.042	0.043	0.043	0.042	0.043	0.042	0.043
Volumes turbinés non réutilisés (hm^3)	**100.33**	**95.90**	**101.89**	**101.30**	**92.46**	**81.29**	**85.17**	**128.51**	**148.78**	**144.90**	**136.02**	**133.32**
Total des prélèvements (hm^3)	**112.21**	**107.67**	**114.44**	**111.47**	**99.24**	**84.65**	**85.22**	**128.55**	**150.29**	**153.30**	**145.89**	**144.18**
Perte par infiltration (mm)	62	56	62	60	62	60	62	62	60	62	60	62
Perte par évaporation (mm)	185.98	193.55	214.99	207.87	194.25	163.00	139.34	121.27	122.73	147.97	167.06	177.14
Total Evapo. + infil. (m)	**0.25**	**0.25**	**0.28**	**0.27**	**0.26**	**0.22**	**0.20**	**0.18**	**0.18**	**0.21**	**0.23**	**0.24**
Dépôts solides (hm^3)	**0.78**											

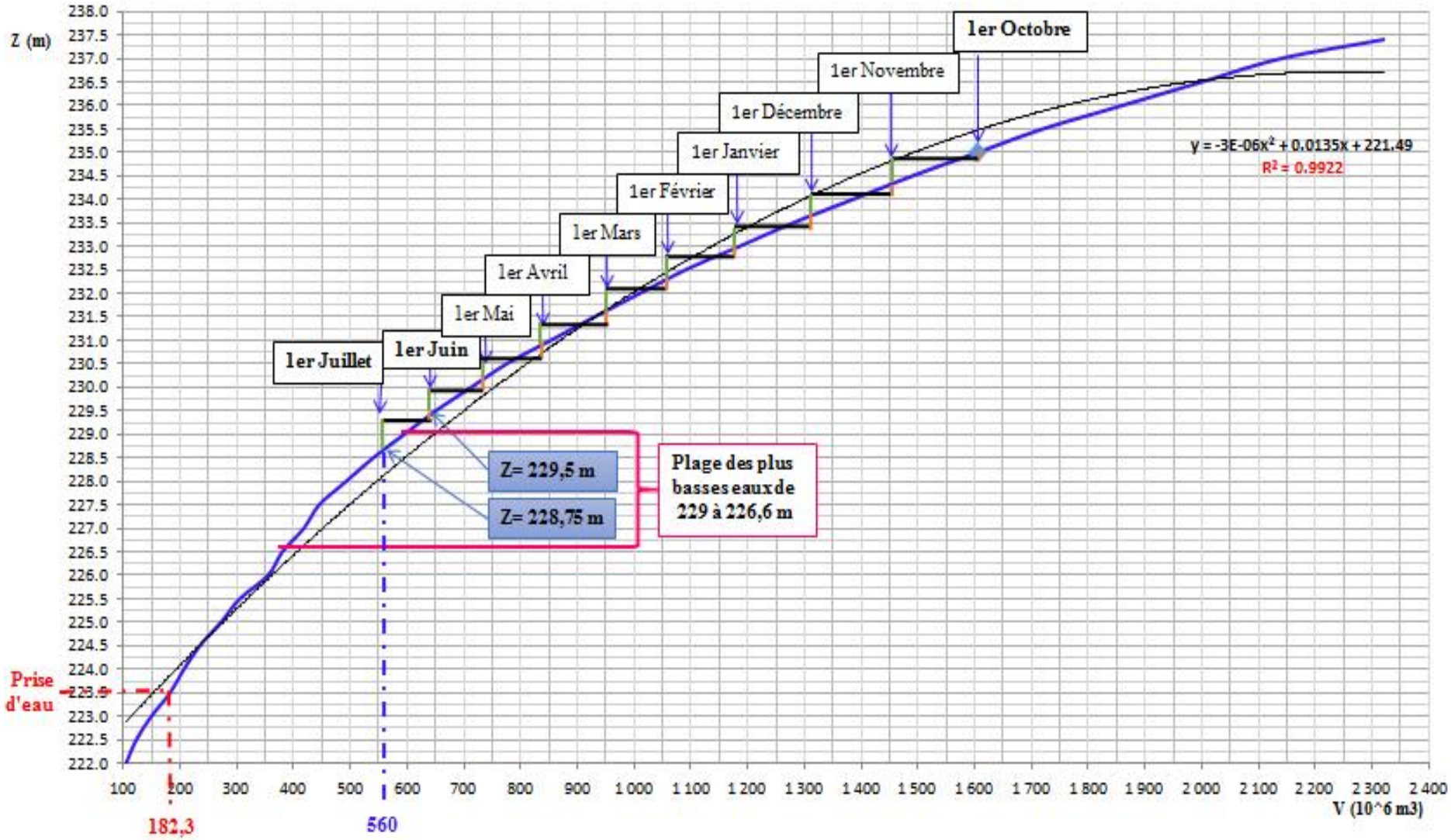


Figure 9: Courbe d'exploitation du barrage

La courbe d'exploitation permet de constater que le niveau de l'eau du barrage sera entre les côtes 229,5 m (1er Juin) et 228,75 m (30 Juin) avec un volume minimal en stock de 560 hm^3. Ces résultats confirment les données de la SONABEL qui stipulent que les plus basses eaux depuis la mise en fonctionnement du barrage varient entre les côtes 226,60 et 229,0 m. Il faut noter que c'est à partir du mois de Juillet que le niveau de l'eau du barrage remonte à cause des apports pluviaux. La côte minimale de turbinage étant 226.70 m et que la côte des plus basses eaux qui a été déterminée est 228,75 m, également la côte de calage des prise est de 223,5 m, alors nous pouvons **conclure que tous les besoins en eau seront largement satisfaits même avec une future augmentation significative des superficies irriguées, sauf en années sèches.**

- **Recommandation**

Au regard de la situation analysée ci-dessus, en année sèche, malgré la limitation du turbinage, ces niveaux seront atteints plus tôt dans la saison : le niveau 226,60 sera atteint fin Avril et l'abaissement du plan d'eau du réservoir sera plus rapide. Le turbinage sera arrêté de mi-avril jusqu'à la deuxième quinzaine de Juin pour laisser uniquement place à l'irrigation. Il sera nécessaire que les usagers de l'eau se concertent pour planifier les besoins en fin septembre de chaque année en fonction du niveau de l'eau dans la retenue à l'après saison pluvieuse et surtout lorsque tous les 30 000 ha seront mis en valeur.

IV.2.5 Organisation de l'irrigation

- Le tour d'eau retenu est de 3 jours ;
- La dose brute : Elle est égale 21,80 mm ;
- **Les débits d'équipement** initial et **réel** sont **respectivement de 1,35** et **2 l/s/ha.** Ces valeurs sont bien dans l'intervalle limite recommandé **qe á 2 l/s/ha** (A.Keita, Localised Irrigation, 2015)**.**
- Nombre de jours et durée d'irrigation

L'irrigation se pratiquera 4 jours dans la semaine et la durée d'irrigation retenue pour les calculs est de 15 heures par jour. **Le mercredi, le samedi et le dimanche** sont des journées libres consacrées à **la maintenance et entretien de la station de pompage et du réseau et plus précisément à l'accumulation d'énergie du champ photovoltaïque**.

- Unité parcellaire

Elle est de 1 ha. Cependant vue les contraintes topographiques, certaines parcelles en bout des secondaires ont moins de 1 et 0,5 ha.

- Quartier hydraulique (poste de 0,5 ha)

Pour un débit d'équipement de 2 l/s/ha. Cependant la superficie réelle qui est irriguée par poste à partir de chaque porte-rampe (véhiculant une main d'eau de 3,96 l/s) est de 2 ha au maximum.

- Un secteur hydraulique

Il est défini par la superficie irriguée par une conduite secondaire. Il est variable dans le cas présent entre 4,53 et 9,5 ha à cause des contraintes topographiques.

Tableau 7: Calcul des doses

Mois	Février
Jour (Mois)	28
Kc	0.8
ET0 (mm/jr)	8.07
ETMax (mm/jr)	6.46
Kr	0.85
Etm loc	5.49
Pe(mm/jr)	0.0
IRn(mm/jr) ou BN(mm/j)	5.49
Volume net (m3/ha)	1 536.80
Ea	0.95
LR (mm/j)	0.45
Irg (mm/j)	6.23
Volume brut (m3/mois)	1 743.68
RU (mm)	162.50
p (Facteur de tarissement)	0.275
Dp (mm)(Dose pratique)	44.69
F (j)	8.14
T (j)	3
Dr (mm) (Dose réelle pr 3jr)	16.47
Dr (mm) (Dose réelle pr 3.5jr)	19.21
pr (Facteur réel)	0.12
Db (Dose brute) pr 3jr	21.57
Db (Dose brute) pr 3.5jr	21.80

Tableau 8: Calendrier d'arrosage

Culture	**Moringa**											
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Jours (mois)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Db Dose brute (mm)	20.00	21.80	21.05	17.39	9.77	3.51	Besoins compensés par les pluies			12.40	15.78	16.81
Pe (mm/h)	**2.86**	**2.86**	**2.86**	**2.86**	**2.86**	**2.86**				**2.86**	**2.86**	**2.86**
Durée théorique (h)	6.99	7.50	7.36	6.08	3.42	1.23				4.34	5.52	5.88
Durée pratique	***7 h***	***7 h 30 mn***	***7 h 30 mn***	***6 h***	***3 h 30 mn***	***1 h 15 mn***				***4 h 30 mn***	***5 h 30 mn***	***6 h***
Matin/1er poste	7h30-14h30	7h-14h30	7h-14h30	7h-13h	7h30-11h	7h30-8h45				7h-11h30	7h30-13h	8h-14h
Soir/2è poste	14h35-21h35	14h35-22h05	14h35-22h05	13h05-18h05	11h05-13h55	8h50-10h05				11h35-16h05	13h05-18h35	14h05-20h05
Semaine: jours irrigables en vert	Lundi		Mardi	Mercredi		Jeudi	Vendredi			Samedi	Dimanche	

IV.2.6 Tracé de l'aménagement

Le découpage du périmètre a été imposé par la morphologie du terrain. Le tracé des conduites a été réalisé en se fondant sur les principes d'aménagement suivants :

- les conduites de desserte doivent cibler les crêtes ou, à défaut, être perpendiculaires aux courbes de niveau (cf. PLAN DE L'AMENAGEMENT);
- les colatures doivent cibler les zones de dépression ou points bas (cf. PROFILS EN LONG DES CONDUITES ET DES DRAINS).

La mise en application de ces principes a permis d'établir le schéma général d'aménagement. La superposition de ce schéma sur la carte d'aptitude des sols à l'agriculture irriguée a permis de délimiter les zones de cultures irriguées.

IV.2.6.1 Le réseau d'irrigation

- **La conduite principale et les secondaires**

La conduite principale part de la station de pompage et conduit l'eau dans les conduites secondaires qui partent vers les conduites tertiaires ou porte-rampes. La principale est en PVC PN10 et les secondaires en PVC PN6. Elles sont enterrées à 1 m de profondeur de façon à permettre le travail des engins agricoles. Le fond de la tranchée sera tapissé de sable sur 10 cm d'épaisseur (cf. Annexe H : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les secondaires et le principale).

L'axe sera balisé par des bornes tous les 100 m et aux changements de direction. Les caractéristiques hydrauliques des conduites, dont le détail de calcul figure en annexe 4**.**

- **Les porte-rampes**

Elles sont alimentées par les conduites secondaires en milieu de parcelle tous les 100 m grâce à un Té. La porte-rampe est divisée en deux tronçons de 50 m maximum pour chaque parcelle, chaque tronçon est alimenté par une vanne automatique. Le diamètre est fonction des tronçons 75, 63 ou 50 mm (cf. Annexe G : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les porte-rampes).

- **Les lignes de goutteurs**

Les lignes de goutteurs sont branchées sur les portes lignes tous les 0.70 m. Elles sont en PVC PN4, de diamètre externe 16,5 mm, de diamètre interne 16,1 mm (cf. Annexe F : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les rampes les plus défavorables).

Choix du matériel d'irrigation

Le choix des goutteurs doit être effectué de manière à ce que l'arrosage ne génère pas de ruissellement. La pluviométrie (2,86 mm/h) des goutteurs devra être inférieure à la vitesse d'infiltration du sol 4 mm/h. Cette condition est bien vérifiée.

Les choix ont été effectués dans le catalogue NETAFIM® 2015. Nous nous sommes exclusivement focalisé sur **les goutteurs anti-siphon avec régulation de pression dit autorégulant,** afin d'assurer **un débit uniforme sur la ligne pendant l'arrosage** malgré **la variation de pression** et **d'empêcher les eaux d'y entrer (système antiretour)**.

Le goutteur est de type STREAMLINE™ 16080 FLAP TURBULENT de pression nominale variable 0,7 à 1 bar et de débit nominal 0,6 l/h. Le dimensionnement des rampes a été fait avec 7 mce comme pression de service.

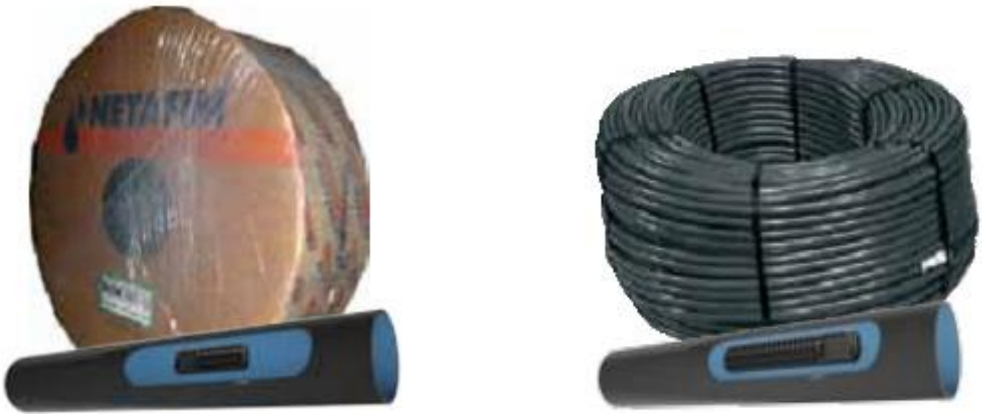


Figure 10: Rouleaux de rampe de 16,5 mm

Ce sont les rouleaux (emballé et nu) de rampes à goutteurs intégrés de 16,5 mm (Netafim, 2015).

Tableau 9: Caractéristiques des conduites

Conduites	Surf. Irrig (ha)	Débit (l/s)	DN (mm)	Longueur (m)	Dcum (m)	Pres. Serv (mce)
CP1, PN10	**72.16**	144.32	400	150.00	150.00	12.62
		124.54	400	200.00	343.49	
		98.00	315	250.00	551.56	
		64.00	315	200.00	759.62	
		27.00	200	168.12	968.12	
CS1.1, PN6	5.36	10.72	110	100	100	9.23
		6.72	90	100	200	
		2.72	63	50	250	
		2.72	50	4.07	254.08	
CS1.2, PN6	4.53	9.06	110	100	100	8.87
		5.06	110	100	200	
		1.06	110	37.368	237.368	
CS1.3, PN6	6.59	13.18	125	100	100	10
		9.18	90	100	200	
		5.18	75	100	300	
		1.18	50	35.584	335.584	
CS1.4, PN6	6.68	13.36	125	100	100	10.36
		9.36	110	100	200	
		5.36	90	100	300	
		1.36	50	48.114	348.114	
CS1.5, PN6	8	16.00	140	100	100	9.35
		12.00	125	100	200	
		8.00	110	100	300	
		4.00	63	56.098	356.098	
CS1.6, PN6	9	18.00	140	100	100	9.4
		14.00	125	100	200	
		10.00	110	100	300	
		6.00	90	100	400	
		2.00	75	66.128	466.128	
CS1.7, PN6	9.5	19.00	160	100	100	9.42
		15.00	140	100	200	
		11.00	110	100	300	
		7.00	90	56.11	356.11	
		3.00	75	93.884	449.994	
		2.00	63	8.249	458.243	
CS1.8, PN6	9	18.00	140	100	100	9.64
		14.00	125	100	200	
		10.00	110	100	300	
		6.00	90	100	400	
		2.00	50	66.12	466.12	
CS1.9, PN6	8.5	17.00	140	100	100	9.45
		13.00	125	100	200	
		9.00	110	100	300	
		5.00	75	100	400	
		1.00	50	33.119	433.119	
CS1.10, PN6	5	10.00	110	100	100	9.37
		6.00	90	100	200	
		2.00	63	61.061	261.061	
Porte-rampe	0.5 au maxi	3.97	75	10	10	8 à 9
		3.17	75	10	20	
		2.38	63	10	30	
		1.59	50	10	40	
		0.79	50	10	50	

IV.2.6.2 La station de pompage

❖ **Choix de la pompe**

La HMT calculée vaut 40 m, la pompe doit avoir les caractéristiques minimales **(Q=144.32 l/s ; HMT= 40 m)**. Nous optons donc pour deux pompes électriques (dont une de réserve) de caractéristiques (Grunfos, 2012) (cf. Annexe D : Caractéristiques de la pompe Grunfos):

Tableau 10: Caractéristiques de la motopompe

Nom de la motopompe	GRUNFOS
Type de la motopompe	NK250-500, 50 Hz, 970 min^{-1}
HMT au point de fonctionnement	40 m
Débit au point de fonctionnement	520 m^3/h
Rendement	78 %
Puissance requise	80 Kw

- Après calcul, l'on a **NPSH dispo =7,42 m [NPSH requis = 3,6 m + (3,5 m)** donc il n'y aura pas de risque de cavitation la pompe fonctionnera sans dégradation de ses performances même si la station était calée à 3 m plus haut de sa côte actuelle 232 m.
- Après calcul, l'on a $(HMT + \Delta H) = 83\,m < (PFA = 100\,m)$ donc l'on n'y aura pas de coup de bélier sur la conduite de refoulement.

❖ **La station de pompage** est composée des éléments suivants (cf. Annexe E : Options des sources d'énergie ; Annexe I : Dimensionnement de la motopompe) :

- Prise sur canal
- Conduite d'amenée
- Puisard de pompage
- Abris des pompes
- Champs solaire avec protection et convertisseurs
- Système de filtration à sable
- Système de filtration à disque
- Regard de mise au sol de la conduite principale

- La prise sur canal principal est faite par le biais d'un regard en béton armé coulé en ados sur le béton du dit canal. Il est profond de deux mètres et communique avec le canal grâce à une conduite en fonte munie d'une vanne, son côte de fond est de 230,14 m. Cette

disposition permet d'isoler l'ouvrage du système hydraulique du canal. Le regard est large de 1 m avec une épaisseur de 20 cm. Elle est couverte d'une dalle.

- La conduite d'amenée en PVC PN6 de diamètre DN250 et de longueur 25 m part du fond du regard alimenté par le canal, traverse la piste, la diguette et la colature pour aboutir au puisard de pompage.
- Le puisard de pompage est disposé sur l'axe de la conduite d'amenée. C'est un ouvrage en béton armé de 1.5 m et profond de 3 m soit 1 m plus bas que le regard de prise, sa côte de fond est de 229,14 m. Il reçoit la pompe qui refoule l'eau vers les filtres à sable puis les filtres à disques. L'eau ainsi filtrée part dans le réseau pour irriguer les plantes.
- L'abri des pompes est une maisonnette avec toiture et ouvertures en matériaux définitif de 4 m et haut de 3 m. Il est situé sur les axes de la conduite et du puisard. Le sol sera dallé de béton et les assises des groupes abritées seront en béton armé d'épaisseur supérieure au dallage. La station est calée à la côte 232 m.
- Un champ de panneaux solaires avec protection en maçonnerie de parpaings de 15 sera réalisé. **Ce champ sera composé de 871 panneaux de 327 w, de régulateurs 300A, de 25 packs de batteries 48V 3 500Ah et de convertisseurs.**

Figure 11: Système photovoltaïque

Là nous avons les images d'un champ solaire constitué de panneaux PV à perte de vue à gauche puis le local technique à droite où sont entreposés les accumulateurs.

- Le système de filtration à sable est un ensemble de quatre appareils de débit conforme au sous périmètre alimenté. C'est un premier niveau de filtration qui améliore la qualité physique de l'eau.
- Le système de filtration à disque est un ensemble de huit appareils faits de disques compilés qui filtrent l'eau à un second niveau de qualité (80 micron) acceptable par les goutteurs.
- Le regard de mise au sol de la conduite principale est situé du côté du périmètre et permet aux conduites aériennes en fonte d'entrer dans le sol et de passer en PVC PN6.

IV.2.6.3 Le réseau de drainage

Les drains pour le périmètre goutte à goutte n'est pas indispensable à priori : les exploitants ne gaspillent pas l'eau pompée. Les excédents de pluie coulent tout naturellement vers les points bas dans les rigoles et sillons des travaux de culture : les conduites étant enterrées, elles ne gênent pas le drainage naturel. Néanmoins, un réseau de drainage a été prévu notamment les colatures de ceintures qui se jettent dans la colature de ceinture du canal primaire, les drains internes qui canalisent les eaux pluviales dans la même colature de ceinture. Ils sont réalisés par déblai dans le terrain naturel avec des talus de 1/1(cf. Annexe J : Dimensionnement des drains).

Tableau 11: Critères de dimensionnement des drains

Désignation	**Valeurs usuelles de projet**
Coefficient de rugosité Ks	30
Vitesse (m/s), vue la texture du sol	0,5 à 1,5
Revanche (cm)	10
Crue de projet	105 mm
Largeur au plafond (cm)	20 et 60
Fruit de berge m	1

Un module d'assainissement de 12,15 l/s/ha est retenu pour le dimensionnement des drains internes. Pour les drains externes, une bande de 50 m est susceptible d'alimenter la colature

pour chaque tronçon de 100 m soit un débit de 0,18 m^3/s. Les vitesses élevées sont remarquées aux derniers tronçons vu le cumul de débits à ces niveaux.

Les drains sont calés à la côte projet de fond **Cp = Z_{TN}-Hauteur totale (cf. PROFILS EN LONG DES CONDUITES** ET DES DRAINS**),** se référer à **l'**Annexe K : Cubature des drains**.**

L'on se rend compte que les exploitants peuvent réaliser eux-mêmes les drains internes à cause de leurs faibles dimensions.

Tableau 11: Dimensions constructives des drains

Désignation	**Drains internes du côté de CS1.1**	**Drains internes du côté de CS1.2**	**Colatures**
Pente longitudinale I (%)	0,4 % à 1,18 %	0,11 % à 1,47 %	1,10 % et 1,46 %
Tirant d'eau max y (cm)	20	20	70
Vitesse (m/s)	0,15 à 0,36	0,12 à 0,36	0,15 à 1,44
Revanche R (cm)	10	10	10
Hauteur totale Ho (cm)	30	30	80
Largeur au plafond B (cm)	20	20	60
Largeur en gueule L (cm)	80	80	220 et 230

IV.2.6.4 Réseau de circulation

Les pistes de circulation sont nécessaires afin que l'accès à chaque parcelle soit aisé et que les exploitants n'aient pas accès à leur parcelle en traversant la parcelle d'un autre et pour faciliter l'accès aux engins. En effet traverser la parcelle d'un autre exploitant peut susciter des conflits du fait que les cultures risquent d'être écrasées ou abimée.

Ainsi il sera réalisé une piste de 3 m de large qui ceinture le périmètre et une piste principale de 7 m le long de la conduite principale revêtue de 20 cm de latérite, des pistes secondaires de 5 m de large revêtue de 15 cm le long des conduites secondaires et des pistes tertiaires non revêtues larges de 2 m pour desservir les parcelles.

IV.2.6.5 Ouvrages divers

- L’exutoire des drains sera protégé par un enrochement pour limiter l’érosion et stabiliser le drain lui-même. Ces enrochements seront fixés par des ancrages en béton de 20 cm d’épaisseur et profond de 40 cm. La côte supérieure de la protection sera arasée à celle du drain.

- Les franchissements de drains sur conduites seront traités par revêtement en béton des parois du drain sur une épaisseur de 10 cm tout comme le revêtement des canaux trapézoïdaux.

- Dans le but d'éviter de grands détours aux personnes qui circulent dans le périmètre, au droit des intersections pistes-colatures il est prévu des passerelles pour piétons sur les colatures. L’ouvrage est constitué d’une simple dalle en béton armé de 2,6 m de large, enjambant le canal dans le sens transversal. Aucun appui sur le revêtement du canal n’est toléré.

- Au droit des passages de conduites sous les talwegs, il sera réalisé une protection contre l’érosion en béton ancré dans le lit à l’aval immédiat de la conduite. Le béton sera épais de 20 cm et profond de 40 cm. Il traversera le plafond du talweg et les berges.

- Les aires de séchages des matières fraîches ;

- Le magasin de stockage des produits de récoltes et servant de local pour les batteries.

Figure 12: Plan masse de l'aménagement

Ce dessin est un plan de masse de l'aménagement, la station se trouve en tête de réseau.

Figure 13: Réseau de drainage

Cette image présente bien le réseau d'assainissement du périmètre, les drains internes en rouge et les colatures de ceinture en marron.

IV.2.7 Planning d'exécution, entretien et gestion du périmètre

- **Planning d'exécution**

Le planning de réalisation des travaux est un diagramme de Gant qui s'étale sur une durée contractuelle de 6 mois. Le consultant chargé du contrôle devra établir des procès-verbaux sur l'état d'avancement des travaux lors des réceptions provisoires et définitives.

- **Travaux d'entretien du périmètre**

- La crépine d'aspiration

Elle est à nettoyer dès que la différence de pression entre le barrage et le puits se fait ressentir.

- Les émetteurs, les rampes et porte-rampes

Les distributeurs du réseau sont sensibles au colmatage qui ne se manifeste pas brusquement sur l'ensemble du réseau. Le colmatage est lent, progressif et irrégulier au cours des campagnes d'irrigation entrainant ainsi une baisse de débit et une mauvaise répartition de l'eau sur la parcelle : les particules filtrées créent des pertes de charges au sein des filtres, ce qui s'exprime par une chute des pressions entre l'entrée et la sortie du filtre. Les goutteurs peuvent se colmater par formation de dépôts calcaires.

Par conséquent, les filtres en entrée de réseau sont à nettoyer dès que la différence de pression est proche de celle fixée par le fabricant. Aussi, faut-il installer des manomètres, avant et après filtration de l'eau.

Pour une bonne maintenance des réseaux, nous préconisons :

Un contrôle des variations de débit doit être fait grâce à un compteur monté en tête du réseau. Ainsi on pourra contrôler le volume distribué en une heure. Il est aussi important de vérifier que les émetteurs ne soient pas obstrués.

- Les rampes et porte-rampes sont à purger régulièrement afin d'éliminer les particules accumulées au sein de ces conduites.
- Afin de dissoudre ces concrétions, il est conseillé d'injecter de l'acide nitrique pendant 20 minutes dans le réseau d'irrigation, **de sorte à ce que l'eau sortant des distributeurs présente une concentration de 0,5 % d'acide nitrique.** Cette injection d'acide nitrique est suivie d'un rinçage à l'eau claire pendant 10 minutes. Afin d'éviter les projections d'acide, ne jamais verser de l'eau dans l'acide !!! Toujours verser l'acide dans l'eau. Cet entretien sera trimestriel et sera aussi effectué au début et à la fin de chaque saison.

Plusieurs actions sont en vue nettoyage et fauchardage deux fois par an sur les drains qui sont susceptibles d'envasement afin de permettre à l'eau de bien s'écouler, déblai ou curage du fond des drains, cantonnage pour maintenir en bon état les remblais des pistes en bouchant les trous des ravines avec de la latérite. Concernant le champ solaire, les modules seront régulièrement nettoyés, un technicien vérifiera aussi les installations au moins une fois par mois et interviendra urgemment en cas d'actes de sabotage ou de vandalisme.

- **Gestion du périmètre**

Une gestion participative du réservoir de Bagré, organisée par le CLE (Comité Local de l'Eau) en collaboration étroite avec la SONABEL et Bagrepôle, permettra de prévoir les prélèvements autorisés de chaque usager sur toute la saison sèche donc jusqu'au 1er juillet suivant. Pour une meilleure durabilité des ouvrages et assurer une bonne entente entre les exploitants il sera mis en place des comités locaux de gestion : tels les OUEA (Organisation des Usagers de l'Eau Agricole). Ces comités bien formés ou aiguadiers se chargeront de l'organisation, de l'entretien et de la réglementation ainsi que des sanctions à appliquer en cas de non-respect, en d'autres termes les tâches quotidiennes.

Activités	Mois 1				Mois 2				Mois 3				Mois 4				Mois 5				Mois 6			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Installation générale																								
Amené du matériel																								
Installation de la base vie provisoire de l'entreprise																								
Implantation des réseaux (Irrigation et pistes)																								
Travaux de terrassement (Fouilles pour puisard, abri de station, conduites et lit de sable)																								
Réalisation des ouvrages en BA dosé à 350 kg/m3																								
Génie civil de la prise (BA pour regard de prise/puisard)																								
Génie civil de la station (fondation en béton cyclopéen, maçonnerie, enduit)																								
Pose du réseau d'irrigation avec remblai de tranchée																								
Réalisation des drains (déblai, perré sec, dallettes)																								
Installation du champ photovoltaique+maçonnerie																								
Installation des différents équipements de la station																								
Essai interne des différentes installations																								
Reception provisoire & Repli du matériel																								

Figure 14: Chronogramme d'exécution des travaux

IV.2.8 Notice de l'étude d'impact environnemental et social

❖ **L'évaluation des risques et la proposition de mesures pendant la phase de réalisation des travaux d'aménagement du périmètre**:

Les risques durant la phase travaux sont pour l'essentiel liés :

• aux risques d'accident sur le chantier, aussi bien pour le personnel susceptible d'intervenir sur le chantier, que les riverains aux abords des chantiers ;

• aux risques liés à la présence d'une base vie ;

• à la survenue d'une pollution accidentelle ;

• à la prolifération des déchets.

De façon générale, les mesures détaillées ci-dessous viennent en complément des dispositions généralement prises par les constructeurs de matériels mais aussi l'entreprise qui sera sélectionnée pour réaliser les opérations.

Préalablement au chantier, le personnel travaillant sur les sites aura été formé et sera habitué à la réalisation de tels travaux. Toute personne devra respecter les consignes qui lui auront été transmises, notamment de se tenir et de circuler hors des zones d'action des engins.

- **Les risques d'accidents**

Ils font partie des risques les plus importants pendant la période de chantier considérant les déplacements nécessaires pour la réalisation des ouvrages, les approvisionnements du chantier ou encore les prélèvements en zones d'emprunts. Ces risques concernent plus spécifiquement le personnel qui intervient sur le chantier mais aussi les riverains, en particulier ceux localisés à proximité du chantier.

La réduction des risques d'accidents conduit à proposer un maximum de séparatif entre les itinéraires de chantier et ceux empruntés par les riverains. Il est par conséquent important de procéder avant le démarrage même du chantier à l'identification des itinéraires, au besoin à la réalisation de voies spécifiques ou de déviations temporaires. Dans tous les cas, une remise

en état des axes existants et des terrains utilisés, devra être réalisée par l'entreprise attributaire à la fin du chantier.

De manière générale, la réduction de ces risques est étroitement dépendante du comportement individuel. Des consignes (si nécessaire une formation) en matière de conduite, limitation de vitesses de circulation, respect des distances de sécurité devront être dispensées aux opérateurs en début de chantier. Par ailleurs, un piquetage du chantier, soit des voies spécifiques, des emprises de travaux, de la base vie (logements et aires associées) devra être réalisé. Cet espace ainsi délimité, correspondra à une interdiction d'accès au public pendant la réalisation du chantier.

- **Les risques liés à la présence d'une base vie**

On a vu que le volume de travaux nécessite de mettre en œuvre une base vie qui comprendra notamment des bâtiments pour le logement des ouvriers, ainsi que des aires pour l'entrepôt des matériaux, l'approvisionnement et l'entretien des véhicules. Les risques liés à ces installations concernent :

• la pollution des eaux et des sols, du fait : des opérations d'entretien et d'approvisionnement, et de l'absence de dispositifs de traitement des eaux usées ;

• la gestion des déchets produits par le personnel et dans le cadre des activités du chantier ;

• une pression accrue sur les ressources de proximité: prélèvements d'eau accrus, augmentation du braconnage (en cas de présence d'une faune résiduelle), augmentation des prélèvements en bois

Les mesures de réduction en ce qui concerne les opérations d'entretien et d'approvisionnement nécessitent de mettre en œuvre des aires de stockage les plus étanches possible. Le sable et sciure souillés seront mis en container et suivant les cas, évacués en décharge adaptée ou enfouis dans une zone contrôlée.

En ce qui concerne le traitement des eaux sanitaires, un dispositif d'assainissement de type fosse septique et puits perdu avec désinfection régulière avec de la chaux devra être proposé et installé par l'entreprise attributaire du marché.

En outre, l'entreprise devra prévoir un bassin de décantation pour les eaux de lavage des équipements du chantier au sein même de la base vie. Le dispositif devra dans la mesure du possible prévoir une utilisation des eaux en circuit fermé.

Toutes les activités de type chasse, pêche, braconnage, prélèvement en bois, prélèvement d'eau (la base-vie de l'entreprise devra être autonome en matière d'approvisionnement en eau potable) seront strictement interdites. Le respect de ces interdictions est toutefois largement dépendant du bon ravitaillement et d'un bon équipement de la base vie.

- **Les risques de pollution accidentelle des eaux et des sols**

Ce type d'impact est par définition imprévisible, involontaire et peut donner lieu à des déversements d'hydrocarbures, d'huiles usagées, ou éventuellement de solvants utilisés sur le chantier Sur ce type de chantier, ces risques de pollution sont principalement liés à la collision d'engins, aux incidents d'approvisionnement ou encore aux défauts d'entretien. On ajoutera les risques de pollution liés à l'absence ou dysfonctionnement de dispositifs d'assainissement des eaux en provenance de la base vie.

Des mesures préventives et la définition d'un protocole d'intervention doivent permettre de limiter ces risques, dont le niveau peut s'avérer important à proximité des ressources en eau prélevées par les habitants.

Parmi les mesures à mettre en œuvre pour circonscrire l'accident, on peut notamment citer :

• l'enlèvement immédiat de terres souillées,

• l'utilisation des techniques de dépollution des sols et des nappes dans les zones à faible coefficient de perméabilité pour bloquer la progression de la pollution et résorber celle-ci (réalisation d'un piézomètre de contrôle et analyses d'eau en différents points) ;

• la mise en place de barrière hydraulique si le polluant atteint un écoulement superficiel ;

• la dépollution des eaux de ruissellement par écrémage, filtrage avant rejet dans le milieu naturel (utilisation de kit de réponse anti-déversement).

Dans le cas d'une dégradation avérée de la ressource souterraine (notamment dans le cas d'une ressource servant à des prélèvements pour l'eau potable), les mesures d'urgence

peuvent nécessiter la mise en place d'un secours en alimentation au moins pendant la durée des travaux.

- **Les risques de prolifération de déchets**

Ce chantier ne doit pas générer de déchets importants. L'essentiel des déchets émis concerne la vie du chantier : déchets ménagers classiques ou déchets issus des opérations de maintenance mécaniques ou encore de l'approvisionnement des véhicules. La prise en compte de la gestion des déchets s'avère particulièrement importante dans un contexte où la présence de site de dépôt ; de stockage est pratiquement inexistante.

- **Les mesures proposées concernent :**

• la mise en œuvre d'un tri sélectif des déchets (séparation au minimum entre les inertes – souillés ou pas, les huiles, les hydrocarbures, les solvants, les métaux, les plastiques, les putrescibles issus généralement des « déchets ménagers »)

• la mise en place de dispositifs de collecte des déchets (conteneurs, poubelles) ou d'aires, répartis sur le chantier ;

• le nettoyage permanent du chantier, des installations et des abords,

• l'élimination des déchets par une filière adaptée, selon leur nature.

En outre, l'entrepreneur rédigera un Schéma d'Élimination des Déchets qui sera annexé à son PAE (Plan d'Assurance Environnement). Ce Schéma d'Élimination des Déchets doit :

• Identifier l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits par les divers travaux, installations et activités,

• Indiquer précisément le dispositif de collecte des déchets mis en place sur le chantier, ainsi que le type de conditionnement,

• Préciser les filières d'élimination projetées.

Les niveaux de gestion des déchets sont les suivants, sachant que les solutions recherchées sont en priorité, et dans la mesure du possible, celles de plus faible niveau :

• Niveau 0 : réduction à la source de la quantité et de la toxicité des déchets produits (technologie propre).

• Niveau 1 : recyclage ou valorisation des déchets,

• Niveau 2 : traitement ou prétraitement des déchets : traitements physico-chimiques, désintoxication, évapo incinération, incinération.

• Niveau 3 : mise en décharge.

L'Entreprise sera contrainte de réaliser une gestion de niveaux 0 ou 1. Ce dernier niveau sera atteint lorsque la valorisation des déchets s'avèrera possible et rentable. Ces opérations seront réalisées par l'Entreprise en charge des travaux ou par une société spécialisée extérieure, selon les cas.

❖ **L'évaluation des risques et la proposition de mesures pendant l'exploitation du périmètre irrigué**

Les risques professionnels ou technologiques pendant la phase d'exploitation du périmètre irrigué concernent essentiellement l'utilisation exagérée des produits phytosanitaires et le risque de surverse et de développement de plantes envahissantes.

- **Une utilisation exagérée de produits phytosanitaires**

La mise en œuvre du projet peut faire appel à l'utilisation de produits nouveaux dont la manipulation en l'absence de précautions, peut s'avérer dangereuse pour la santé humaine et son environnement. Certains comportements peuvent donc conduire à accroitre le risque de contamination du personnel et du milieu par les matières actives qui peuvent être utilisées dans le cadre du projet.

- **Les impacts positifs prévisibles**

Les impacts potentiels positifs du projet s'articuleront principalement autour des avantages économiques qui auront à court et à long terme des effets positifs sur le milieu social. Sur le plan local et régional, le projet aura des impacts positifs sur l'emploi, la formation, le

paiement de redevances, de taxes, l'achat de biens et services fabriqués ou vendus sur le territoire national, l'amélioration des conditions nutritionnelles et de vie des populations.

❖ **Mesures de bonification/accompagnements**

Une série de mesures d'atténuation et de compensation pour les risques négatifs (mentionnée plus haut) et de bonification pour ceux positifs ont été proposées dans le cadre des recommandations de la présente étude avec même à l'appui **un plan de gestion environnementale et sociale d'un coût de cent soixante-dix millions (170. 000.000) de francs CFA proposé pour maîtriser, atténuer, éventuellement compenser les conséquences dommageables pendant les travaux et l'exploitation du projet**.

Ces mesures d'atténuation concernent les conditions atmosphériques, pollutions liées à l'utilisation des fertilisants et des produits phytosanitaires, les paysages, l'utilisation de l'eau, les conditions socio-économiques des populations, la protection et la restauration du sol, les entretiens et aménagements de l'unité de production, la gestion des déchets.

Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) assure la surveillance et le suivi environnemental à travers le **Bureau National des Evaluations Environnementales et de Gestion des Déchets Spéciaux (BUNED)**. Sur le terrain, le BUNED est représenté par la Direction Régionale de l'Environnement et du Développement Durable (DREDD) du Centre Est et la Direction Provinciale de l'Environnement et du Développement Durable (DPEDD) du Boulgou qui sont chargées du suivi de l'exécution des recommandations et mesures préconisées.

IV.2.9 Avant métré, coût global et rentabilité du projet

- **Justification du choix du champ solaire**

Le devis quantitatif et estimatif bien détaillé est fourni en annexe (cf. Annexe K : Cubature des drains ; Annexe L : Avant-métré et Devis quantitatif). **A long terme,** nous préférons **l'option 1,** le coût général de l'aménagement est **de 877 346 586 F CFA HT-HD (sans la mesure d'accompagnement)** soit **12 158 351 F CFA/ha,** en **solaire durable respectueux** de **l'environnement** et nécessitant **peu d'entretien.** En effet la durée de vie des plaques est de 25 ans minimum et celle des batteries est de 18 ans.

Le coût est de **1 035 268 975 F CFA TTC soit 14 346 854 F CFA/ha** et correspond aux valeurs données par le **service de comptabilité de la Fondation Dreyer (**de tels projets ont été réalisés dans **les années antérieures** à hauteur de **15 000 000 F CFA/ha)**.

- **Rentabilité du projet**

La moyenne annuelle de la production de Moringa est de 55 tonnes/ha de feuilles fraîches au Niger, cette valeur très élevée est due à l'utilisation excessive de fertilisants. Au Sénégal comme au Burkina Faso, la production est nettement plus basse environ 6 tonnes/ha. Par la commercialisation (20 % de la quantité en pharmacie), une forte valeur ajoutée est créée.

Face à des coûts de production qui s'élèvent à 400 000 F CFA/an, **la valeur ajoutée est de 18 984 050 F CFA/ha/an au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus élevé 15 000 F CFA/Kg. L'on aura donc un retour sur investissement rapide d'une année.**

Par contre la valeur ajoutée est de 9 256 050 F CFA/ha/an au moment où le prix de poudre de feuilles séchées est le plus bas 7 000 F CFA/Kg. L'on aura donc un retour sur investissement de deux ans.

Ces durées de retour sur investissement sont à considérer avec une marge d'une année au cas où le rendement chutera par exemple à 4 tonnes/ha en année sèche.

Travaux généraux 1 ha	Activités spécifiques	Quantité/an	Coût total/an	
Installation de la plantation	‣ Défrichage	1	14 000	84 500
	‣ Labour	1	30 000	
	‣ Semis	2	36 000	
	‣ Ré-semis	1	1 500	
	‣ Démariage	1	3 000	
Entretien de la plantation	‣ Sarclage	5	160 000	178 000
	‣ Epandage de fumure	1	2 000	
	‣ Sarclo-binage	1	16 000	
Equipements (outils nécessaires)	‣ Sac	3	1 050	23 850
	‣ Panier	1	2 000	
	‣ Sécateur ou couteau	1	3 000	
	‣ Bascule	1	8 000	
	‣ Semence	3	7 200	
	‣ Houe	1	600	
	‣ Daba	1	2 000	
Temps de récolte et temps de travail des femmes	‣ Récolte	16	48 000	64 000
	‣ Vente	16	16 000	
Total des coûts de production			**350 350**	
Plantation d'un an	**Rendement (kg/ha)**	**Prix/kg**	**Recettes/ha**	
Production feuilles fraîches	6 080	**(bord du champ)**		
Saison pluvieuse (20%)	1 216	150	182 400	
Saison sèche (60%)	3 648	250	912 000	
Feuilles sèches				
Pharmacie (20%)	1 216	15 000	18 240 000	
Totale des recettes			**19 334 400**	
VALEUR AJOUTEE/ha			**18 984 050**	

Source: Service de la comptabilité de la Fondation Dreyer

Tableau 12: Coûts de production et Comptes d'exploitation du Moringa

V. CONCLUSION

En définitive, ce système goutte à goutte en Moringa qui vise la gestion de l'eau agricole est essentiel pour une bonne contribution à l'amélioration des rendements agricoles et à l'avancée vers l'autosuffisance alimentaire. Bien que la ressource en eau soit largement suffisante, l'introduction de ce système dans la commune de Bagré est faite afin d'économiser l'eau et de garantir d'excellents rendements grâce à l'utilisation de l'énergie renouvelable.

Cette étude d'Avant-Projet Détaillé d'aménagement de 72,16 ha de goutte à goutte vise à ressortir un plan constitué du réseau d'irrigation, de colatures de ceinture, de pistes de dessertes pratiquement efficientes. Le déplacement dans le périmètre et ses alentours est possible grâce aux pistes. De même, l'évacuation des eaux excédentaires est assurée par les drains.

Le coût global prévisionnel pour la réalisation est estimé **à 877 346 586 F CFA hors taxes, hors douanes et sans mesures d'accompagnement** soit **12 158 351 F CFA/ha HT-HD**. En reconsidérant les taxes (18%), **le coût global** s'élève à **1 035 268 975 F CFA TTC** soit **14 346 854 F CFA/ha TTC. En rajoutant la mesure d'accompagnement** le coût à l'hectare correspond aux coûts d'aménagements antérieurs de même type 15 à 16 millions de FCFA en solaire réalisés par la Fondation Dreyer. **L'étude de rentabilité montre que les marges bénéficiaires permettent de recouvrir rapidement le coût d'investissement en une année par conséquent ce projet est économiquement viable**.

VI. RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES

Pour le grand intérêt de tous, nos recommandations et perspectives sont les suivantes :

- Il y a lieu de voir la possibilité d'utiliser les déblais comme remblai sans apport, de voir même la possibilité de trouver les matériaux pour les remblais telle la latérite en quantité suffisante dans la localité.
- Le bureau de contrôle des travaux de réalisation doit scrupuleusement veiller à ce que l'exécution des travaux soient bienfaits suivant les règles de l'art afin d'éviter les disfonctionnements liés à une mauvaise exécution durant l'exploitation du périmètre. Ce qui est le cas de bon nombre de périmètres irrigués au Burkina surtout au Nord.
- Le contrôleur érigera des procès-verbaux signifiant l'état des travaux des réceptions provisoires jusqu'aux réceptions définitives, organisera également des réunions de chantier.
- Même si au Burkina Faso les eaux polluées sont rejetées dans la nature sans traitement, il faudrait songer à la conception d'un dispositif de traitement des eaux de drainage issues du périmètre aménagé avant leur rejet dans la nature, vu que des produits chimiques (engrais minéraux, pesticides, produits phytosanitaires) y seront utilisés et pourront pollués la nature à long terme.
- Pour la fertilisation et l'amélioration de la structure du sol, les apports d'engrais doivent être axés surtout sur les engrais phosphatés et l'apport de fumure organique qui constitue un atout pour une bonne productivité et une bonne capacité de minéralisation.
- Vue la pression parasitaire actuelle élevée, l'approvisionnement en produits insecticides contre les foreurs et piqueurs suceurs et les mouches est nécessaire les besoins phytosanitaires sont importants pour la valorisation de toute action de fumure ne serait-ce que les produits à base d'extraits de Neem faciles à fabriquer.
- Le présent projet de réalisation, économiquement et techniquement viable, ne se limite pas à la simple exécution. Pour qu'il soit une réussite durable, à tous points de vue, il est nécessaire que les parties prenantes mènent ensemble des actions ciblées et concertées. La structure CLE doit être sans faille surtout qu'elle est privée (érigée par la Fondation Dreyer), vu le laxisme constaté dans les structures publiques ; et respectera scrupuleusement les engagements contractuels pris avec Bagrépôle.

BIBLIOGRAPHIE

A.Keita. (2015). *Localised Irrigation.*

A.Keita. (2015). *Subsurface Drainage of Valley Bottom Irrigated Rice Schemes in Tropical Savannah : Case Studies of Tiefora and Moussodougou in Burkina Faso.*

B.Boube. (2015). *Aménagement des terres et diagnostic des périmètres.*

B.Meda. (2011). *Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la production de Moringa oleifera dans la commune de Dano.*

Bagrépôle. (2014). *Rapport d'étude d'impact environnemental et social du projet d'aménagement du périmètre des 1000 ha de terres irrigables par système gravitaire en rive gauche du Nakanbé.*

Bagrépôle. (2014). *Résumé de l'étude d'impact environnemental du projet d'Appui au Pôle de Croissance de Bagré (PAPCB).*

Calixte.Nikiema. (Août 2008). *Etude technique d'un barrage en terre dans le village de Borogo au Burkina Faso.*

Dial.Niang. (Avril 2015). *Physique du sol.*

Diouf M., G. M. (1999). *Moringa oleifera Lam (ou saab saab en ouolof) un légume feuille d'avenir au Sénégal, Utilisation et stratégies de conservation, Ibadan Nigeria, 10p.*

Dr de Saint Sauveur A, D. B. (Janvier 2010). *Produire et transformer les feuilles de Moringa.*

FAO. (1987). *Bulletin 24 d'irrigation et de drainage.*

FAO. (1996). *Bulletin 33 d'irrigation et de drainage.*

FAO. (1996). *Bulletin 44 d'irrigation et de drainage.*

FAO. (1996). *Bulletin 54 d'irrigation et de drainage .*

FAO. (2006). *Bulletin 56 d'irrigation et de drainage.*

Foidl N., M. H. (2001). *Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie, 39p.*

Grunfos. (2012). *Pompes normalisées.*

INSD. (2006). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat.*

Ismaela.Gueye. (2015). *Barrages en terre.*

Joel.Zemba. (2015). *Etude d'Avant-Projet Détaillé de l'aménagement d'un périmètre irrigue de 100 ha à Bagré en rive droite du Nakanbé (Burkina Faso).*

L.Compaoré. (1998). *L'irrigation localisée ou la micro-irrigation.*

L.Compaoré. (2005). *Les données de base d'irrigation, 3è édition, 167p.*

L.Mar. (2003). *Cours d'hydraulique : écoulement en charge (Tome1).*

L.Mar. (Juillet 2004). *Cours d'hydraulique : écoulement en surface libre(Tome2).*

Marhasa. (2013). *Manuel Technique d'Aménagement des Terres suivant le mode d'irrigation par réseau Semi Californien au Burkina Faso.*

Netafim. (2015). *Goutte à Goutte.*

PAM. (2016). *L'état d'insécurité alimentaire dans le monde*. Consulté le 09 30, 2016, sur http://fr.wfp.org/faim/faits-et-chiffres

Roland.Yonaba. (2012). *Etudes d'actualisation, de supervision et contrôle d'exécution du barrage de Bigtogo dans la commune rurale de Pabré – Région du Centre.*

Sonou M., A. S. (2010). *Capitalisation d'expériences sur le développement de la petite irrigation privée pour des productions à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest. Practica fondation, 139p.*

St.Gobain. (1989). *Extrait du formulaire PONT-A-MOUSSON*.

Toury J., G. R. (1963). *tables de composition des aliments de l'Ouest Africain, Dakar ORANA, 55p.*

Zacharie A., Z. O. (2007). *Les objectifs du millénaire et l'alimentation en Afrique, Étude diagnostique sur la RD Congo,.*

Sites internet

PAM. (2016). *L'état d'insécurité alimentaire dans le monde*., http://fr.wfp.org/faim/faits-et-chiffres Consulté le 30 Août, 2016

(s.d.)., http://www.moringanews.org Consulté le 06 Avril, 2016

(s.d.)., http://www.solaire.energiesautonomes.com/155.html Consulté le 05 Août, 2016

(s.d.)., www.moringanews.org/actes/foidlfr.doc Consulté le 20 Mars, 2016

(s.d.).,http://www.techni-contact.com/pdf/catalogue-famille.php?category=groupe-electrogene Consulté le 04 Août, 2016

ANNEXES

Annexe A : Données météorologiques

Station climatologique de Fada N'Gourma.

- **Moyenne des pluviométries et évaporation de 1961 à 2014**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pluie (mm)	0,6	2,3	9,6	33,3	90,0	116,6	171.9	258,4	169,4	37,7	1,9	0,4	**892,1**
ETP (mm)	228	226	241	204	172	125	106	105	123	172	189	208	**2 099**

Source : Direction de la Météorologie.

- **Température**

Température (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Minimale	17	19,6	23,5	25,9	25,5	23,5	22,3	21,8	21,6	21,5	18,5	17,1
Maximale	33,6	36,3	38,8	39,3	37,2	34	31,4	30,3	31,6	35,2	36	34,1
Moyenne	25,3	28	31,1	32,6	31,3	28,7	26,9	26	26,6	28,4	27,3	25,6

Source : Direction de la Météorologie

- **Valeurs moyennes de l'ETP, de l'humidité relative et de la vitesse du vent.**

Variables	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP (mm)	228	226	241	204	172	125	106	105	123	172	189	208
Humidité relat. mini (%)	14	12	14	23	36	47	57	63	59	39	19	15
Humidité relat. maxi(%)	38	34	42	62	78	87	94	97	97	91	65	45
Vit. Moy.du vent (m/s)	1,99	1,97	1,87	2,04	2,31	2,03	1,76	1,38	1,03	1,1	1,25	1,65

Source : Direction de la Météorologie

Annexe B : Estimation des besoins en eau des cultures

						Saison humide						
Culture	**Moringa**											
Mois	Janvier	Février	**Mars**	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Nom de stade	**Stade arbre**											
Mois	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ET0 (mm/jr)	7.35	8.07	7.77	6.80	5.55	4.17	3.42	3.39	4.10	5.55	6.3	6.71
ETM (mm/jr)	5.88	6.46	6.22	5.44	4.44	3.33	2.74	2.71	3.28	4.44	5.04	5.37
Kr	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Etm loc	5.00	5.49	5.29	4.62	3.77	2.83	2.33	2.30	2.79	3.77	4.28	4.56
Pe(mm/jr)	0.0	0.0	0.0	0.33	1.55	2.31	3.66	6.09	3.60	0.41	0.0	0.0
IRn(mm/jr) ou BN(mm/j)	5.00	5.49	5.29	4.29	2.22	0.52	**-1.34**	**-3.79**	**-0.81**	3.37	4.28	4.56
Volume net (m3/ha)	**1 550.40**	**1 536.80**	**1 638.80**	**1 287.40**	**689.60**	**157.20**	**0**	**0**	**0**	**1 043.40**	**1 285.20**	**1 414.40**
Ea	**0.95**	**0.95**	**0.95**	**0.95**	**0.95**	**0.95**				**0.95**	**0.95**	**0.95**
LR (mm/j)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45				0.00	0.00	**0.00**
Irg (mm/j)	5.71	6.23	6.01	4.97	2.79	1.00				3.54	4.51	**4.80**
Volume brut (m3/mois)	**1 771.50**	**1 743.68**	**1 864.55**	**1 490.16**	**865.39**	**300.47**				**1 098.32**	**1 352.84**	**1 488.84**
RU (mm)	162.50	162.50	162.50	162.50	162.50	162.50				162.50	162.50	162.50
p (Facteur de tarissement)	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	1.275				0.725	0.275	0.275
Dp (mm)(Dose pratique)	44.69	44.69	44.69	44.69	44.69	207.19				117.81	44.69	44.69
F (j)	8.94	8.14	8.45	10.41	20.09	395.40	**Besoins compensés par les pluies**			35.00	10.43	9.79
T (j)	3	3	3	3	3	4				2.00	3.00	3.00
Dr (mm) (Dose réelle pr 3jr)	15.00	16.47	15.86	12.87	6.67	2.10				6.73	12.85	13.69
Dr (mm) (Dose réelle pr 3.5jr)	17.50	19.21	18.50	15.02	7.79	1.83				11.780	14.994	15.969
pr (Facteur réel)	0.11	0.12	0.11	0.09	0.05	0.01				0.07	0.09	0.10
Db (Dose brute) pr 3jr	19.78	21.57	20.83	17.16	9.55	3.73				12.40	15.78	16.81
Db (Dose brute) pr 3.5jr	20.00	21.80	21.05	17.39	9.77	3.51				12.40	15.78	16.81
Débit d'équipement	1.23	1.35	1.30	1.07	0.60	0.22				0.77	0.97	1.04

- **Estimation des besoins en eau du riz**

						Saison humide						
Culture	**Riz double campagne**											
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Mois	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
ETo (mm/j)	7.35	8.07	7.77	6.80	5.55	4.17	3.42	3.39	4.10	5.55	6.3	6.71
ETM (mm/j)	8.46	9.28	8.94	7.82	6.38	4.79	3.93	3.90	4.72	6.38	7.25	7.72
Pe(mm/j)	0.0	0.0	0.0	0.33	1.55	2.31	3.66	6.09	3.60	0.41	0.0	0.0
Besoin Net (mm/j)	8.46	9.28	8.94	7.49	4.83	2.48	0.27	-2.20	1.12	5.97	7.25	7.72
Volume (m^3/ha)	2 622	2 599	2 772	2 246	1 498	745	0	0	335	1 852	2 174	2 392

Annexe C : Données sur le barrage de Bagré

- **Caractéristiques du barrage de Bagré**

Le barrage de Bagré est situé sur le territoire de la commune rurale du même nom, province du Boulgou, région du Centre-Est. Il a été réalisé sur le Nakambé, un cours d'eau qui coule du nord-ouest vers le sud-est.

Le barrage de Bagré est constitué d'une digue en terre zonée. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Longueur : 4 575 m
- Hauteur maximale : 30 m
- Hauteur maximale sur fondation : 41 m
- Largeur en crête : 7 m
- Côte de la crête : 237,70 NGB
- Côte du PEN : 235,00 NGB
- Côte des PHE : 237,40
- Capacité au PEN : 1,7 milliard de m^3
- Volume de retenue à la côte des PHE : 2,32 milliards de m^3
- Superficie du plan d'eau à la côte du PEN : 25 650 ha soit **256.5 km^2**
- Côte des ouvrages de prise (rives droite et gauche): 223,50 NGB ;
- Côte minimale de turbinage : 226,70 NGB ;

- Débits :

- ouvrage de prise en rive droite : 10 m3/s ;
- ouvrage de prise en rive gauche : 28 m3/s ;
- ouvrage de prise turbinage (max.) : 80 m3/s ;
- évacuateur de crue n°1 (max.) : 2.815 m3/s ;
- évacuateur de crue n°2 (max.) : 1.249 m3/s.

- **Correspondance Côte – Surface – Volume**

Volume (hm3)	105.0	122.6	149.5	182.3	206.5	234.4	272	305	355	380	418	445
Côte (m)	222	222.5	223	223.5	224	224.5	225	225.5	226	226.5	227	227.5
Surface (ha)	4 150	41 610.6	5 041.4	5 491	5 911.6	6 439.4	6 980	7 500	8 100	8 610	8 814	9 120
Volume (hm3)	492.5	540	595	650	712.5	775	852.5	930	1 010	1 090	1 185	1 280
Côte (m)	228	228.5	229	229.5	230	230.5	231	231.5	232	232.5	233	233.5
Surface (ha)	9 720	10 320	11 010	11 700	12 540	13 380	14 430	15 480	16 680	17 880	19 080	20 280
Volume (hm3)	1 385	1 490	**1 605**	1 720	1 860	2 000	2 140	2 320				
Côte (m)	234	234.5	**235**	235.5	236	236.5	237	237.4				
Surface (ha)	21 540	22 800	24 300	25 800	27 420	29 040	30 060	31 360				

Source : (Joel.Zemba, 2015)

- **Volume d'eau turbiné pour l'hydroélectricité par mois de 2007 à 2011**

Année/ Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
2007	32	16.5	33.5	37.9	42.2	46	50.1	52.9	59.7	62.5	51.1	50.6
2008	18.3	31.8	18.3	36.3	37.3	44.8	39.9	56.1	64.4	56.1	43.4	39.1
2009	43.6	51.1	37.2	42.5	46.2	34	26.2	37	63.2	63.5	48.8	43.4
201	47.8	52.6	50	42.8	26.6	21.3	16.5	63.9	68.3	68.9	66.6	66
2011	45.6	46.2	51.2	35.9	20.3	10.7	26.3	30	31.4	19.5		
Q (m3/s)	37.46	39.64	38.04	39.08	34.52	31.36	31.80	47.98	57.40	54.10	52.48	49.775
V (hm3)	**100.33**	**95.90**	**101.89**	**101.30**	**92.46**	**81.29**	**85.17**	**128.51**	**148.78**	**144.90**	**136.02**	**133.32**

Source : SONABEL de Bagré

- **Effectif du bétail en fonction des zones pastorales aux alentours du barrage**

Zone pastorale	Bovins	Ovins	Caprins
Doubégué - Tcheribo (rive gauche)	12 142	7 131	5 523
Niassa (rive droite)	8 690	3 414	3 256
Total	20 832	10 545	8 779

Source: Rapport du schéma directeur d'aménagement de Bagrépôle

- **Estimation des besoins en eau du bétail**

Considération de 20 % des effectifs du Boulgou et Zoundwéogo pour le non cheptel

Espèces animales	Effectifs zone de projet	Effectifs tanshumant (50 %)	Total Effectif	Besoins en eau (l/jr)	Quantité en (m3/jr)
Bovins	20 832	10 416	31 248	35	1 094
Ovins	10 545	5 273	15 818	4	63
Caprins	8 779	4 390	13 169	4	53
Eqins	123	62	185	20	4
Asins	6 793		6 793	13	88
Porcins	21 636		21 636	4	87
Quantité journalière d'eau consommée					1 388
Besoin mensuel m^3/mois	**41 645 / 43 033**				

Source : Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevages

- **Estimation des pertes par infiltration 2 mm/j et par évaporation du plan d'eau libre**

Perte par infiltration (mm/jr)	**2**											1 à 3 mm/j
Mensuelle (mm)	62	56	62	60	62	60	62	62	60	62	60	62
Perte par évaporation	**Formule de Pouyaud : 30*1.664*(EvBacA/30)^0.602**											
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evaporation Bac A (mm)	266.66	284.92	339.24	320.80	286.65	214.18	165.06	131.06	133.69	182.39	223.12	245.92
Evaporation plan d'eau libre (mm)	185.98	193.55	214.99	207.87	194.25	163.00	139.34	121.27	122.73	147.97	167.06	177.14
Total Evapo+Infilt (mm)	247.98	249.55	276.99	267.87	256.25	223.00	201.34	183.27	182.73	209.97	227.06	239.14

Source: Direction de la météorologie

- **Estimation des dépôts solides 0.61 à 0.78 hm^3 avec ou sans la formule de Karambiri**

Dépôts solides Bagré				
Formules utilisées	Superficie (km^2)	Pluie moyenne annuelle (mm)	Dégradation spécifique annuelle ($m^3/km^2/an$)	Volume de solides transportés (m^3/an)
Formule de Gottschalk	256.50	892.1	149.30	38 296
Formule de Gresillon	256.50	892.1	112.46	28 847
Formule de Karambiri	256.50	892.1	48.13	12 345
Moyenne			103.30	26 495.96
Total (Barrage de 1992)	Début	1993	Age	**0.61 à 0.78 hm^3**
	2016		23	

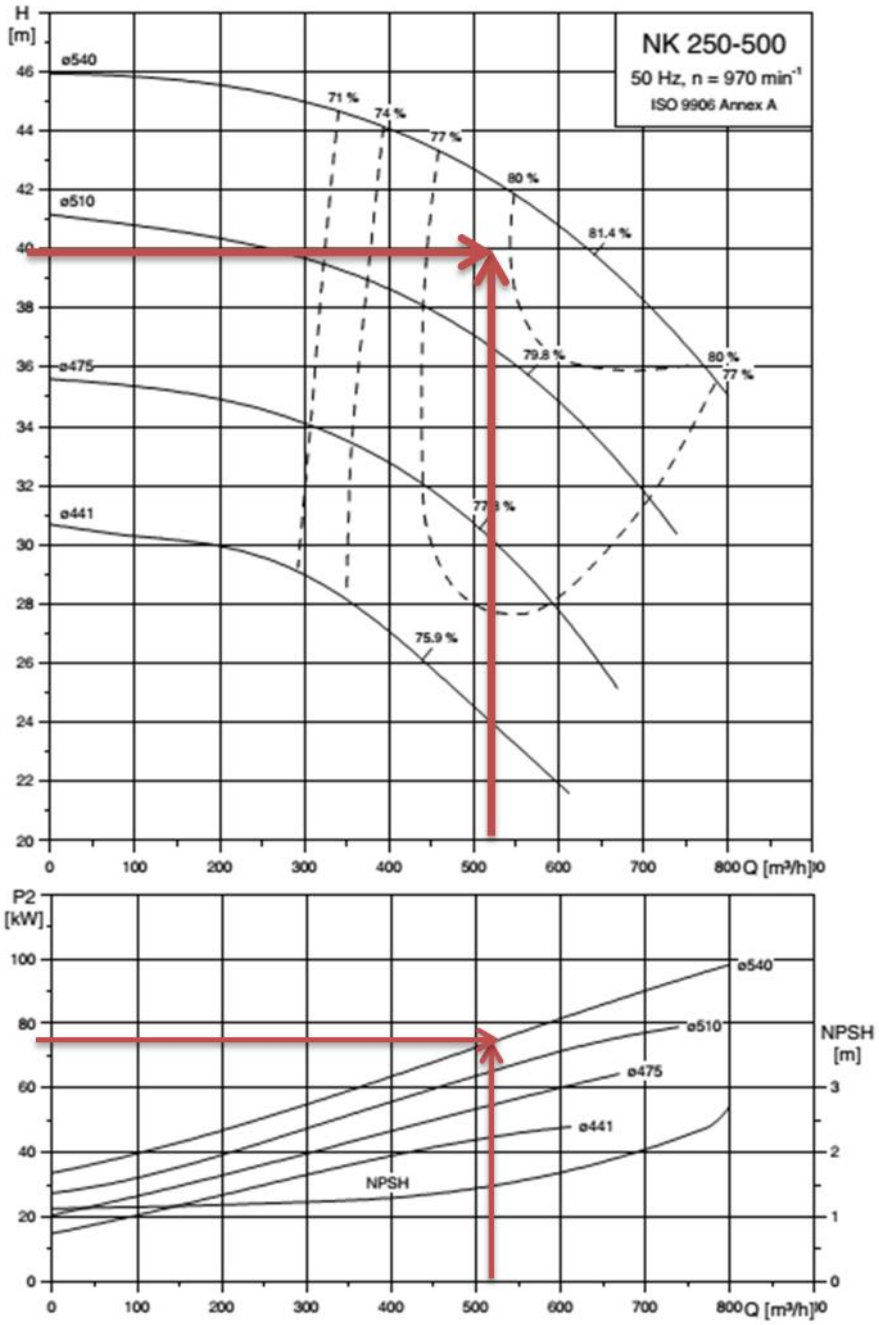
- **Bilan des terres irrigables à partir de Bagrépôle**

3 380 ha rizicoles sont existants

Désignation	**Irrigation gravitaire**		**Irrigation par pompage**			**Total (ha)**
Potentiel irrigable	Aval		Aval		Amont	
	Rive Gaughe	Rive droite	Rive Gaughe	Rive Droite		
	4 200	3 200	9 700	4 200	9 000	
Total (ha)	7 400		22 900			**30 300**

Source: Rapport du schéma directeur d'aménagement de Bagrépôle

Annexe D : Caractéristiques de la pompe Grunfos



Annexe E : Options des sources d'énergie

❖ Option 1 : Dimensionnement du champ photovoltaïque

Nous choisirons pour l'alimentation de notre pompe un champ photovoltaïque afin d'avoir un système respectueux de l'environnement.

- **Choix de la tension nominale du système**

Nous dimensionnerons un système photovoltaïque permettant d'alimenter 80 Kw afin de faire face à de nouvelles extensions de réseau et d'éventuels besoins électriques. Nous utiliserons un onduleur pour convertir le courant continu en alternatif, son rendement est de 93 %.

- **Calcul de la puissance rectifiée Pr**

$$Pr = \frac{P}{\eta onduleur}$$

Avec P (Kw) la puissance à fournir par le champ photovoltaïque

AN :

$$\text{Pr} = \frac{80}{0.93} = 86\ Kw$$

- **Choix de l'onduleur CC/CA**

Il est choisi tel que Sn ≥ K Sr

Avec :

Sn la puissance apparente de l'onduleur en KVA ;

K : facteur de sécurité pour tenir compte des appels de courant ;

Sr : puissance apparente du récepteur en KVA

$$Sr = \frac{Pr}{Cos\varphi}$$

AN:

$$Sr = \frac{86}{0.88} = 97{,}6\ KVA$$

$$Sn \geq 3 * 97.6$$

$$Sn \geq 292{,}7\ KVA$$

Choix: **Onduleur couplé au réseau monophasé Kaco powador 9600DCSINT**.

- **Estimation des besoins journaliers Bj (Kwh)**

$$Bj = Pr * t$$

Avec : t le temps de fonctionnement de l'appareil en heures

AN : $Bj = 86 * 15 = 1288\ Kwh$

- **Calcul de la capacité de la batterie $Cbat_{min}$ (Ah)**

$$C_{bat,min} = \frac{Bj}{Vbat * \eta bat * DM} * jaut$$

AN :

$$C_{bat,min} = \frac{1\ 288\ 000}{48 * 0.85 * 0.75} * 2 = 84\ 186\ Ah$$

Avec :

Vbat : la tension de la batterie 48V

Jaut : le nombre de jours d'autonomie, 2 jours.

DM : la décharge maximale considéré égal à 0.75

ηbat : le rendement de la batterie

Nous utiliserons des batteries de **2V 3 500 Ah de type OPzV Gel solar Power** dont **24 éléments** constitue le **pack 48V 3500 Ah.**

Le nombre de packs 48V 3500 Ah en parallèle

$$N_{pack,série} = \frac{84\,186}{3\,500} = 25$$

- **Champ photovoltaïque**

Pour P > 2 kW, la tension recommandée est de 48V. Le rayonnement moyen journalier Ei est de **5.6 Kwh/m^2.j** toute l'année. La puissance en crête du champ photovoltaïque est estimée par la formule :

$$Pc_{mini}(Kwc) = \frac{Bj}{Ei * \eta bat * \eta gen}$$

ηbat: Rendement de la batterie 85 % ; ηgen : Rendement du générateur 95 %

$$Pc_{mini} = \frac{1\,288\,000}{5.6 * 0.85 * 0.95} = 284{,}84\ Kwc$$

Nous choisirons des modules **de 327 W** (Umax=54,7V, Imax=5,98A) **de marque Maxeon, de 1,62 m^2** de surface, et d'une durée de vie d'au moins 25 ans. Le nombre de modules en série est trivialement 1 (NMS=Vgen/Vm=1)

Le nombre de branches en parallèle est :

$$NBP = \frac{284{,}84}{0{,}327 * 1} = 871$$

Au final, l'on aura besoin de **871 plaques** PV de 327w qui occuperont une superficie de 0,14 ha soit 1 400 m^2.

- Pour le choix du régulateur, nous allons diviser le champ photovoltaïque en plusieurs sous-champs de 46 modules PV chacun ayant une puissance de 15 042 Wc.

Ich : Courant de charge ;

Iccpan : Courant de court-circuit du panneau 6.46A

Ich :46*6.46=297,16A

Choix **: Régulateur** MPR-9800 **tension de sortie 48V e**t **Imax 300A**

Faut-il alors se demander si les résultats de ces calculs conviennent, est-ce-que les accumulateurs sont en adéquation avec les modules et la demande énergétique ?

❖ **Vérifications des calculs**

L'adéquation entre le générateur, les batteries et la demande énergétique est vérifiée lorsque :

- Le degré de charge quotidien Ddq

$$Ddq = \frac{Bj(wh/j)}{Vbat(v) * Cbat(Ah)} \leq \frac{DM}{j_{aut}}$$

- Le ratio R1

$$Ddq = \frac{Pc(Kw) * Ei\ (Kwh/m^2.j) * \eta bat * \eta gen}{Bj(Kwh)} \gg 1$$

AN :

$$(Ddq = 0{,}32 < \frac{DM}{j_{aut}} = 0{,}38)$$

R1=1

Tout est vérifié alors, pas de souci.

❖ **Option 2 : Dimensionnement du groupe électrogène**

La puissance absorbée de la motopompe fait 80 Kw. La puissance apparente du groupe est calculée par la formule :

$$Pa = \frac{Pu}{cos\varphi} = 91\ KVA$$

Nous optons pour un **groupe électrogène écologique de 100 KVA**, d'un système de contrôle **digital SMARTgen HGM6210**, d'un réservoir intégré de 530 litres et d'une autonomie de 16 heures soit une consommation de 33 l/h.

Annexe F : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les rampes les plus défavorables

Après avoir effectué le calcul **avec la pression de service de 7 m due aux goutteurs** sur quatre rampes par conduite secondaire, l'on présente **ici uniquement la rampe** donnant **la hauteur d'eau maximale,** qui sera utilisée pour le dimensionnement des porte-rampes. L'on remarque que **les hauteurs maximales sont obtenues au niveau des conduites présentant les plus fortes contre-pentes**.

- **CS1.1**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	C.Lechapt (m/m)	H.Williams (m/m)	M.Strickler (m/m)	C.Lechapt (m)	M-Strickler	H.Williams (m)	L E requ	LE	Hauteur	Moy 1	Moy 2
1		0	232.32	0.05556	16.1	16.5	0.09179	0.0072929	0.00593	0.50482	0.03263	0.04011	240.312	240.312	7.992	0.03500	0.19252
2	5	5	232.356	0.05278	16.1	16.5	0.08352	0.0066327	0.00535	0.45936	0.02945	0.03648	240.272	240.272	7.916	0.03184	0.17509
3	5	10	232.392	0.05000	16.1	16.5	0.07561	0.0060013	0.00481	0.41586	0.02643	0.03301	240.235	240.235	7.843	0.02881	0.15843
4	5	15	232.429	0.04722	16.1	16.5	0.06806	0.0053991	0.00429	0.37434	0.02357	0.02970	240.202	240.202	7.773	0.02592	0.14254
5	5	20	232.465	0.04444	16.1	16.5	0.06088	0.0048263	0.00380	0.33483	0.02088	0.02654	240.173	240.173	7.708	0.02317	0.12742
6	5	25	232.502	0.04167	16.1	16.5	0.05406	0.0042831	0.00334	0.29734	0.01835	0.02356	240.146	240.146	7.644	0.02056	0.11308
7	5	30	232.538	0.03889	16.1	16.5	0.04762	0.0037699	0.00291	0.26189	0.01599	0.02073	240.122	240.122	7.584	0.01810	0.09954
8	5	35	232.575	0.03611	16.1	16.5	0.04155	0.0032869	0.00251	0.22851	0.01378	0.01808	240.102	240.102	7.527	0.01578	0.08679
9	5	40	232.611	0.03333	16.1	16.5	0.03586	0.0028345	0.00214	0.19721	0.01175	0.01559	240.084	240.084	7.473	0.01361	0.07485
10	5	45	232.648	0.03056	16.1	16.5	0.03055	0.0024131	0.00179	0.16804	0.00987	0.01327	240.068	240.068	7.420	0.01159	0.06373
11	5	50	232.684	0.02778	16.1	16.5	0.02564	0.0020230	0.00148	0.14101	0.00816	0.01113	240.055	240.055	7.371	0.00971	0.05343
12	5	55	232.721	0.02500	16.1	16.5	0.02112	0.0016647	0.00120	0.11616	0.00661	0.00916	240.044	240.044	7.323	0.00800	0.04397
13	5	60	232.757	0.02222	16.1	16.5	0.01700	0.0013388	0.00095	0.09353	0.00522	0.00736	240.034	240.034	7.277	0.00643	0.03537
14	5	65	232.789	0.01944	16.1	16.5	0.01330	0.0010457	0.00073	0.07315	0.00400	0.00575	240.027	240.027	7.238	0.00502	0.02763
15	5	70	232.821	0.01667	16.1	16.5	0.01002	0.0007863	0.00053	0.05509	0.00294	0.00432	240.021	240.021	7.200	0.00378	0.02078
16	5	75	232.852	0.01389	16.1	16.5	0.00716	0.0005612	0.00037	0.03939	0.00204	0.00309	240.017	240.017	7.165	0.00270	0.01484
17	5	80	232.884	0.01111	16.1	16.5	0.00475	0.0003714	0.00024	0.02612	0.00131	0.00204	240.014	240.014	7.130	0.00179	0.00982
18	5	85	232.916	0.00833	16.1	16.5	0.00280	0.0002181	0.00013	0.01539	0.00073	0.00120	240.012	240.012	7.096	0.00105	0.00577
19	5	90	232.947	0.00556	16.1	16.5	0.00133	0.0001030	0.00006	0.00730	0.00033	0.00057	240.011	240.011	7.064	0.00050	0.00273
20	5	95	232.979	0.00278	16.1	16.5	0.00037	0.0000286	0.00001	0.00204	0.00008	0.00016	240.010	240.010	7.031	0.00014	0.00076
21	5	100	233.01	0.00000	16.1	16.5	0.00000	0.0000000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	240.010	240.010	7.000	0.00000	0.00000

- **CS1.3**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	230.99	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	238.97	238.97	8
2	5	5	230.944	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	238.93	238.93	8
3	5	10	230.892	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	238.89	238.89	8
4	5	15	230.84	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	238.86	238.86	8.0
5	5	20	230.901	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	238.83	238.83	7.93
6	5	25	231.353	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	238.80	238.80	7.45
7	5	30	231.373	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	238.78	238.78	7.40
8	5	35	231.392	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	238.76	238.76	7.37
9	5	40	231.411	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	238.74	238.74	7.33
10	5	45	231.432	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	238.72	238.72	7.29
11	5	50	231.566	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	238.71	238.71	7.14
12	5	55	231.699	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	238.70	238.70	7.00
13	5	60	231.665	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	238.69	238.69	7.02
14	5	65	231.61	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	238.68	238.68	7.07
15	5	70	231.617	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	238.67	238.68	7.06
16	5	75	231.625	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	238.67	238.67	7.05
17	5	80	231.632	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	238.66	238.67	7.04
18	5	85	231.541	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	238.66	238.67	7.13
19	5	90	231.533	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	238.66	238.67	7.13
20	5	95	231.597	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	238.66	238.67	7.07
21	5	100	231.661	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	238.66	238.67	7.00

- **CS1.5**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	231.625	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	239.81	239.81	8.185
2	5	5	231.594	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	239.77	239.77	8.18
3	5	10	231.564	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	239.73	239.73	8.17
4	5	15	231.534	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	239.70	239.70	8.17
5	5	20	231.527	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	239.67	239.67	8.14
6	5	25	231.537	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	239.64	239.64	8.11
7	5	30	231.548	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	239.62	239.62	8.07
8	5	35	231.558	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	239.60	239.60	8.04
9	5	40	231.598	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	239.58	239.58	7.98
10	5	45	231.668	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	239.57	239.57	7.90
11	5	50	231.738	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	239.55	239.55	7.81
12	5	55	231.808	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	239.54	239.54	7.73
13	5	60	231.878	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	239.53	239.53	7.65
14	5	65	231.948	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	239.53	239.53	7.58
15	5	70	232.018	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	239.52	239.52	7.50
16	5	75	232.094	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	239.52	239.52	7.42
17	5	80	232.172	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	239.51	239.51	7.34
18	5	85	232.249	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	239.51	239.51	7.26
19	5	90	232.328	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	239.51	239.51	7.18
20	5	95	232.418	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	239.51	239.51	7.09
21	5	100	232.508	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	239.51	239.51	7.00

- **CS1.7**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	236.76	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	244.99	244.99	8.23
2	5	5	236.803	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	244.95	244.95	8.15
3	5	10	236.849	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	244.92	244.92	8.07
4	5	15	236.896	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	244.89	244.89	7.99
5	5	20	236.939	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	244.86	244.86	7.92
6	5	25	236.972	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	244.83	244.83	7.86
7	5	30	237.005	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	244.81	244.81	7.80
8	5	35	237.038	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	244.78	244.78	7.75
9	5	40	237.071	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	244.77	244.77	7.70
10	5	45	237.104	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	244.75	244.75	7.65
11	5	50	237.138	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	244.74	244.74	7.60
12	5	55	237.172	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	244.73	244.73	7.55
13	5	60	237.208	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	244.72	244.72	7.51
14	5	65	237.244	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	244.71	244.71	7.47
15	5	70	237.278	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	244.70	244.70	7.43
16	5	75	237.312	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	244.70	244.70	7.39
17	5	80	237.364	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	244.70	244.70	7.33
18	5	85	237.447	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	244.69	244.69	7.25
19	5	90	237.531	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	244.69	244.69	7.16
20	5	95	237.615	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	244.69	244.69	7.08
21	5	100	237.693	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	244.69	244.69	7.00

- **CS1.9**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	238.462	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	246.42	246.42	7.96
2	5	5	238.484	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	246.38	246.38	7.90
3	5	10	238.505	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	246.34	246.34	7.84
4	5	15	238.527	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	246.31	246.31	7.78
5	5	20	238.556	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	246.28	246.28	7.72
6	5	25	238.587	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	246.25	246.25	7.67
7	5	30	238.616	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	246.23	246.23	7.61
8	5	35	238.648	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	246.21	246.21	7.56
9	5	40	238.687	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	246.19	246.19	7.50
10	5	45	238.714	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	246.18	246.18	7.46
11	5	50	238.739	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	246.16	246.16	7.42
12	5	55	238.783	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	246.15	246.15	7.37
13	5	60	238.84	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	246.14	246.14	7.30
14	5	65	238.878	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	246.14	246.14	7.26
15	5	70	238.916	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	246.13	246.13	7.21
16	5	75	238.94	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	246.13	246.13	7.19
17	5	80	238.954	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	246.12	246.12	7.17
18	5	85	238.977	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	246.12	246.12	7.14
19	5	90	239.027	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	246.12	246.12	7.09
20	5	95	239.077	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	246.12	246.12	7.04
21	5	100	239.118	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	246.12	246.12	7.00

- **CS1.2**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	232.306	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	240.32	240.32	8.017
2	5	5	232.342	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	240.28	240.28	7.94
3	5	10	232.379	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	240.25	240.25	7.87
4	5	15	232.415	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	240.21	240.21	7.80
5	5	20	232.452	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	240.18	240.18	7.73
6	5	25	232.488	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	240.16	240.16	7.67
7	5	30	232.525	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	240.13	240.13	7.61
8	5	35	232.561	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	240.11	240.11	7.55
9	5	40	232.598	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	240.09	240.09	7.50
10	5	45	232.634	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	240.08	240.08	7.45
11	5	50	232.671	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	240.07	240.07	7.39
12	5	55	232.707	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	240.05	240.05	7.35
13	5	60	232.746	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	240.05	240.05	7.30
14	5	65	232.788	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	240.04	240.04	7.25
15	5	70	232.831	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	240.03	240.03	7.20
16	5	75	232.863	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	240.03	240.03	7.17
17	5	80	232.894	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	240.02	240.02	7.13
18	5	85	232.926	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	240.02	240.02	7.10
19	5	90	232.958	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	240.02	240.02	7.06
20	5	95	232.989	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	240.02	240.02	7.03
21	5	100	233.021	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	240.02	240.02	7.00

- **CS1.4**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	229.882	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	238.85	238.85	8.969
2	5	5	230.037	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	238.81	238.81	8.77
3	5	10	230.192	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	238.77	238.77	8.58
4	5	15	230.328	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	238.74	238.74	8.41
5	5	20	230.357	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	238.71	238.71	8.35
6	5	25	230.362	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	238.69	238.69	8.32
7	5	30	230.471	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	238.66	238.66	8.19
8	5	35	230.58	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	238.64	238.64	8.06
9	5	40	230.624	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	238.62	238.62	8.00
10	5	45	230.671	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	238.61	238.61	7.94
11	5	50	230.752	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	238.59	238.59	7.84
12	5	55	230.834	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	238.58	238.58	7.75
13	5	60	230.918	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	238.57	238.57	7.66
14	5	65	231.021	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	238.57	238.57	7.55
15	5	70	231.099	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	238.56	238.56	7.46
16	5	75	231.177	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	238.56	238.56	7.38
17	5	80	231.255	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	238.55	238.55	7.30
18	5	85	231.35	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	238.55	238.55	7.20
19	5	90	231.443	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	238.55	238.55	7.11
20	5	95	231.496	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	238.55	238.55	7.05
21	5	100	231.549	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	238.55	238.55	7.00

- **CS1.6**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	235.151	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	243.14	243.14	7.985
2	5	5	235.195	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	243.10	243.10	7.90
3	5	10	235.239	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	243.06	243.06	7.82
4	5	15	235.283	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	243.03	243.03	7.74
5	5	20	235.32	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	243.00	243.00	7.68
6	5	25	235.338	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	242.97	242.97	7.63
7	5	30	235.356	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	242.95	242.95	7.59
8	5	35	235.374	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	242.93	242.93	7.55
9	5	40	235.399	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	242.91	242.91	7.51
10	5	45	235.43	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	242.89	242.89	7.46
11	5	50	235.46	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	242.88	242.88	7.42
12	5	55	235.492	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	242.87	242.87	7.38
13	5	60	235.526	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	242.86	242.86	7.33
14	5	65	235.559	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	242.85	242.85	7.29
15	5	70	235.596	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	242.85	242.85	7.25
16	5	75	235.635	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	242.84	242.84	7.21
17	5	80	235.672	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	242.84	242.84	7.17
18	5	85	235.713	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	242.84	242.84	7.12
19	5	90	235.753	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	242.83	242.83	7.08
20	5	95	235.794	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	242.83	242.83	7.04
21	5	100	235.834	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	242.83	242.83	7.00

- **CS1.8**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	236.766	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	244.84	244.84	8.072
2	5	5	236.812	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	244.80	244.80	7.99
3	5	10	236.858	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	244.76	244.76	7.90
4	5	15	236.904	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	244.73	244.73	7.82
5	5	20	236.951	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	244.70	244.70	7.75
6	5	25	236.984	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	244.67	244.67	7.69
7	5	30	237.017	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	244.65	244.65	7.63
8	5	35	237.05	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	244.63	244.63	7.58
9	5	40	237.08	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	244.61	244.61	7.53
10	5	45	237.108	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	244.59	244.59	7.49
11	5	50	237.135	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	244.58	244.58	7.45
12	5	55	237.163	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	244.57	244.57	7.41
13	5	60	237.195	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	244.56	244.56	7.37
14	5	65	237.231	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	244.55	244.55	7.32
15	5	70	237.265	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	244.55	244.55	7.28
16	5	75	237.299	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	244.54	244.54	7.24
17	5	80	237.332	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	244.54	244.54	7.21
18	5	85	237.366	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	244.54	244.54	7.17
19	5	90	237.4	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	244.54	244.54	7.14
20	5	95	237.452	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	244.54	244.54	7.08
21	5	100	237.536	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	244.54	244.54	7.00

- **CS1.10**

N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dint	DN (mm)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1		0	238.454	0.05556	16.1	16.5	0.0072929	0.04011	246.36	246.36	7.908
2	5	5	238.476	0.05278	16.1	16.5	0.0066327	0.03648	246.32	246.32	7.85
3	5	10	238.498	0.05000	16.1	16.5	0.0060013	0.03301	246.29	246.29	7.79
4	5	15	238.516	0.04722	16.1	16.5	0.0053991	0.02970	246.25	246.25	7.74
5	5	20	238.54	0.04444	16.1	16.5	0.0048263	0.02654	246.22	246.22	7.68
6	5	25	238.579	0.04167	16.1	16.5	0.0042831	0.02356	246.20	246.20	7.62
7	5	30	238.617	0.03889	16.1	16.5	0.0037699	0.02073	246.17	246.17	7.56
8	5	35	238.644	0.03611	16.1	16.5	0.0032869	0.01808	246.15	246.15	7.51
9	5	40	238.669	0.03333	16.1	16.5	0.0028345	0.01559	246.13	246.13	7.46
10	5	45	238.695	0.03056	16.1	16.5	0.0024131	0.01327	246.12	246.12	7.42
11	5	50	238.72	0.02778	16.1	16.5	0.0020230	0.01113	246.10	246.10	7.38
12	5	55	238.746	0.02500	16.1	16.5	0.0016647	0.00916	246.09	246.09	7.35
13	5	60	238.802	0.02222	16.1	16.5	0.0013388	0.00736	246.08	246.08	7.28
14	5	65	238.868	0.01944	16.1	16.5	0.0010457	0.00575	246.08	246.08	7.21
15	5	70	238.911	0.01667	16.1	16.5	0.0007863	0.00432	246.07	246.07	7.16
16	5	75	238.929	0.01389	16.1	16.5	0.0005612	0.00309	246.07	246.07	7.14
17	5	80	238.942	0.01111	16.1	16.5	0.0003714	0.00204	246.06	246.06	7.12
18	5	85	238.955	0.00833	16.1	16.5	0.0002181	0.00120	246.06	246.06	7.11
19	5	90	238.988	0.00556	16.1	16.5	0.0001030	0.00057	246.06	246.06	7.07
20	5	95	239.024	0.00278	16.1	16.5	0.0000286	0.00016	246.06	246.06	7.04
21	5	100	239.06	0.00000	16.1	16.5	0.0000000	0.00000	246.06	246.06	7.00

Annexe G : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les porte-rampes

Sur chaque conduite secondaire, la pression de service est la hauteur d'eau maximale de ses porte-rampes. **L'on remarque que les hauteurs maximales sont obtenues au niveau des conduites présentant les plus fortes contre-pentes**.

- **CS1.1** : Porte-rampe de la dernière parcelle à gauche de 1 ha

P service	7.992												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	231.204	3.968	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	240.43	240.43	**9.23**
2	10	10	231.275	3.175	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	240.27	240.27	9.00
3	10	20	231.414	2.381	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	240.16	240.16	8.75
4	10	30	231.554	1.587	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	240.02	240.02	8.46
5	10	40	231.684	0.794	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	239.79	239.79	8.10
6		50	231.733	0.000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	239.72	239.72	7.99

- **CS1.3** : Porte-rampe de l'avant dernière parcelle de 1 ha à gauche (juste avant la parcelle de 0,5 ha)

P service	7.987												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	232.226	3.96825	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	242.36	242.36	10.14
2	10	10	232.514	3.17460	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	242.20	242.20	9.69
3	10	20	232.812	2.38095	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	242.10	242.10	9.28
4	10	30	233.104	1.58730	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	241.95	241.95	8.84
5	10	40	233.396	0.79365	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	241.72	241.72	8.32
6		50	233.669	0.00000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	241.66	241.66	7.99

- **CS1.5** : Porte-rampe de l'avant dernière parcelle de 1 ha à gauche (zone élevée)

P service	8.185												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	233.338	3.96825	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	242.90	242.90	9.56
2	10	10	233.462	3.17460	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	242.74	242.74	9.28
3	10	20	233.591	2.38095	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	242.63	242.63	9.04
4	10	30	233.728	1.58730	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	242.49	242.49	8.76
5	10	40	233.867	0.79365	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	242.26	242.26	8.39
6		50	234.009	0.00000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	242.19	242.19	8.18

- **CS1.7** : Porte-rampe de la deuxième parcelle de 1 ha à gauche (zone élevée)

P service	8.235												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	235.846	3.96825	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	245.28	245.28	9.43
2	10	10	235.958	3.17460	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	245.12	245.12	9.16
3	10	20	236.1	2.38095	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	245.01	245.01	8.91
4	10	30	236.135	1.58730	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	244.86	244.86	8.73
5	10	40	236.209	0.79365	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	244.64	244.64	8.43
6		50	236.338	0.00000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	244.57	244.57	8.23

- **CS1.9** : Porte-rampe de la troisième parcelle de 1 ha à gauche (contre pente forte)

P service	7.958												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	236.406	3.96825	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	245.86	245.86	**9.45**
2	10	10	236.546	3.17460	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	245.70	245.70	9.15
3	10	20	236.698	2.38095	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	245.59	245.59	8.89
4	10	30	236.863	1.58730	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	245.44	245.44	8.58
5	10	40	237.027	0.79365	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	245.21	245.21	8.19
6		50	237.192	0.00000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	245.15	245.15	7.96

- **CS1.2** : Porte-rampe de la première parcelle de 1 ha à gauche (contre pente forte)

P service	8.017												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	232.123	3.968	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	241.00	241.00	8.87
2	10	10	232.166	3.175	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	240.84	240.84	8.67
3	10	20	232.206	2.381	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	240.73	240.73	8.52
4	10	30	232.229	1.587	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	240.58	240.58	8.35
5	10	40	232.251	0.794	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	240.35	240.35	8.10
6		50	232.273	0.000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	240.29	240.29	8.02

CS1.4 : Porte-rampe de la deuxième parcelle de 1 ha à droite

P service	8.969												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	232.459	3.96825	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	242.82	242.82	10.36
2	10	10	232.621	3.17460	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	242.65	242.65	10.03
3	10	20	232.738	2.38095	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	242.55	242.55	9.81
4	10	30	232.852	1.58730	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	242.40	242.40	9.55
5	10	40	232.996	0.79365	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	242.17	242.17	9.18
6		50	233.139	0.00000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	242.11	242.11	8.97

- **CS1.6** : Porte-rampe de la dernière parcelle de 1 ha à droite

P service	7.985												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	231.575	3.968	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	240.98	240.98	9.40
2	10	10	231.768	3.175	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	240.82	240.82	9.05
3	10	20	231.839	2.381	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	240.71	240.71	8.87
4	10	30	232.021	1.587	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	240.56	240.56	8.54
5	10	40	232.161	0.794	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	240.34	240.34	8.17
6		50	232.287	0.000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	240.27	240.27	7.98

- **CS1.8** : Porte-rampe de la dernière parcelle de 1 ha à droite

P service	8.072												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	233.283	3.968	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	242.93	242.93	9.64
2	10	10	233.446	3.175	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	242.77	242.77	9.32
3	10	20	233.613	2.381	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	242.66	242.66	9.05
4	10	30	233.803	1.587	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	242.51	242.51	8.71
5	10	40	233.983	0.794	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	242.28	242.28	8.30
6		50	234.148	0.000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	242.22	242.22	8.07

- **CS1.10** : Porte-rampe de la dernière parcelle de 1 ha à gauche

P service	7.908												
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**
1	10	0	234.987	3.968	71.10	70.60	75	1.01	0.01466	0.16126	244.35	244.35	9.37
2	10	10	235.114	3.175	63.59	70.60	75	0.81	0.00970	0.10672	244.19	244.19	9.08
3	10	20	235.202	2.381	55.07	59.20	63	0.87	0.01343	0.14776	244.08	244.08	8.88
4	10	30	235.34	1.587	44.97	46.40	50	0.94	0.02078	0.22859	243.94	243.94	8.60
5	10	40	235.545	0.794	31.80	46.40	50	0.47	0.00576	0.06341	243.71	243.71	8.16
6		50	235.737	0.000	0.00	46.40	50	0.00	0.00000	0.00000	243.64	243.64	7.91

Annexe H : Calcul des lignes et hauteurs d'eau dans les secondaires et le principale

Sur chaque conduite secondaire, la pression de service est la hauteur d'eau maximale de ses porte-rampes.

- **Conduite principale CP1**

P service	12.62													
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	DH (m)	L E requ	LE	Hauteur	Station
1	50.00	0.00	230.889	144.32	350.09	361.8	400	1.40	0.0039574	0.218	255.66	255.66	24.77	
2	50.00	50.00	231.359	144.32	350.09	361.8	400	1.40	0.0039574	0.218	255.44	255.44	24.08	
3	35.43	100.00	231.965	144.32	350.09	361.8	400	1.40	0.0039574	0.154	255.22	255.22	23.26	
4	14.57	135.43	232.29	144.32	350.09	361.8	400	1.40	0.0039574	0.063	255.07	255.07	22.78	CS1.1/CS1.2
5	50.00	150.00	232.389	124.54	325.22	361.8	400	1.21	0.0030128	0.166	255.01	255.01	22.62	
6	50.00	200.00	232.754	124.54	325.22	361.8	400	1.21	0.0030128	0.166	254.84	254.84	22.09	
7	50.00	250.00	233.071	124.54	325.22	361.8	400	1.21	0.0030128	0.166	254.68	254.68	21.60	
8	43.49	300.00	233.376	124.54	325.22	361.8	400	1.21	0.0030128	0.144	254.51	254.51	21.13	
9	6.51	343.49	233.661	124.54	325.22	361.8	400	1.21	0.0030128	0.022	254.37	254.37	20.70	CS1.3/CS1.4
10	50.00	350.00	233.704	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.340	254.34	254.34	20.64	
11	50.00	400.00	234.02	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.340	254.00	254.00	19.98	
12	50.00	450.00	234.346	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.340	253.66	253.66	19.32	
13	50.00	500.00	234.78	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.340	253.32	253.32	18.54	
14	1.56	550.00	235.099	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.011	252.98	252.98	17.89	
15	48.44	551.56	235.113	98.00	288.49	285.0	315	1.54	0.0061812	0.329	252.97	252.97	17.86	CS1.5/CS1.6
16	50.00	600.00	235.429	64.00	233.14	285.0	315	1.00	0.0028102	0.155	252.64	252.64	17.22	
17	50.00	650.00	235.767	64.00	233.14	285.0	315	1.00	0.0028102	0.155	252.49	252.49	16.72	
18	50.00	700.00	236.208	64.00	233.14	285.0	315	1.00	0.0028102	0.155	252.34	252.34	16.13	
19	9.62	750.00	236.652	64.00	233.14	285.0	315	1.00	0.0028102	0.030	252.18	252.18	15.53	
20	40.38	759.62	236.724	64.00	233.14	285.0	315	1.00	0.0028102	0.125	252.15	252.15	15.43	CS1.7/CS1.8
21	50.00	800.00	237.043	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.287	252.03	252.03	14.98	
22	50.00	850.00	237.433	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.287	251.74	251.74	14.31	
23	50.00	900.00	237.725	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.287	251.45	251.45	13.73	
24	17.12	950.00	238.357	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.098	251.16	251.16	12.81	
25	1.00	967.12	238.44	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.006	251.07	251.07	12.63	CS1.9/CS1.10
26		968.12	238.444	27.00	151.43	180.8	200	1.05	0.0052223	0.000	251.06	251.06	12.62	27.00

- **Conduite secondaire CS1.1**

CS1.1	5.36	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.23							
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle (m/s)**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**	
1	50.00	0.00	232.29	10.72	95.41	103.6	110	1.27	0.0142382	0.783	244.91	244.91	12.62	
2	50.00	50.00	232.374	10.72	95.41	103.6	110	1.27	0.0142382	0.783	244.12	244.12	11.75	
4	50.00	100.00	232.342	6.72	75.54	84.6	90	1.20	0.0160966	0.885	243.34	243.34	11.00	
5	2.05	150.00	232.041	6.72	75.54	84.6	90	1.20	0.0160966	0.036	242.46	242.46	10.41	
6	47.95	152.05	232.034	6.72	75.54	84.6	90	1.20	0.0160966	0.849	242.42	242.42	10.38	
7	22.07	200.00	231.753	2.72	48.06	59.3	63	0.98	0.0170440	0.414	241.57	241.57	9.82	
8	27.93	222.07	231.554	2.72	48.06	59.3	63	0.98	0.0170440	0.524	241.16	241.16	9.60	0.36 ha
9	4.07	250.00	231.178	2.72	48.06	46.4	50	1.61	0.0562867	0.252	240.63	240.63	9.45	1 ha
10		254.08	231.15	2.72	48.06	46.4	50	1.61	0.0562867	0.000	240.38	240.38	9.23	

- **Conduite secondaire CS1.2**

CS1.2	4.53	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	8.87							
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle (m/s)**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**	
1	50	0	232.291	9.06	87.72	103.6	110	1.07	0.0104299	0.574	242.72	242.72	10.43	
2	7.028	50	232.155	9.06	87.72	103.6	110	1.07	0.0104299	0.081	242.14	242.14	9.99	
3	42.972	57.028	232.125	9.06	87.72	103.6	110	1.07	0.0104299	0.493	242.06	242.06	9.94	
4	50	100	231.143	5.06	65.55	84.6	110	0.90	0.0095231	0.524	241.57	241.57	10.43	
5	9.057	150	231.038	5.06	65.55	84.6	110	0.90	0.0095231	0.095	241.05	241.05	10.01	
6	40.943	159.057	231.44	5.06	65.55	84.6	110	0.90	0.0095231	0.429	240.95	240.95	9.51	
7	37.638	200	231.578	1.06	30.00	46.4	110	0.63	0.0098462	0.408	240.52	240.52	8.94	0.53 ha
8		237.638	231.244	1.06	30.00	46.4	110	0.63	0.0098462	0.000	240.11	240.11	8.87	

- **Conduite secondaire CS1.3**

CS1.3	6.59	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	10								
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	50	0	233.661	13.18	105.80	117.8	125	1.21	0.0111625	0.394	245.18	245.18	11.52	
2	50	50	233.586	13.18	105.80	117.8	125	1.21	0.0111625	0.614	244.78	244.78	11.20	
3	50	100	233.49	9.18	88.30	103.6	90	1.09	0.0106869	0.588	244.17	244.17	10.68	
4	2.024	150	233.223	9.18	88.30	103.6	90	1.09	0.0106869	0.024	243.58	243.58	10.36	
5	47.976	152.024	233.204	9.18	88.30	103.6	90	1.09	0.0106869	0.564	243.56	243.56	10.35	
6	50	200	233.615	5.18	66.33	84.6	75	0.92	0.0099452	0.547	242.99	242.99	9.38	
7	4.052	250	232.359	5.18	66.33	84.6	75	0.92	0.0099452	0.044	242.45	242.45	10.09	
8	45.948	254.052	232.271	5.18	66.33	84.6	75	0.92	0.0099452	0.503	242.40	242.40	10.13	
9	35.574	300	231.74	1.18	31.66	46.4	50	0.70	0.0120070	0.470	241.90	241.90	10.16	0.59 ha
10	0.01	335.574	231.431	1.18	31.66	46.4	50	0.70	0.0120070	0.000	241.43	241.43	10.00	
11		335.584	231.431	1.18	31.66	46.4	50	0.70	0.0120070	0.000	241.43	241.43	10.00	

- **Conduite secondaire CS1.4**

CS1.4	6.68	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	10.36							
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	50	0	233.661	13.36	106.52	117.8	125	1.23	0.0114462	0.630	244.84	244.84	11.18	
2	7.034	50	233.507	13.36	106.52	117.8	125	1.23	0.0114462	0.089	244.21	244.21	10.71	
3	42.966	57.034	233.478	13.36	106.52	117.8	125	1.23	0.0114462	0.541	244.12	244.12	10.65	
4	50	100	233.216	9.36	89.16	103.6	110	1.11	0.0110778	0.609	243.58	243.58	10.37	
5	9.062	150	232.614	9.36	89.16	103.6	110	1.11	0.0110778	0.110	242.97	242.97	10.36	
6	40.938	159.062	232.485	9.36	89.16	103.6	110	1.11	0.0110778	0.499	242.85	242.86	10.38	
7	50	200	231.489	5.36	67.47	84.6	90	0.95	0.0105939	0.583	242.01	242.36	10.88	
8	11.09	250	230.77	5.36	67.47	84.6	90	0.95	0.0105939	0.129	241.43	241.78	11.01	
9	38.91	261.09	230.783	5.36	67.47	84.6	90	0.95	0.0105939	0.453	241.30	241.65	10.87	
10	48.114	300	230.245	1.36	33.98	46.4	50	0.80	0.0156135	0.826	240.84	241.20	10.95	0.68 ha
11		348.114	229.656	1.36	33.98	46.4	50	0.80	0.0156135	0.000	240.02	240.37	10.72	

- **Conduite secondaire CS1.5**

CS1.5	8	ha	qe (l/s/ha)	2.00	P service	9.56							
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur
1	50	0	235.113	16.00	116.57	131.8	140	1.17	0.0092476	0.509	245.93	245.93	10.81
2	50	50	235.053	16.00	116.57	131.8	140	1.17	0.0092476	0.509	245.42	245.42	10.36
4	50	100	234.92	12.00	100.95	117.8	125	1.10	0.0093843	0.516	244.91	244.91	9.99
5	2.042	150	234.458	12.00	100.95	117.8	125	1.10	0.0093843	0.021	244.39	244.39	9.93
6	47.958	152.042	234.439	12.00	100.95	117.8	125	1.10	0.0093843	0.495	244.37	244.37	9.93
7	50	200	234.028	8.00	82.43	103.6	110	0.95	0.0082853	0.456	243.88	243.88	9.85
8	4.07	250	233.356	8.00	82.43	103.6	110	0.95	0.0082853	0.037	243.42	243.42	10.06
9	45.93	254.07	233.304	8.00	82.43	103.6	110	0.95	0.0082853	0.419	243.38	243.38	10.08
10	50	300	232.937	4.00	58.28	70.6	63	1.02	0.0148774	0.818	242.97	242.97	10.03
11	6.098	350	232.532	4.00	58.28	70.6	63	1.02	0.0148774	0.100	242.15	242.15	9.61
12		356.098	232.487	4.00	58.28	70.6	63	1.02	0.0148774	0.000	242.05	242.05	9.56

- **Conduite secondaire CS1.6**

CS1.6	9	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.40								
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	50	0	235.113	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.632	247.24	247.24	12.13	
2	7.016	50	235.035	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.089	246.61	246.61	11.57	
3	42.984	57.016	235.013	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.544	246.52	246.52	11.51	
4	50	100	234.885	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.686	245.97	245.97	11.09	
5	9.044	150	234.407	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.124	245.29	245.29	10.88	
6	40.956	159.044	234.285	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.562	245.16	245.16	10.88	
7	50	200	233.946	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.689	244.60	244.60	10.66	
8	11.072	250	233.567	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.152	243.91	243.91	10.35	
9	38.928	261.072	233.513	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.536	243.76	243.76	10.25	
10	50	300	233.221	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.718	243.22	243.22	10.00	
11	14.1	350	232.768	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.202	242.51	242.51	9.74	
12	35.9	364.1	232.651	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.515	242.30	242.30	9.65	
13	50	400	232.389	2.00	41.21	59.3	75	0.72	0.0096499	0.531	241.79	241.79	9.40	1 ha
14	16.128	450	231.741	2.00	41.21	59.3	75	0.72	0.0096499	0.171	241.14	241.26	9.52	
15		466.128	231.402	2.00	41.21	59.3	75	0.72	0.0096499	0.000	240.80	241.09	9.69	

- **Conduite secondaire CS1.7**

CS1.7	9.5	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.42							
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	50	0	236.724	19.00	127.03	150.6	160	1.07	0.0066387	0.365	247.88	247.88	11.15	
2	0.1	50	236.695	19.00	127.03	150.6	160	1.07	0.0066387	0.001	247.51	247.51	10.82	
3	49.9	50.1	236.696	19.00	127.03	150.6	160	1.07	0.0066387	0.364	247.51	247.51	10.82	
4	50	100	236.32	15.00	112.87	131.8	140	1.10	0.0082068	0.451	247.15	247.15	10.83	
5	2.164	150	235.877	15.00	112.87	131.8	140	1.10	0.0082068	0.020	246.70	246.70	10.82	
6	47.836	152.164	235.872	15.00	112.87	131.8	140	1.10	0.0082068	0.432	246.68	246.68	10.81	
7	50	200	235.583	11.00	96.65	103.6	110	1.30	0.0149338	0.821	246.25	246.25	10.66	
8	4.192	250	234.88	11.00	96.65	103.6	110	1.30	0.0149338	0.069	245.42	245.42	10.54	
9	45.808	254.192	234.78	11.00	96.65	103.6	110	1.30	0.0149338	0.752	245.36	245.36	10.58	
10	50	300	233.869	7.00	77.10	84.6	90	1.25	0.0173593	0.955	244.60	244.60	10.73	
11	6.116	350	233.098	7.00	77.10	84.6	90	1.25	0.0173593	0.117	243.65	243.65	10.55	
12	43.884	356.116	232.988	3.00	50.48	59.3	75	1.09	0.0204312	0.986	243.53	243.53	10.54	
13	33.242	400	232.196	3.00	50.48	59.3	75	1.09	0.0204312	0.747	242.54	242.54	10.35	
14	16.758	433.242	231.929	3.00	50.48	59.3	75	1.09	0.0204312	0.377	241.80	241.80	9.87	0.5 ha
15	8.249	450	231.79	2.00	41.21	46.4	63	1.18	0.0318683	0.289	241.42	241.42	9.63	
16		458.249	231.712	2.00	41.21	46.4	63	1.18	0.0318683	0.000	241.13	241.13	9.42	1 ha

- **Conduite secondaire CS1.8**

CS1.8	9	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.64								
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	6.993	0	236.724	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.09	248.81	248.81	12.09	
2	43.007	6.993	236.728	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.54	248.73	248.73	12.00	
3	7.007	50	236.65	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.09	248.18	248.18	11.53	
4	42.993	57.007	236.621	18.00	123.64	131.8	140	1.32	0.0114990	0.54	248.09	248.09	11.47	
5	50	100	236.41	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.69	247.55	247.55	11.14	
6	9.035	150	235.972	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.12	246.86	246.86	10.89	
7	40.965	159.035	235.909	14.00	109.04	117.8	125	1.28	0.0124812	0.56	246.74	246.74	10.83	
8	50	200	235.486	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.69	246.18	246.18	10.69	
9	11.063	250	234.959	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.15	245.49	245.49	10.53	
10	38.937	261.063	234.822	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.54	245.33	245.33	10.51	
11	50	300	234.397	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.72	244.80	244.80	10.40	
12	14.091	350	233.519	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.20	244.08	244.08	10.56	
13	35.909	364.091	233.298	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.52	243.88	243.88	10.58	
14	50	400	232.638	2.00	41.21	46.4	50	1.18	0.0318683	1.75	243.36	243.36	10.72	1 ha
15	16.12	450	231.737	2.00	41.21	46.4	50	1.18	0.0318683	0.57	241.61	241.61	9.87	
16		466.12	231.405	2.00	41.21	46.4	50	1.18	0.0318683	0.00	241.05	241.05	9.64	

- **Conduite secondaire CS1.9**

CS1.9	8.5	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.45							
N°P	Dpart	Dcum	CTN	Débit (l/s)	Dmin	Dint	DN (mm)	V réelle (m/s)	j (m/m)	aH (m)	L E requ	LE	Hauteur	
1	50	0	238.44	17.00	120.16	131.8	140	1.25	0.0103452	0.57	250.35	250.35	11.91	
2	50	50	238.38	17.00	120.16	131.8	140	1.25	0.0103452	0.57	249.78	249.78	11.40	
3	50	100	238.109	13.00	105.07	117.8	125	1.19	0.0108821	0.60	249.21	249.21	11.11	
4	2.049	150	237.84	13.00	105.07	117.8	125	1.19	0.0108821	0.02	248.62	248.62	10.78	
5	47.951	152.049	237.82	13.00	105.07	117.8	125	1.19	0.0108821	0.57	248.59	248.59	10.77	
6	50	200	237.227	9.00	87.43	103.6	110	1.07	0.0103025	0.57	248.02	248.02	10.79	
7	4.075	250	236.348	9.00	87.43	103.6	110	1.07	0.0103025	0.05	247.45	247.45	11.10	
8	45.925	254.075	236.291	9.00	87.43	103.6	110	1.07	0.0103025	0.52	247.40	247.40	11.11	
9	50	300	235.492	5.00	65.16	70.6	75	1.28	0.0224808	1.24	246.88	246.88	11.39	
10	5.996	350	235.269	5.00	65.16	70.6	75	1.28	0.0224808	0.15	245.65	245.65	10.38	
11	44.004	355.996	235.263	5.00	65.16	70.6	75	1.28	0.0224808	1.09	245.50	245.50	10.24	
12	33.119	400	234.961	1.00	29.14	46.4	50	0.59	0.0088400	0.32	244.41	244.41	9.45	0.5 ha
13		433.119	234.627	1.00	29.14	46.4	50	0.59	0.0088400	0.00	244.08	244.09	9.46	

- **Conduite secondaire CS1.10**

CS1.10	5	ha	qe (l/s/ha)	2	P service	9.37							
N°P	**Dpart**	**Dcum**	**CTN**	**Débit (l/s)**	**Dmin**	**Dint**	**DN (mm)**	**V réelle (m/s)**	**j (m/m)**	**aH (m)**	**L E requ**	**LE**	**Hauteur**	
1	50	0	238.44	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.69	248.47	248.47	10.03	
2	7.004	50	238.01	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.10	247.78	247.78	9.77	
3	42.996	57.004	237.954	10.00	92.15	103.6	110	1.19	0.0125197	0.59	247.68	247.68	9.73	
4	50	100	237.612	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.72	247.09	247.09	9.48	
5	9.033	150	237.003	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.13	246.37	246.37	9.37	
6	40.967	159.033	236.86	6.00	71.38	84.6	90	1.07	0.0130521	0.59	246.23	246.24	9.38	
7	50	200	235.94	2.00	41.21	59.3	63	0.72	0.0096499	0.53	245.31	245.66	9.72	1 ha
8	11.061	250	235.127	2.00	41.21	59.3	63	0.72	0.0096499	0.12	244.50	245.12	10.00	
9		261.061	234.988	2.00	41.21	59.3	63	0.72	0.0096499	0.00	244.36	245.01	10.02	

Annexe I : Dimensionnement de la motopompe

1. Caractéristiques

Débit	Q (l/s)	144.32	Dint (mm)
Conduite aspiration	Dna (mm)	280	250
Conduite refoulement	DNr (mm)	400	376.6
Côte de la station	Cs (m)	231.9	
Côte du plan d'eau dans la retenue	Cpea (m)	230.64	
Côte requise dans le bassin de refoulement	Cper (m)	255.7	
Longueur d'aspiration	La (m)	5.0	
Longueur de refoulement	Lr (m)	968.12	
Vitesse aspiration	Va (m/s)	2.94	
Vitesse refoulement	Vr (m/s)	1.30	

2. Pertes de charges

	40		
Pertes de charges à l'aspiration			**1.3168695**
Entrée conduite d'amenée - Canal principal			
	k	0.5	
	js	0.04277825	
Entrée Conduite d'amenée - regard			
	k	0.5	
	js	0.04277825	
Sortie Conduite d'amenée Puisard de pompage			
	k	0.5	
	js	0.04277825	
Pertes de charges linéaires sur conduite d'amenée			0.765927455
Longueur	25		
jl	0.030637098		
Jt	0.765927455		
Pertes de charges linéaires La			0.119715894
jl	0.023943179		
Jt	0.119715894		
Pertes de charges singulières			0.3028914
Crépine	k	1	
	js	0.110142327	
Clapet	k	1	
	js	0.110142327	
Coude	k	0.75	
	js	0.082606745	

Pertes de charges au refoulement			**39**
Pertes de charges linéaires (Déjà intégrées)			**24.77**
Pertes de charges singulières			**13.3**
Coude	K	0.75	
	Js	0.064167375	
Divergeant	K	0.5	
	Js	0.04277825	
Vanne	K	1.5	
	Js	0.128334751	
Compteur	K	1.5	
	Js	0.128334751	
Système de filtre à sable			10
	Nombre	2	
	Js	5	
Filtre à disque			2
	Nombre	1	
	Js	2	

3. Hauteur manométrique totale (HMT)

Hauteur géométrique	**25.02**	
Pertes de charges et dénivelée géographique	**40**	
HMT	**40**	
NPSHrequis		3.60
NPSH dispo (m) :		**7.4**
	a=	**3.82**
Ha (m)	1.3	
Ja (m)	1.32	

4. Puissance de la motopompe

P (Kw)	(Q*HMT*ε) / (367*η) =	79.86

Q	519.55	m3/h
HMT	40	m
ε	1.1	kg/l
η	78%	

Pompe choisie	
NK250-500	**970 min^{-1}**
Ø540	

5. Calage et dimensionnement du puisard

Puisard	
Q (m^3/s)	0.144
m	0.6
g (m/s^2)	9.81
h*min* (m)	1.5
S (m^2)	0.0443
Dint (mm) Pvc	237.66
DN (mm)	250
V (m/s)	2.940
Pdce=Pdcs	0.128
NE canal (m)	231.53
NE (m) puisard	230.64
Côte fond (m)	229.14

Annexe J : Dimensionnement des drains

- **Drains internes DS du côté de CS1.1**

T (ans)	10									
Pan (mm)	900									
P10 (mm)	105									
T (h)	24									
qs (l/s/ha)	12.15									
Drain	**DS1**	**DS2**	**DS3**	**DS4**	**DS5**	**DS6**	**DS7**	**DS8**	**DS9**	**DS10**
S (ha)	1.86	2.5	2.5	3	3.5	3.5	4	4.5	4	3.5
Q (m^3/s)	**0.023**	**0.030**	**0.030**	**0.036**	**0.043**	**0.043**	**0.049**	**0.055**	**0.049**	**0.043**
m (~=45°)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ks	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Hamont (m)	231.32	232.40	232.99	233.62	234.28	235.07	235.82	236.77	237.77	238.42
Haval (m)	230.57	230.59	230.72	230.15	231.43	230.59	231.87	231.41	232.63	234.45
L (m)	188.733	249.374	282.241	318.904	348.182	379.32	412.77	501.761	455.289	407.97
I (%)	0.40%	0.73%	0.80%	1.09%	0.82%	1.18%	0.96%	1.07%	1.13%	0.97%
y (m) économique	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.19	0.20	0.21	0.20	0.19
y (m)	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**
Revanche R (m)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H total (m)	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**
B économique (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17	0.16	0.16
B (m)	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**
V(m/s)	0.15	0.20	0.20	0.24	0.28	0.28	0.32	0.36	0.32	0.28
L en gueule (m)	**0.8**									

- **Drains internes DS’ du côté de CS1.2**

Drain'	DS1'	DS2'	DS3'	DS4'	DS5'	DS6'	DS7'	DS8'	DS9'	DS10'
S (ha)	1.5	2.03	2.5	3.18	4	4.5	4.5	3.5	2.5	1.5
Q (m^3/s)	**0.018**	**0.025**	**0.030**	**0.039**	**0.049**	**0.055**	**0.055**	**0.043**	**0.030**	**0.018**
m (~=45º)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ks	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Hamont (m)	231.07	232.16	232.86	233.51	234.23	235.04	235.85	236.67	237.36	237.90
Haval (m)	230.91	231.54	230.31	230.08	231.18	231.05	229.53	229.20	232.32	235.10
L (m)	146.25	210.672	270.937	332.372	398.867	462.761	550.511	507.292	364.342	257.07
I (%)	0.11%	0.29%	0.94%	1.03%	0.76%	0.86%	1.15%	1.47%	1.38%	1.09%
y (m) économique	0.21	0.20	0.17	0.18	0.21	0.22	0.21	0.18	0.16	0.14
y (m)	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**
Revanche R (m)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H total (m)	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**	**0.30**
b (m) économique	0.17	0.16	0.14	0.15	0.18	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11
B (m)	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.20**
V (m/s)	0.12	0.16	0.20	0.26	0.32	0.36	0.36	0.28	0.20	0.12
L en gueule (m)	**0.8**									

- **Colature de ceinture CC1 (du côté de CS1.1)**

Longueur total du drain ceinture CC1 (m)	**771.379**									
Tronçons	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
L (m)	100	100	100	100	11.424	88.576	23.327	115.93	113.474	19.385
l (m)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Cr (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
t (h)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
P10 (mm)	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Débit (m3/s)	**0.18**	**0.36**	**0.55**	**0.73**	**0.75**	**0.91**	**0.95**	**1.21**	**1.46**	**1.55**
Hamont(m)	239.129	239.043	237.891	237.129	236.08	235.959	234.855	234.449	232.638	231.43
Haval (m)	239.043	237.891	237.129	236.08	235.959	234.855	234.449	232.638	231.43	231.183
I (%)	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%
m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ks	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Revanche R (m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
y (m) économique	0.33	0.42	0.49	0.55	0.55	0.60	0.61	0.66	0.71	0.73
b (m) économique	0.27	0.35	0.41	0.45	0.46	0.49	0.50	0.55	0.59	0.60
H total (m)	**0.8**									
B (m)	**0.6**									
V(0.9 - 1.5 m/s)	**0.15**	**0.31**	**0.46**	**0.62**	**0.63**	**0.77**	**0.81**	**1.02**	**1.24**	**1.31**

- **Colature de ceinture CC2 (du côté de CS1.2)**

Longueur total du drain ceinture CC2 (m)	**840.313**								
Tronçons	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L (m)	100	100	100	87.381	121.43	96.527	94.662	97.413	42.9
l (m)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Cr (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
t (h)	24	24	24	24	24	24	24	24	24
P10 (mm)	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Débit (m3/s)	**0.18**	**0.36**	**0.55**	**0.72**	**0.98**	**1.15**	**1.32**	**1.54**	**1.62**
Hamont (m)	239.071	238.178	237.249	235.542	233.914	232.321	230.404	228.598	227.488
Haval (m)	238.178	237.249	235.542	233.914	232.321	230.404	228.598	227.488	226.805
I (%)	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%	1.46%
m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ks	30	30	30	30	30	30	30	30	30.00
Revanche R (m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.10
y (m) économique	0.31	0.40	0.47	0.52	0.58	0.62	0.65	0.69	0.7
b (m) économique	0.26	0.33	0.39	0.43	0.48	0.51	0.54	0.57	0.58
H total (m)	**0.8**								
B (m)	**0.6**								
V(0.9 - 1.5 m/s)	**0.16**	**0.32**	**0.49**	**0.64**	**0.87**	**1.03**	**1.18**	**1.37**	**1.44**

Annexe K : Cubature des drains

CC1

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	239.129	0.60	1.10%	1	238.657	0.472	0.506	
2	100.0	100	239.043	0.60	1.10%	1	237.557	1.486	3.100	180.289
3	100.0	200	237.891	0.60	1.10%	1	236.457	1.434	2.917	300.828
4	100.0	300	237.129	0.60	1.10%	1	235.357	1.772	4.203	355.997
5	100.0	400	236.08	0.60	1.10%	1	234.257	1.823	4.417	431.016
6	11.4	411.424	235.959	0.60	1.10%	1	234.131	1.828	4.437	50.575
7	88.6	500	234.855	0.60	1.10%	1	233.157	1.698	3.902	369.316
8	23.3	523.327	234.449	0.60	1.10%	1	232.900	1.549	3.327	84.319
9	76.7	600	233.136	0.60	1.10%	1	232.057	1.079	1.812	197.009
10	38.5	638.52	232.638	0.60	1.10%	1	231.633	1.005	1.612	65.945
11	61.5	700	231.965	0.60	1.10%	1	230.957	1.008	1.621	99.387
12	52.0	751.994	231.43	0.60	1.10%	1	230.385	1.045	1.719	86.822
13	19.4	771.379	231.183	0.60	1.10%	1	230.172	1.011	1.629	32.451
										2 253.95

DS1

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	231.323	0.20	0.40%	1	231.222	0.101	0.030	
2	50	50	231.418	0.20	0.40%	1	231.022	0.396	0.236	6.660
3	50	100	231.232	0.20	0.40%	1	230.822	0.410	0.250	12.153
4	50	150	231.251	0.20	0.40%	1	230.622	0.629	0.521	19.289
5	38.733	188.733	230.571	0.20	0.40%	1	230.467	0.104	0.032	10.710
										48.81

DS2

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	232.403	0.20	0.73%	1	232.103	0.300	0.150	
2	50	50	232.374	0.20	0.73%	1	231.738	0.636	0.532	17.042
3	50	100	232.084	0.20	0.73%	1	231.373	0.711	0.648	29.485
4	50	150	231.755	0.20	0.73%	1	231.008	0.747	0.707	33.878
5	50	200	231.229	0.20	0.73%	1	230.643	0.586	0.461	29.200
6	49.374	249.374	230.594	0.20	0.73%	1	230.283	0.311	0.159	15.303
										124.91

DS3

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	232.99	0.20	0.80%	1	232.689	0.301	0.151	
2	50	50	232.925	0.20	0.80%	1	232.289	0.636	0.532	17.062
3	50	100	232.713	0.20	0.80%	1	231.889	0.824	0.844	34.387
4	50	150	232.314	0.20	0.80%	1	231.489	0.825	0.846	42.235
5	50	200	231.793	0.20	0.80%	1	231.089	0.704	0.636	37.051
6	50	250	231.183	0.20	0.80%	1	230.689	0.494	0.343	24.481
7	32.241	282.241	230.721	1.20	0.80%	1	230.431	0.290	0.432	12.490
										167.71

DS4

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	233.617	0.20	1.09%	1	233.302	0.315	0.162	
2	50	50	233.517	0.20	1.09%	1	232.757	0.760	0.730	22.302
3	50	100	233.26	0.20	1.09%	1	232.212	1.048	1.308	50.948
4	50	150	233.659	0.20	1.09%	1	231.667	1.992	4.367	141.875
5	50	200	232.333	0.20	1.09%	1	231.122	1.211	1.709	151.897
6	50	250	231.772	0.20	1.09%	1	230.577	1.195	1.667	84.407
7	50	300	231.4	0.20	1.09%	1	230.032	1.368	2.145	95.315
8	18.904	318.904	230.153	0.20	1.09%	1	229.826	0.327	0.172	21.908
										546.74

DS5

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	234.275	0.20	0.82%	1	233.974	0.301	0.151	
2	50	50	234.118	0.20	0.82%	1	233.564	0.554	0.418	14.213
3	50	100	233.873	0.20	0.82%	1	233.154	0.719	0.661	26.962
4	50	150	233.426	0.20	0.82%	1	232.744	0.682	0.602	31.557
5	50	200	232.906	0.20	0.82%	1	232.334	0.572	0.442	26.078
6	50	250	232.338	0.20	0.82%	1	231.924	0.414	0.254	17.394
7	50	300	231.882	0.20	0.82%	1	231.514	0.368	0.209	11.580
8	48.182	348.182	231.433	0.20	0.82%	1	231.119	0.314	0.161	8.926
										127.78

DS6

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	235.074	0.20	1.18%	1	234.768	0.306	0.155	
2	50	50	234.951	0.20	1.18%	1	234.178	0.773	0.752	22.674
3	50	100	234.489	0.20	1.18%	1	233.588	0.901	0.992	43.603
4	50	150	234.065	0.20	1.18%	1	232.998	1.067	1.352	58.597
5	50	200	233.385	0.20	1.18%	1	232.408	0.977	1.150	62.545
6	50	250	232.966	0.20	1.18%	1	231.818	1.148	1.548	67.436
7	50	300	232.551	0.20	1.18%	1	231.228	1.323	2.015	89.061
8	50	350	231.68	0.20	1.18%	1	230.638	1.042	1.294	82.727
9	29.32	379.32	230.592	0.20	1.18%	1	230.292	0.300	0.150	21.171
										426.64

DS7

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	235.819	0.20	0.96%	1	235.518	0.301	0.151	
2	50	50	235.575	0.20	0.96%	1	235.038	0.537	0.396	**13.664**
3	50	100	235.187	0.20	0.96%	1	234.558	0.629	0.521	**22.930**
4	50	150	234.813	0.20	0.96%	1	234.078	0.735	0.687	**30.217**
5	50	200	234.354	0.20	0.96%	1	233.598	0.756	0.723	**35.249**
6	50	250	233.751	0.20	0.96%	1	233.118	0.633	0.527	**31.251**
7	50	300	233.513	0.20	0.96%	1	232.638	0.875	0.941	**36.698**
8	50	350	232.663	0.20	0.96%	1	232.158	0.505	0.356	**32.416**
9	50	400	232.072	0.20	0.96%	1	231.678	0.394	0.234	**14.752**
10	12.77	412.77	231.866	0.20	0.96%	1	231.555	0.311	0.159	**2.507**
										219.68

DS8

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	236.766	0.20	1.07%	1	236.465	0.301	0.151	
2	50	50	236.362	0.20	1.07%	1	235.930	0.432	0.273	10.596
3	50	100	235.851	0.20	1.07%	1	235.395	0.456	0.299	14.304
4	50	150	235.62	0.20	1.07%	1	234.860	0.760	0.730	25.718
5	50	200	234.954	0.20	1.07%	1	234.325	0.629	0.521	31.276
6	50	250	233.935	0.20	1.07%	1	233.790	0.145	0.050	14.287
7	50	300	233.112	0.20	1.07%	1	233.255	-0.143	-0.008	
8	50	350	232.233	0.20	1.07%	1	232.720	-0.487	0.140	
9	50	400	231.829	0.20	1.07%	1	232.185	-0.356	0.056	
10	50	450	231.381	0.20	1.07%	1	231.650	-0.269	0.019	
11	50	500	231.431	0.20	1.07%	1	231.115	0.316	0.163	4.540
12	1.761	501.761	231.414	0.20	1.07%	1	231.096	0.318	0.165	0.288
										101.01

DS9

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	237.773	0.20	1.13%	1	237.471	0.302	0.152	
2	50	50	237.477	0.20	1.13%	1	236.906	0.571	0.440	14.796
3	50	100	236.798	0.20	1.13%	1	236.341	0.457	0.300	18.512
4	50	150	235.94	0.20	1.13%	1	235.776	0.164	0.060	8.999
5	50	200	234.834	0.20	1.13%	1	235.211	-0.377	0.067	
6	50	250	234.104	0.20	1.13%	1	234.646	-0.542	0.185	
7	50	300	233.667	0.20	1.13%	1	234.081	-0.414	0.089	
8	50	350	233.435	0.20	1.13%	1	233.516	-0.081	-0.010	
9	50	400	233.246	0.20	1.13%	1	232.951	0.295	0.146	3.410
10	50	450	232.664	0.20	1.13%	1	232.386	0.278	0.133	6.973
11	5.289	455.289	232.628	0.20	1.13%	1	232.326	0.302	0.151	0.752
										53.44

DS10

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	238.42	0.20	0.97%	1	238.121	0.299	0.149	
2	50	50	238.148	0.20	0.97%	1	237.636	0.512	0.365	12.844
3	50	100	237.864	0.20	0.97%	1	237.151	0.713	0.651	25.388
4	50	150	237.258	0.20	0.97%	1	236.666	0.592	0.469	27.996
5	50	200	236.459	0.20	0.97%	1	236.181	0.278	0.133	15.044
6	50	250	235.587	0.20	0.97%	1	235.696	-0.109	-0.010	3.074
7	50	300	235.357	0.20	0.97%	1	235.211	0.146	0.051	1.015
8	50	350	235.003	0.20	0.97%	1	234.726	0.277	0.132	4.566
9	50	400	234.54	0.20	0.97%	1	234.241	0.299	0.149	7.033
10	7.97	407.97	234.448	0.20	0.97%	1	234.164	0.284	0.138	1.143
										98.10

CC2

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	239.07	0.60	1.46%	1	238.264	0.807	1.135	
2	100.00	100	238.18	0.60	1.46%	1	236.804	1.374	2.712	192.386
3	100.00	200	237.25	0.60	1.46%	1	235.344	1.905	4.772	374.215
4	100.00	300	235.54	0.60	1.46%	1	233.884	1.658	3.744	425.789
5	87.38	387.381	233.91	0.60	1.46%	1	232.608	1.306	2.488	272.290
6	121.43	508.811	232.32	0.60	1.46%	1	230.835	1.486	3.099	339.214
7	96.53	605.338	230.40	0.60	1.46%	1	229.426	0.978	1.543	224.021
8	94.66	700	228.60	0.60	1.46%	1	228.044	0.554	0.639	103.297
9	97.41	797.413	227.49	0.60	1.46%	1	226.622	0.866	1.270	93.001
10	42.90	840.313	226.81	0.60	1.46%	1	225.995	0.810	1.141	51.721
										2 075.93

DS1'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1			231.072	0.20	0.11%	1	230.771	0.301	0.151	
2	50	50	231.035	0.20	0.11%	1	230.716	0.319	0.166	7.909
3	50	100	230.977	0.20	0.11%	1	230.661	0.316	0.163	8.215
4	46.25	146.25	230.906	0.20	0.11%	1	230.610	0.296	0.147	7.164
										23.29

DS2'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	232.159	0.20	0.29%	1	231.852	0.307	0.156	
2	50	50	231.033	0.20	0.29%	1	231.707	-0.674	0.319	
3	50	100	231.356	0.20	0.29%	1	231.562	-0.206	0.001	
4	50	150	231.522	0.20	0.29%	1	231.417	0.105	0.032	0.832
5	50	200	231.178	0.20	0.29%	1	231.272	-0.094	-0.010	0.552
6	10.672	210.672	231.543	0.20	0.29%	1	231.241	0.302	0.152	0.756
										2.14

DS3'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	232.855	0.20	0.94%	1	232.554	0.301	0.151	
2	50	50	232.576	0.20	0.94%	1	232.084	0.492	0.340	12.282
3	50	100	232.341	0.20	0.94%	1	231.614	0.727	0.674	25.360
4	50	150	230.451	0.20	0.94%	1	231.144	-0.693	0.342	
5	50	200	231.455	0.20	0.94%	1	230.674	0.781	0.766	27.695
6	50	250	230.807	0.20	0.94%	1	230.204	0.603	0.484	31.259
7	20.937	270.937	230.308	1.20	0.94%	1	230.007	0.301	0.451	9.795
										106.39

DS4'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	233.512	0.20	1.03%	1	233.211	0.301	0.151	
2	50	50	233.168	0.20	1.03%	1	232.696	0.472	0.317	11.700
3	50	100	232.492	0.20	1.03%	1	232.181	0.311	0.159	11.903
4	50	150	231.387	0.20	1.03%	1	231.666	-0.279	0.022	4.524
5	50	200	230.775	0.20	1.03%	1	231.151	-0.376	0.066	
6	50	250	230.16	0.20	1.03%	1	230.636	-0.476	0.131	
7	50	300	229.683	0.20	1.03%	1	230.121	-0.438	0.104	5.891
8	32.372	332.372	230.078	0.20	1.03%	1	229.788	0.290	0.142	3.993
										34.02

DS5'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	234.229	0.20	0.76%	1	233.928	0.301	0.151	
2	50	50	233.885	0.20	0.76%	1	233.548	0.337	0.181	8.294
3	50	100	233.3	0.20	0.76%	1	233.168	0.132	0.044	5.620
4	50	150	232.685	0.20	0.76%	1	232.788	-0.103	-0.010	0.846
5	50	200	232.235	0.20	0.76%	1	232.408	-0.173	-0.005	-0.367
6	50	250	232.158	0.20	0.76%	1	232.028	0.130	0.043	0.956
7	50	300	231.709	0.20	0.76%	1	231.648	0.061	0.016	1.471
8	50	350	231.362	0.20	0.76%	1	231.268	0.094	0.028	1.089
9	48.867	398.867	231.183	1.20	0.76%	2	230.897	0.286	0.508	13.080
										30.99

DS6'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	235.043	0.20	0.86%	1	234.742	0.301	0.151	
2	50	50	234.91	0.20	0.86%	1	234.312	0.598	0.477	15.700
3	50	100	234.341	0.20	0.86%	1	233.882	0.459	0.302	19.492
4	50	150	233.964	0.20	0.86%	1	233.452	0.512	0.365	16.676
5	50	200	233.576	0.20	0.86%	1	233.022	0.554	0.418	19.557
6	50	250	233.207	0.20	0.86%	1	232.592	0.615	0.501	22.974
7	50	300	232.746	0.20	0.86%	1	232.162	0.584	0.458	23.977
8	50	350	232.358	0.20	0.86%	1	231.732	0.626	0.517	24.373
9	50	400	231.758	0.20	0.86%	1	231.302	0.456	0.299	20.405
10	50	450	231.251	0.20	0.86%	2	230.872	0.379	0.363	16.555
11	12.761	462.761	231.051	0.20	0.86%	3	230.762	0.289	0.308	4.281
										142.75

DS7'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	235.868	0.20	1.15%	1	235.567	0.301	0.151	
2	50	50	235.628	0.20	1.15%	1	234.992	0.636	0.532	17.062
3	50	100	235.205	0.20	1.15%	1	234.417	0.788	0.779	32.756
4	50	150	234.782	0.20	1.15%	1	233.842	0.940	1.072	46.254
5	50	200	234.342	0.20	1.15%	1	233.267	1.075	1.371	61.056
6	50	250	233.747	0.20	1.15%	1	232.692	1.055	1.324	67.366
7	50	300	233.329	0.20	1.15%	1	232.117	1.212	1.711	75.884
8	50	350	232.827	0.20	1.15%	1	231.542	1.285	1.908	90.489
9	50	400	232.331	0.20	1.15%	1	230.967	1.364	2.133	101.038
10	50	450	231.8	0.20	1.15%	1	230.392	1.408	2.264	109.934
11	50	500	231.316	0.20	1.15%	1	229.817	1.499	2.547	120.272
12	50	550	229.528	0.20	1.15%	1	229.242	0.286	0.139	67.145
13	0.511	550.511	229.541	0.20	1.15%	1	229.236	0.305	0.154	0.075
										789.33

DS8'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	236.669	0.20	1.47%	1	236.366	0.303	0.152	
2	50	50	236.361	0.20	1.47%	1	235.631	0.730	0.679	20.783
3	50	100	235.954	0.20	1.47%	1	234.896	1.058	1.331	50.247
4	50	150	235.446	0.20	1.47%	1	234.161	1.285	1.908	80.980
5	50	200	234.897	0.20	1.47%	1	233.426	1.471	2.458	109.157
6	50	250	234.282	0.20	1.47%	1	232.691	1.591	2.849	132.688
7	50	300	233.391	0.20	1.47%	1	231.956	1.435	2.346	129.893
8	50	350	232.429	0.20	1.47%	1	231.221	1.208	1.701	101.177
9	50	400	231.637	0.20	1.47%	1	230.486	1.151	1.555	81.397
10	50	450	230.813	0.20	1.47%	1	229.751	1.062	1.340	72.381
11	50	500	229.482	0.20	1.47%	1	229.016	0.466	0.310	41.265
12	7.292	507.292	229.202	0.20	1.47%	1	228.909	0.293	0.145	1.659
										821.63

DS9'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	**V**olume **(159)**
1		0	237.355	0.20	1.38%	1	237.052	0.303	0.152	
2	50	50	237.249	0.20	1.38%	1	236.362	0.887	0.964	27.914
3	50	100	236.657	0.20	1.38%	1	235.672	0.985	1.167	53.285
4	50	150	235.508	0.20	1.38%	1	234.982	0.526	0.382	38.728
5	50	200	234.644	0.20	1.38%	1	234.292	0.352	0.194	14.405
6	50	250	234.068	0.20	1.38%	1	233.602	0.466	0.310	12.617
7	50	300	233.028	0.20	1.38%	1	232.912	0.116	0.037	8.675
8	50	350	232.343	0.20	1.38%	1	232.222	0.121	0.039	1.887
9	14.342	364.342	232.321	0.20	1.38%	1	232.024	0.297	0.148	1.337

DS10'

NP	DP	DC	CTN	B (m)	I	m	CP	P	Section	Volume
1		0	237.904	0.20	1.09%	1	237.602	0.302	0.152	
2	50	50	237.632	0.20	1.09%	1	237.057	0.575	0.446	14.931
3	50	100	237.021	0.20	1.09%	1	236.512	0.509	0.361	20.163
4	50	150	235.79	0.20	1.09%	1	235.967	-0.177	-0.004	8.920
5	50	200	235.074	0.20	1.09%	1	235.422	-0.348	0.052	1.186
6	50	250	235.032	0.20	1.09%	1	234.877	0.155	0.055	2.663
7	7.07	257.07	235.099	0.20	1.09%	1	234.800	0.299	0.149	0.722
										48.58

Annexe L : Avant-métré et Devis quantitatif

A-GENIE CIVIL ET SYSTÈME ELECTRIQUE

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Coût Unitaire (en FCFA)	Coût Total(en FCFA)
1	**Installation**				
1.1	Amené et repli du matériel	ft	1	4 500 000	4 500 000
1.2	Installation chantier	ft	1	4 500 000	4 500 000
1.3	Implantation des réseaux (irrigation et pistes)	Ha	72.16	50 000	3 608 000
1.4	Dossier d'exécution	ft	1	2 500 000	2 500 000
	Total 1				**15 108 000**
2	**Station de pompage**				
2.1	**Génie civil de la prise**				
2.1.1	Béton armé pour regard de prise et puisard de pompage	m^3	7.828	200 000	1 565 600
2.1.2	Déblai pour conduite d'amenée, puits de pompage et fouille de l'abri de la station	m^3	116.535	2 500	291 338
2.1.3	Lit de sable pour conduite	m^3	3.3	15 000	49 500
	Sous Total 2.1				**1 906 438**
2.2	**Génie civil de la station**				
2.2.1	Déblai pour fondation	m^3	1.224	2 500	3 060
2.2.2	Béton cyclopéen pour fondation	m^3	1.224	75 000	91 800
2.2.3	Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour abri	m^3	1.024	175 000	179 200
2.2.4	Maçonnerie d'agglos creux 15x20x40 pour les murs de l'abri	m^2	47.6	5 000	238 000
2.2.5	Enduit au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3 pour revêtement	m^2	95.2	2 000	190 400
2.2.6	Fenêtre 1,20*1,2m em tôle pleine	U	2	40 000	80 000
2.2.7	Porte 1,2*2,2 m avec fenêtre d'aération	U	2	80 000	160 000
2.2.8	Toiture y compris charpente	m^2	11.52	7 500	86 400
	Sous Total 2.2				**1 028 860**
	Total 2				**2 935 298**

3	**Système photovoltaïque**				
3.1	Panneaux photovoltaïques de 327 w	**U**	**900**	200 000	180 000 000
3.2	Packs de Batteries de 48 vots 3500AH	**U**	**25**	300 000	7 500 000
3.3	Régulateur de charge 300A	**U**	**50**	100 000	5 000 000
3.4	Convertisseur	**U**	**3**	15 000 000	45 000 000
3.5	Accessoires et support (câbles....)	**FT**	**1**	10 000 000	10 000 000
3.6	**Magasin (local pour batteries, stockage), aires de séchage et grillage**	**FT**	**1**	3 000 000	3 000 000
	Total 3				**250 500 000**
4	**Réseau de distribution**				
4.1	**Conduite principale, secondaires et tertiaires**				
4.2	Déblai pour conduite	m3	2525.9003	3 500	8 840 651
4.3	Lit de sable pour conduite	m3	229.6273	15 000	3 444 410
4.4	remblai de tranchée	m3	2525.9003	3 000	7 577 701
4.5	Butées sur conduite principale	Ft	1	1 000 000	1 000 000
4.6	Regards de prises y compris dallettes	U	12	250 000	3 000 000
	Total 4				**23 862 761**
5	**Réseau de drainage**				
5.1	Déblai pour drains	m3	15647.6	3 000	46 942 823
5.2	Fossée triangulaire de 30cm de profondeur de talus 1/1	ml	7427	1 000	7 427 000
5.3	Béton ordinaire de blocage de perré	m3	13	100 000	1 300 000
5.4	Pérré sec pour rencontres de drains	m2	152	8 000	1 216 000
	Total 5				**56 885 823**
6	**Réseau de piste**				
6.1	Pistes principale de 7m y compris décapage et remblai latéritique de 20cm	ml	1055	5 000	5 275 000
6.2	Pistes secondaires de 5m y compris décapage et remblai latéritique de 10cm	ml	3700	3 000	11 100 000
6.3	Pistes tertiaires de 3m y compris décapage		7427	1 000	7 427 000
	Total 7				**23 802 000**

7	**Travaux complémentaires**				
7.1	Labour des parcelles	ha	72.16	50 000	3 608 000
7.2	Débroussaillage	ha	72.16	200 000	14 432 000
7.3	Planage sommaire à la parcelle	ha	72.16	100 000	7 216 000
	Total 8				**25 256 000**
	Total A				**398 349 882**

B-CONDUITES ET SYSTÈME DE GOUTTEURS

Prix n°	Désignation	Unité	Quantité	Coût Unitaire (en FCFA)	Coût Total(en FCFA)
1	**POMPAGE**				
1.1	Pompe électrique horizontale 520m3/h à 40 m HMT	u	2	6 500 000	13 000 000
1.2	Crépine et Clapet de pied 8"		3	654 550	1 963 650
1.3	Tube PVC DN 315/PN10 avec brides (barre de 8,85m)		46.8	68 370	3 199 716
1.4	Ventouse Combinée 2"		3	52 014	156 042
1.5	Vanne à boule 2" M*F		3	36 736	110 208
1.6	Ensemble Manifold acier epoxy 8"/6" en station		3	4 507 085	13 521 255
1.7	Absorbeur de choque 6"		3	89 145	267 435
1.8	Clapet anti-retour 6"		3	447 393	1 342 179
1.9	Vanne papillon 6"		3	232 938	698 814
1.10	Vanne de recharge rapide 4"		1	443 069	443 069
1.11	Ensemble manifolds 10" en station de contrôle		1	3 128 413	3 128 413
1.12	Flotteur de pompage		1	25 000	25 000
	Accessoires et pièces spéciales de mise en œuvre		1	4 029 776	3 785 578
	TOTAL 1				**41 641 359**

2	**FILTRATION PRIMAIRE**				
2.1	Batterie complète de filtration à sable avec contre lavage automatique type F-660x5		1	30 000 000	30 000 000
2.2	Accessoires de mise en œuvre		1	1 682 422	1 500 000
	TOTAL 2				**31 500 000**
3	**STATION DE CONTRÔLE**				
3.1	Vanne de régulation aval 10"		1	2 155 789	2 155 789
3.2	Ventouse Combinée 2"		1	34 853	34 853
3.3	Vanne à boule 2" M*F		1	36 736	36 736
3.4	Vanne papillon 10"		1	538 340	538 340
3.5	Compteur ultra son octave 10"		1	2 436 581	2 436 581
3.6	Accessoires et pièces spéciales de mise en œuvre		1	520 224	520 224
	TOTAL 3				**5 722 523**
4	**CONDUITES PRINCIPALES**				
4.1	PVC 50/PN6 à coller		187	1 800	336 604
4.2	PVC 63/PN6 à coller		175	2 100	368 357
4.3	PVC 75/PN6 à coller		368	3 210	1 182 118
4.4	PVC 90/PN6 à coller		656	7 000	4 592 812
4.5	PVC 110/PN6 à coller		1038	8 000	8 301 104
4.6	PVC 125/PN6 à coller		548	10 000	5 479 510
4.7	PVC 140/PN6 à joint		552	14 000	7 728 686
4.8	PVC 160/PN6 à joint		100	16 000	1 600 000
4.9	PVC 200/PN6 à joint		168	20 000	3 362 420

4.10	PVC 315/PN6 à joint		450	26 000	11 700 000
4.11	PVC 400/PN10 à joint		350	26 000	9 100 000
4.12	Ventouse Combinée 4"		12	52 014	624 168
4.13	Vanne à boule 4" M*F		12	36 736	440 832
4.14	Prises pour secondaire comprenant (un té, un réducteur, une vanne de régulation à 0,7b, avec accessoires, un Compteur volumétrique, un Clapet anti retour aux diamètres convenants)	U	12	750 000	9 000 000
4.15	Prises pour rampes portes lignes de goutteurs (un té, un réducteur, un mètre de conduites, trois té et quatre vannes aux diamètres convenants)	U	145	200 000	29 000 000
4.14	Accessoires et pièces spéciales de mise en œuvre		1	8 896 078	8 896 078
	TOTAL 4				**101 712 688**
5	**VANNES- FILTRATION- ACCESSOIRES**				**36 531 181**
5.1	Vanne de régulation aval plastique 2" électrique DC		80	154 023	12 321 840
5.2	Filtre à disque 3" à 130 microns		70	231 110	16 177 700
5.3	Filtre à disque 3" super angle 130 microns		4	435 703	1 742 812
5.4	Vanne à boule 2" M*F		6	36 736	220 416
5.5	Vanne papillon 3"		70	151 841	10 628 870
5.6	Ventouse combinée 1"		305	11 008	3 357 440
5.7	Ventouse combinée 2"		0	15 210	-
5.8	Injecteur venturi 3/4 0.9 F		305	37 336	11 387 480
5.9	Injecteur engrais venturi 3/4" complet		36	75 000	2 700 000
5.10	Accessoires et pièces spéciales de mise en œuvre		1	*29 000 000*	29 000 000
	TOTAL 5				**87 536 558**

6	**PORTE-RAMPES EN PVC**				
6.1	PVC DN50 PN6		2 857.6	1 500	4 286 400
6.1	PVC DN63 PN6		1 428.8	1 750	2 500 400
	PVC DN75 PN6		2 857.6	2 500	7 144 000
6.5	Accessoires et pièces spéciales de mise en œuvre		1	*5 210 717*	5 210 717
	TOTAL 6				**19 141 517**
7	**GOUTTE A GOUTTE**				
7.1	Lignes de goutteurs 0,6l/h espacement 0,3m épaisseur 1mm Pression de Service 0,7b		*1 020 549*	120.9	123 384 322
7.2	Tuyaux PVC 16/PN4		*7 072*	203	1 435 551
7.3	Accessoires de mise en œuvre (connecteurs,bouchons, raccords…)		1	*7 348 350*	4 992 795
	TOTAL 7				**129 812 668**
8	**AUTOMATISME**				
8.1	Controleur NMC Pro		2	2 277 101	4 554 202
8.2	Unité centrale radio complète		2	2 911 667	5 823 334
8.3	Radio transmetteur à 2 sorties/ 1 entrée		22	546 020	12 012 440
8.4	Carte expesion radio 2 sorties /2 entrées		312	55 274	17 245 488
8.5	Antenne Radio 1 par radio		88	101 191	8 904 808
8.6	Kit panneau solaire (1 par radio transmetteur)		44	228 450	10 051 800
8.7	Batteries 6V pour solaire		44	8 825	388 300
8.8	Accessoires de mise en œuvre		1	*853 686*	2 949 019
	TOTAL 8				**61 929 391**
	TOTAL GENERAL A				**478 996 704**
	TOTAL GENERAL A+B HT-HD				**877 346 586**
	Prix à l'hectare HT-HD				**12 158 351**
	TOTAL GENERAL A+B TTC (+18%)				**1 035 268 975**
	Prix à l'hectare TTC				**14 436 854**

PLAN DE L'AMENAGEMENT

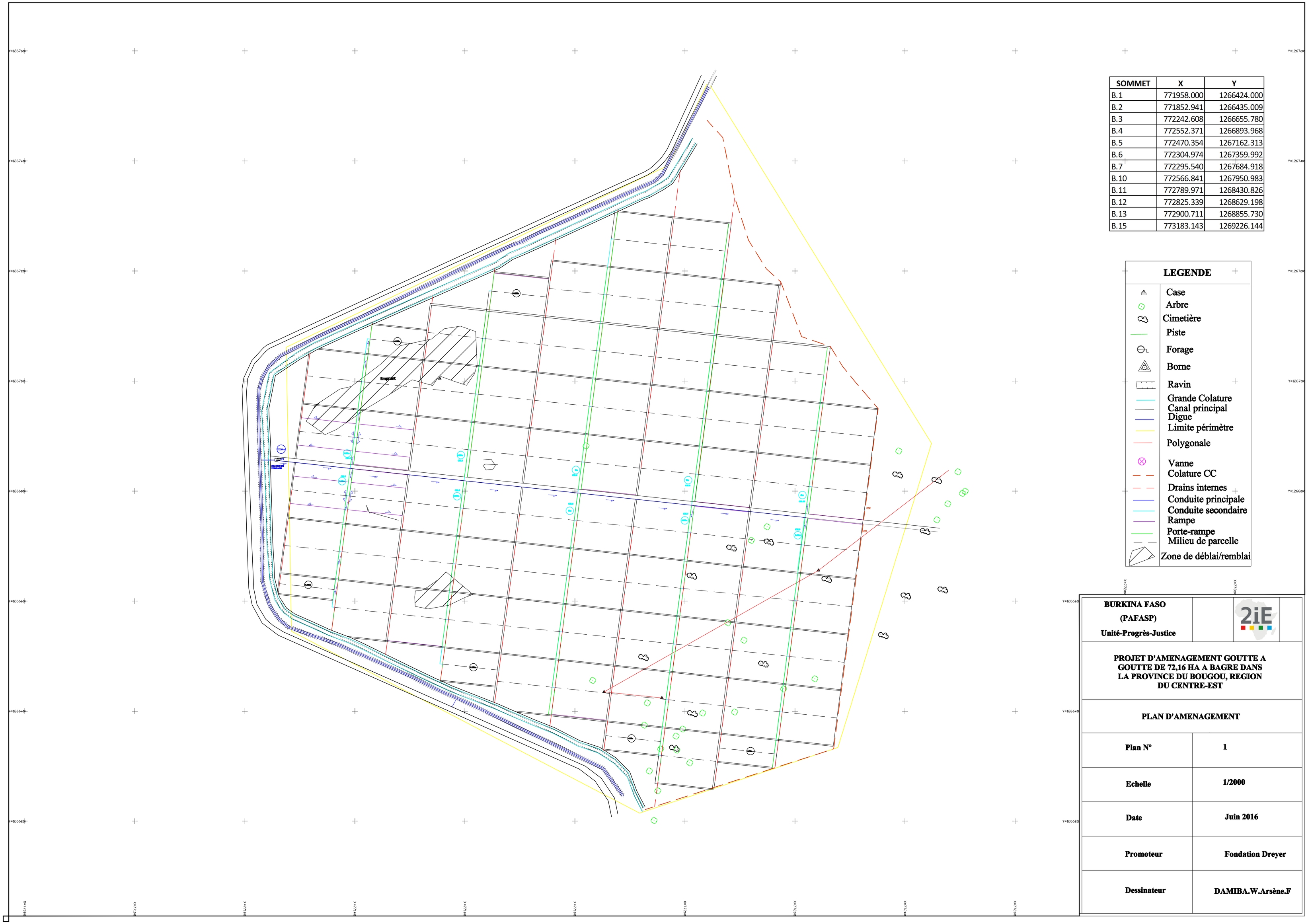
- **Plan de masse du périmètre ;**
- **Plan du réseau de drainage**

PLANS DES OUVRAGES PONCTUELS

- **Prise sur canal et puisard ;**
- **Abri motopompe ;**
- **Ouvrage de décharge ;**
- **Passerelle + Passage de conduite sous drains ;**
- **Magasin Entrepôt ;**
- **Carnet de nœud de la conduite principale ;**
- **Toilette**

PROFILS EN LONG DES CONDUITES ET DES DRAINS

- **Conduites secondaires et principales ;**
- **Colatures de ceinture ;**
- **Drains internes ;**



SOMMET	X	Y
B.1	771958.000	1266424.000
B.2	771852.941	1266435.009
B.3	772242.608	1266655.780
B.4	772552.371	1266893.968
B.5	772470.354	1267162.313
B.6	772304.974	1267359.992
B.7	772295.540	1267684.918
B.10	772566.841	1267950.983
B.11	772789.971	1268430.826
B.12	772825.339	1268629.198
B.13	772900.711	1268855.730
B.15	773183.143	1269226.144

LEGENDE

- Case
- Arbre
- Cimetière
- Piste
- Forage
- Borne
- Ravin
- Grande Colature
- Canal principal
- Digue
- Limite périmètre
- Polygonale
- Vanne
- Colature CC
- Drains internes
- Conduite principale
- Conduite secondaire
- Rampe
- Porte-rampe
- Milieu de parcelle
- Zone de déblai/remblai

BURKINA FASO
(PAFASP)
Unité-Progrès-Justice

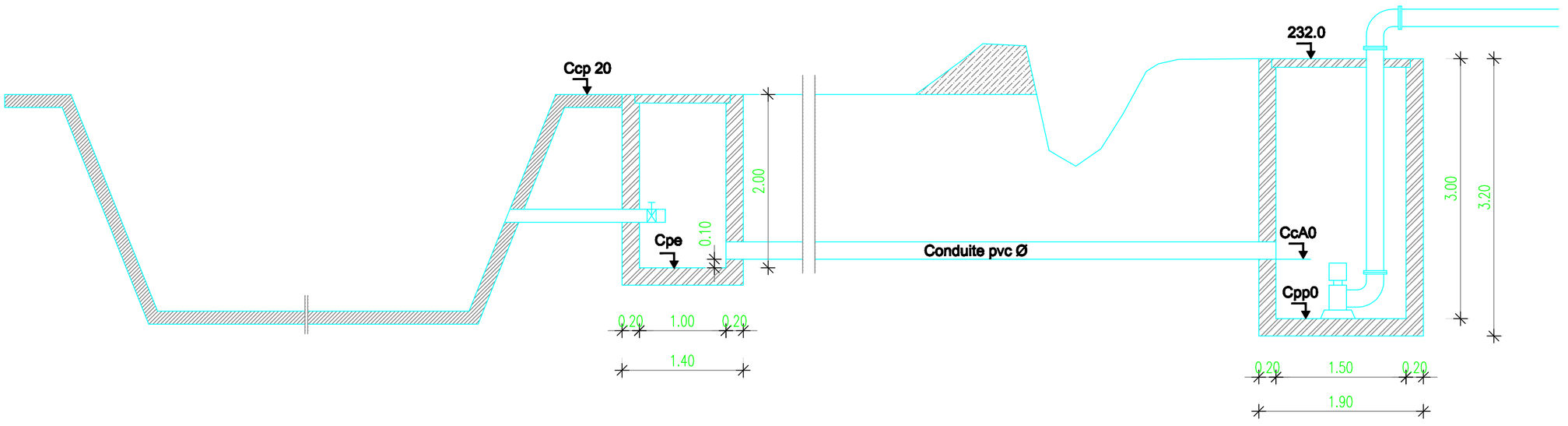
2iE

PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE DE 72,16 HA A BAGRE DANS LA PROVINCE DU BOUGOU, REGION DU CENTRE-EST

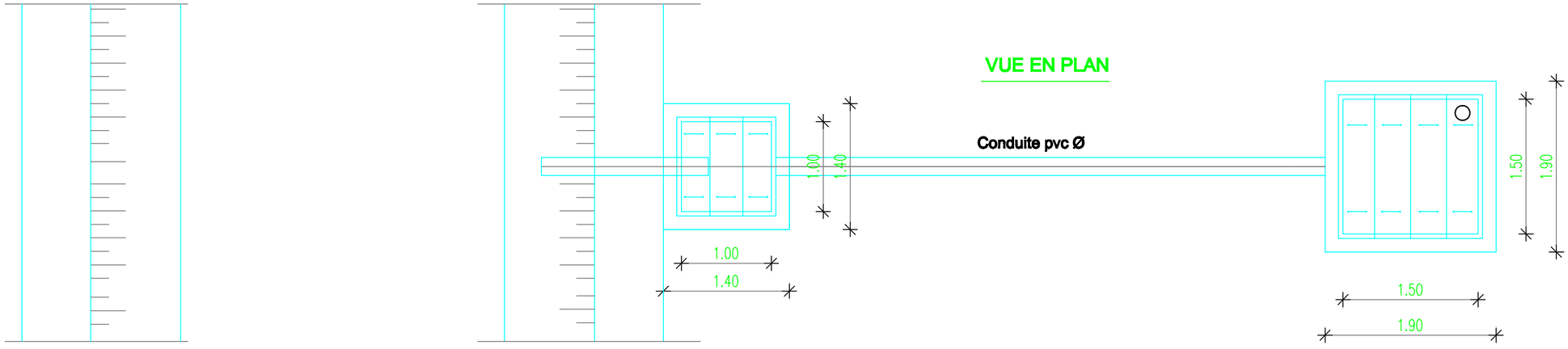
PLAN D'AMENAGEMENT

Plan N°	**1**
Echelle	**1/2000**
Date	**Juin 2016**
Promoteur	**Fondation Dreyer**
Dessinateur	**DAMIBA.W.Arsène.F**

COUPE A-A

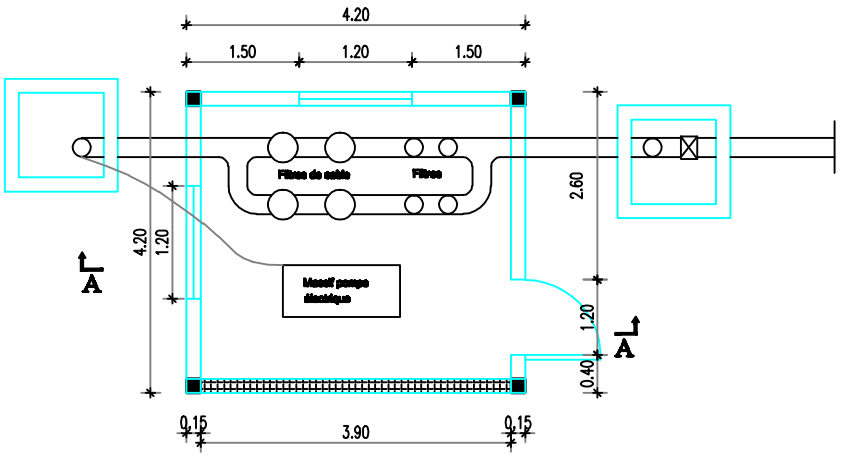


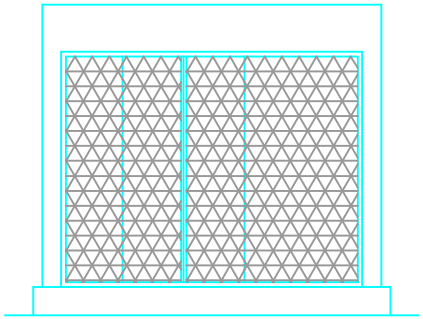
VUE EN PLAN



BURKINA FASO (PAFASP) 2iE	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST PROVINCE DU BOULGOU COMMUNE RURALE DE BAGRE PUISARD DE POMPAGE	Date : Juin 2016 ECHELLE :1/ 50 Plan N°1

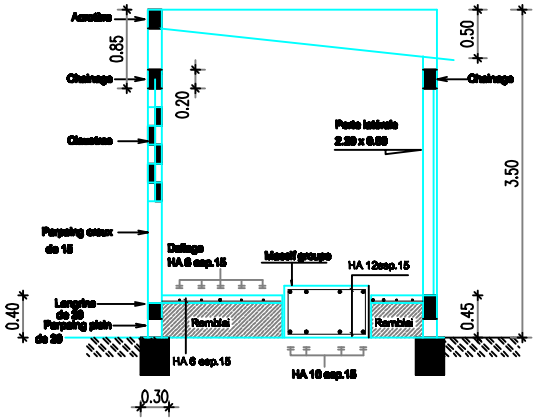
PLAN DE NIVEAU



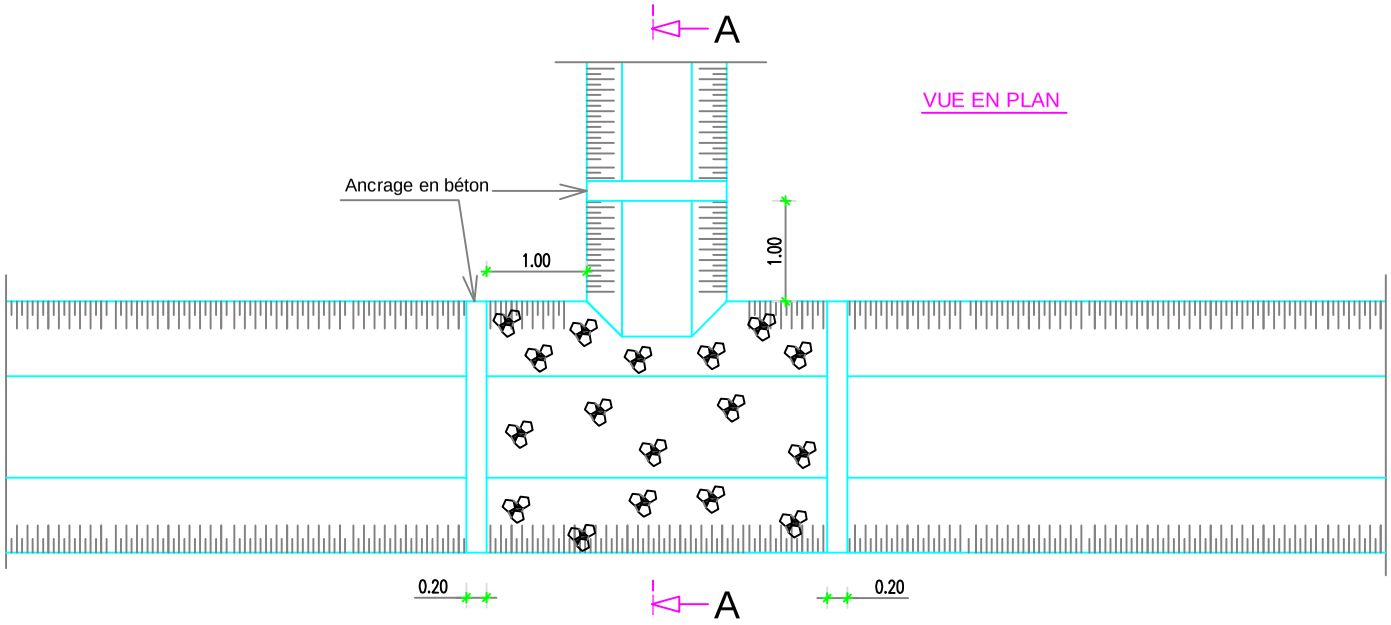


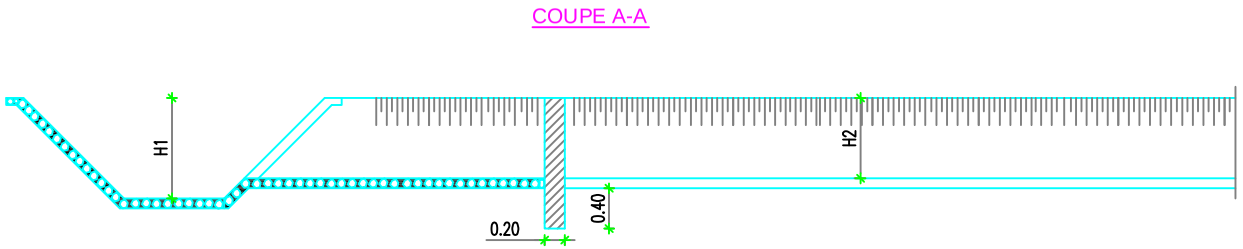
FACADE PRINCIPALE

COUPE A - A



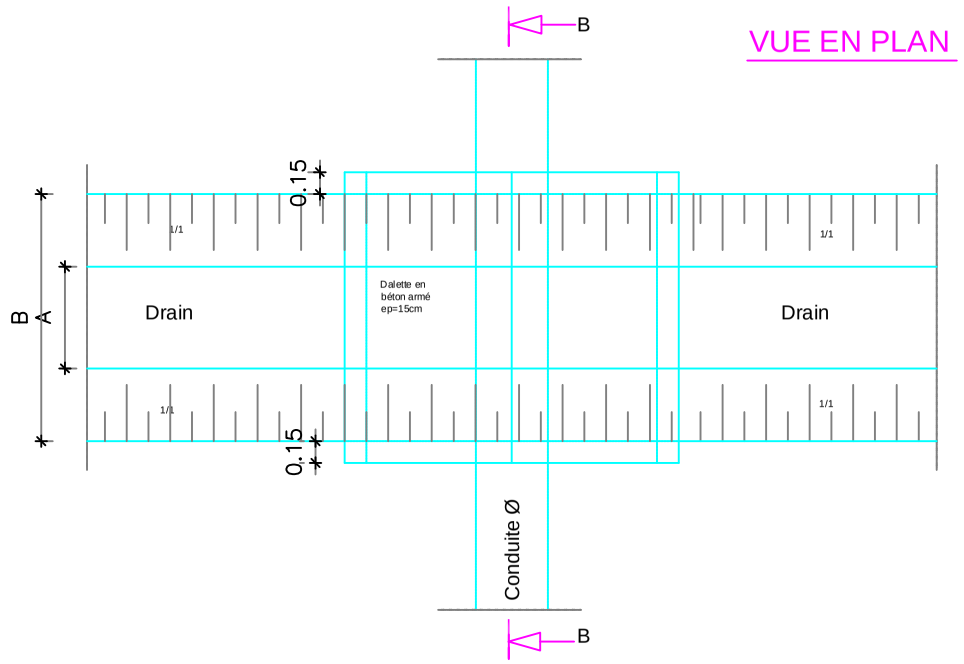
BURKINA FASO (PAFASP) 2iE	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST PROVINCE DU BOULGOU COMMUNE RURALE DE BAGRE ABRI MOTOPOMPE	Date : Juin 2016 ECHELLE :1/ 50 Plan N°2



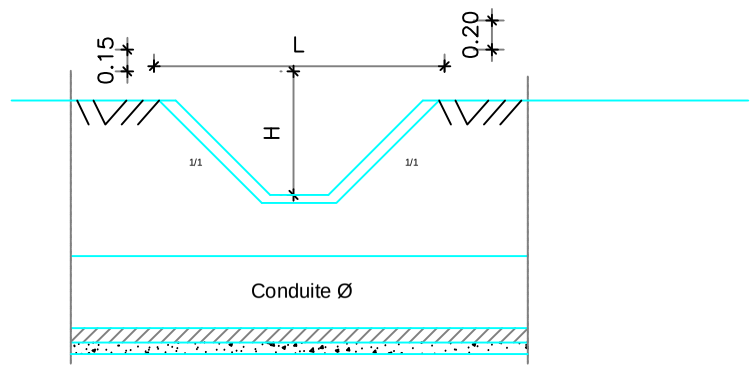


BURKINA FASO (PAFASP) **Unité-Progrès-Justice**	
PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE DE 72,16 HA A BAGRE	
Ouvrage de décharge	
Plan N°	**3**
Echelle	**1/50**
Date	**Juin 2016**
Promoteur	**Fondation Dreyer**
Dessinateur	**DAMIBA.W.Arsène.F**

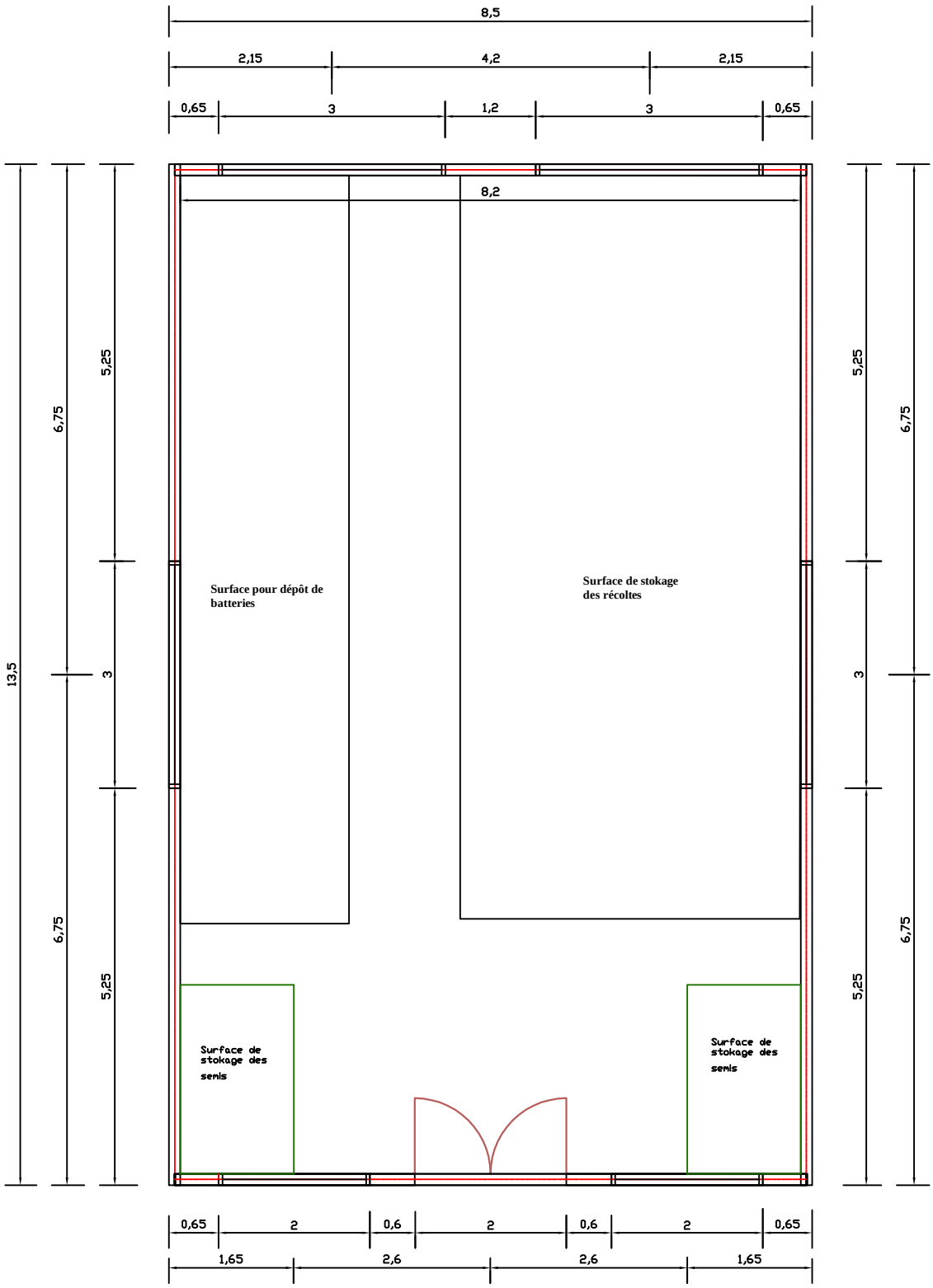
VUE EN PLAN



COUPE B-B

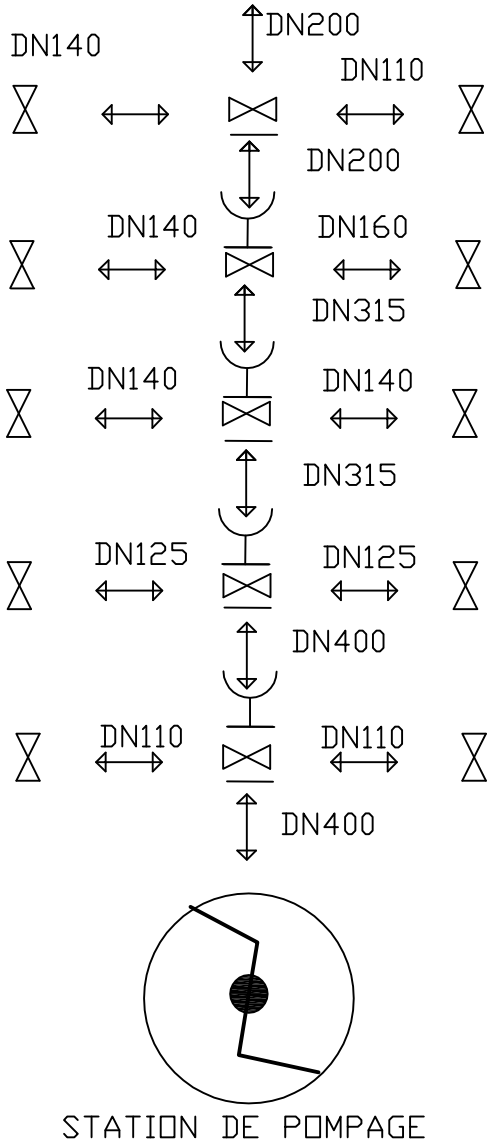


BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 50
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°4
			PASSAGE SOUS DRAINS	

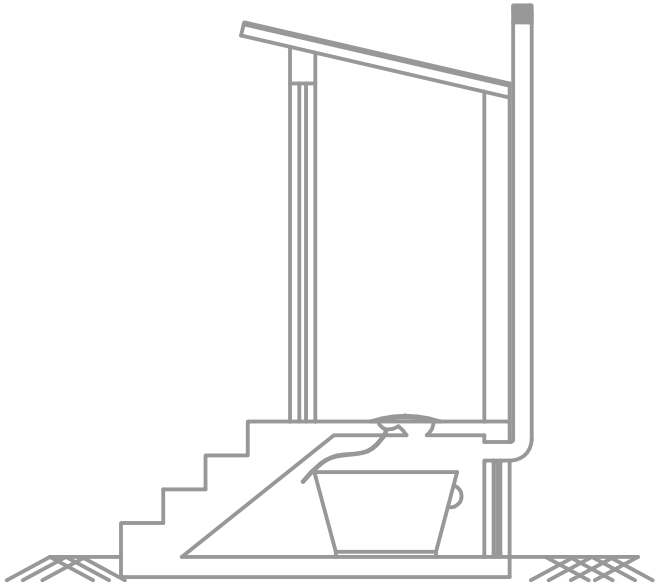


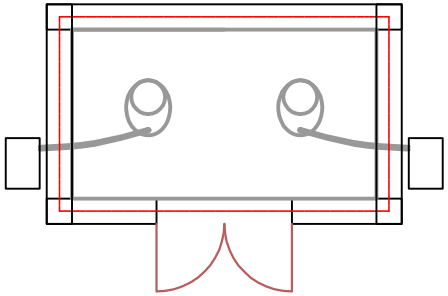
Magasin / local technique

BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 50
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°5
			LOCAL TECTHNIQUE/MAGSIN	

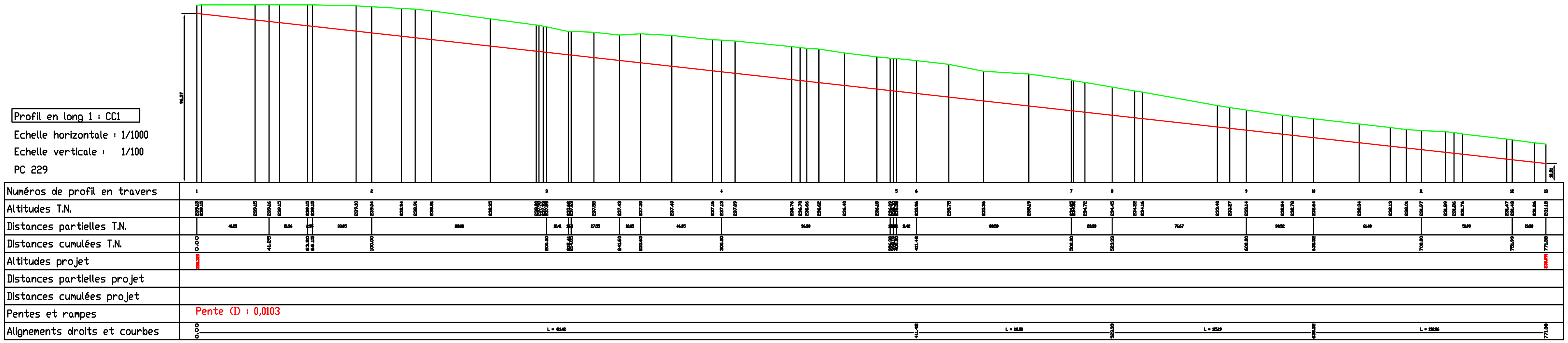


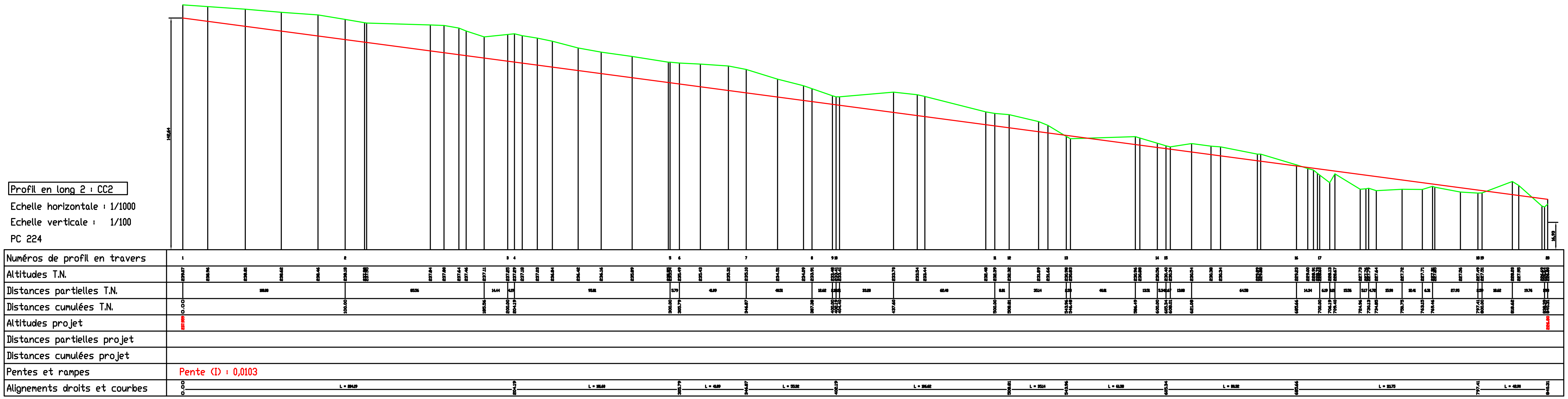
BURKINA FASO (PAFASP) **Unité-Progrès-Justice**	
PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE DE 72,16 HA A BAGRE	
Carnet de noeud de la conduite principale	
Plan N°	**1**
Echelle	**1/50**
Date	**Juin 2016**
Promoteur	**Fondation Dreyer**
Dessinateur	**DAMIBA.W.Arsène.F**





BURKINA FASO (PAFASP) **Unité-Progrès-Justice**	
PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE DE 72,16 HA A BAGRE	
Toilette	
Plan N°	**2**
Echelle	**1/50**
Date	**Juin 2016**
Promoteur	**Fondation Dreyer**
Dessinateur	**DAMIBA.W.Arsène.F**





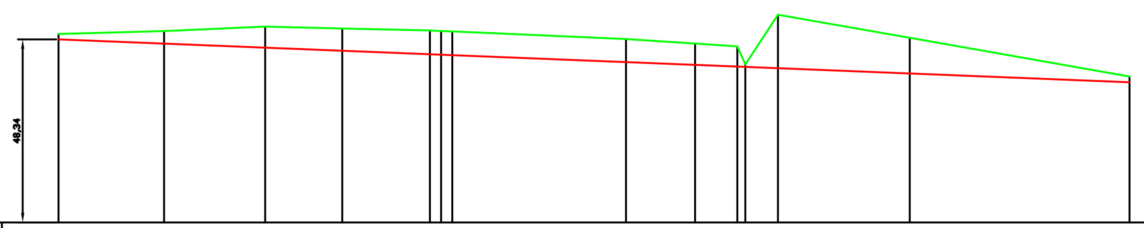
BURKINA FASO (PAFASP) Unité-Progrès-Justice	2iE
PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE DE 72,16 HA A BAGRE	
Profil en long des colatures	
Plan N°	1
Echelle	1/1000
Date	Juin 2016
Promoteur	Fondation Dreyer
Dessinateur	DAMIBA.W.Arsène.F

Profil en long 3 : DS1

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



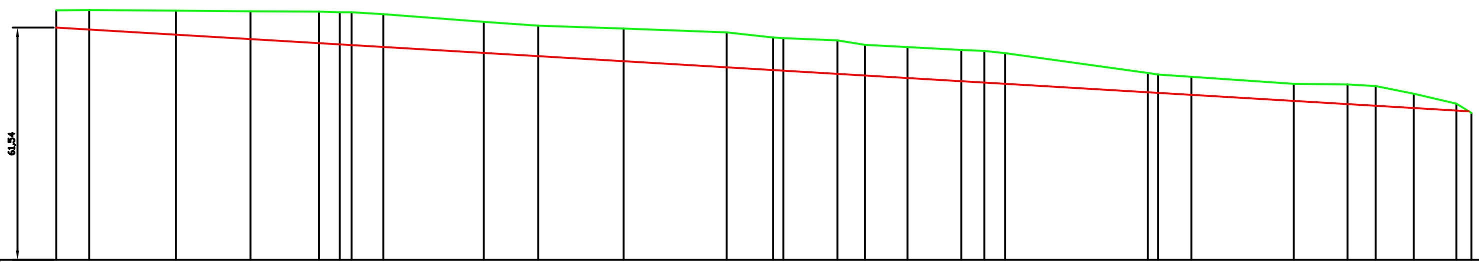
Numéros de profil en travers	1 2 3 4 5
Altitudes T.N.	231.32 231.37 231.45 231.42 231.38 231.37 231.36 231.23 231.15 231.10 230.79 231.66 231.25 230.57
Distances partielles T.N.	36.39 13.61 50.00 21.03 5.74 23.23 38.73
Distances cumulées T.N.	0.00 36.39 50.00 100.00 121.03 126.77 150.00 188.73
Altitudes projet	
Distances partielles projet	
Distances cumulées projet	
Pentes et rampes	
Alignements droits et courbes	0.00 L = 188.73 188.73

Profil en long 4 : DS2

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



Numéros de profil en travers	1 2 3 4 5 6
Altitudes T.N.	232.40 232.41 232.40 232.39 232.38 232.37 232.37 232.34 232.20 232.14 232.08 232.02 231.93 231.91 231.87 231.79 231.75 231.71 231.69 231.65 231.30 231.27 231.23 231.11 231.10 231.07 230.93 230.76 230.59
Distances partielles T.N.	5.85 44.15 50.00 50.00 50.00 49.37
Distances cumulées T.N.	0.00 5.85 50.00 100.00 150.00 200.00 249.37
Altitudes projet	
Distances partielles projet	
Distances cumulées projet	
Pentes et rampes	
Alignements droits et courbes	0.00 L = 249.37 249.37

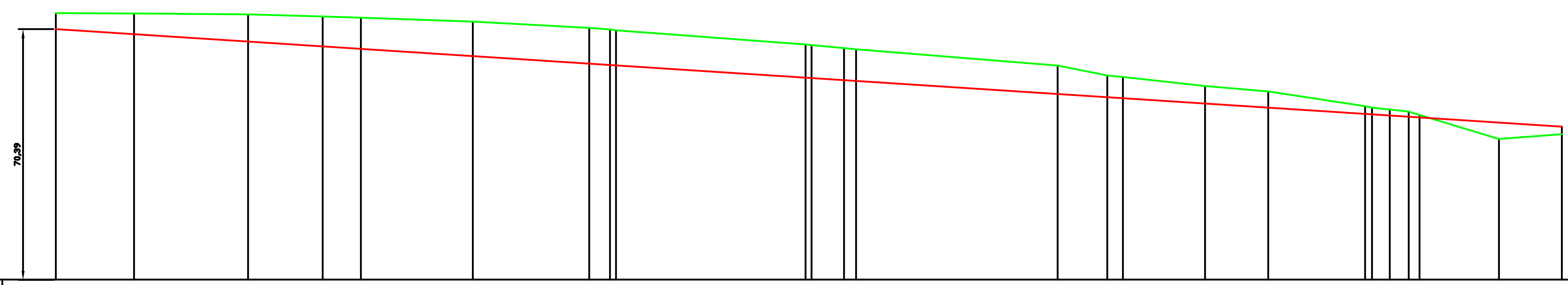
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	
			Profil en long drains	Plan N°2

Profil en long 5 : DS3

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



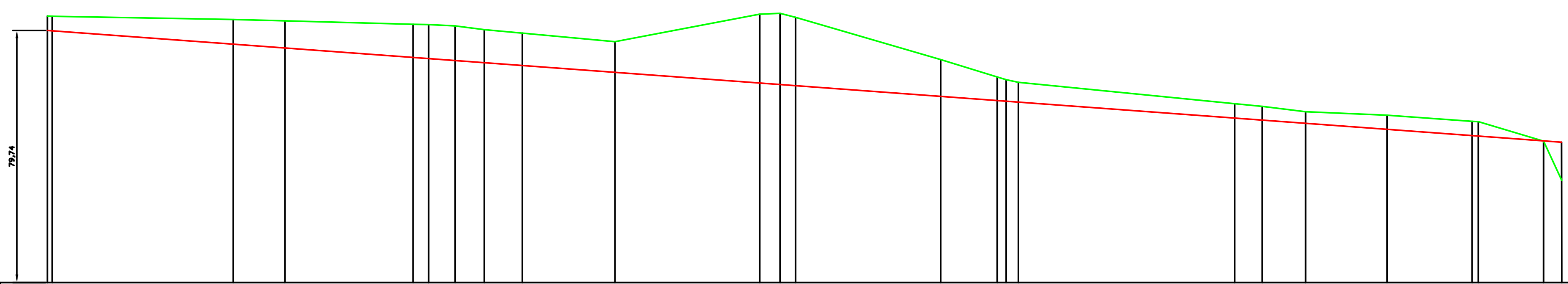
Numéros de profil en travers	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Altitudes T.N.	232.99, 232.98, 232.97, 232.93, 232.90, 232.83, 232.71, 232.68, 232.67, 232.40, 232.39, 232.33, 232.31, 232.01, 231.82, 231.79, 231.63, 231.52, 231.25, 231.22, 231.18, 231.15, 231.09, 230.63, 230.72
Distances partielles T.N.	50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 20.46, 11.78
Distances cumulées T.N.	0.00, 50.00, 100.00, 150.00, 200.00, 250.00, 270.46, 282.24
Altitudes projet	
Distances partielles projet	
Distances cumulées projet	
Pentes et rampes	
Alignements droits et courbes	0.00, L = 282.24, 282.24

Profil en long 6 : DS4

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



Numéros de profil en travers	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Altitudes T.N.	[illegible], 233.62, 233.55, 233.52, 233.44, 233.44, 233.41, 233.33, 233.26, 233.08, 233.66, 233.67, 233.59, 232.70, 232.33, 232.28, 232.22, 231.77, 231.72, 231.60, 231.53, 231.40, 231.39, 230.98, 230.15
Distances partielles T.N.	50.00, 50.00, 19.50, 30.50, 4.28, 45.72, 50.00, 50.00, 18.90
Distances cumulées T.N.	0.00, 50.00, 100.00, 119.50, 150.00, 154.28, 200.00, 250.00, 300.00, 318.90
Altitudes projet	
Distances partielles projet	
Distances cumulées projet	
Pentes et rampes	
Alignements droits et courbes	0.00, L = 318.90, 318.90

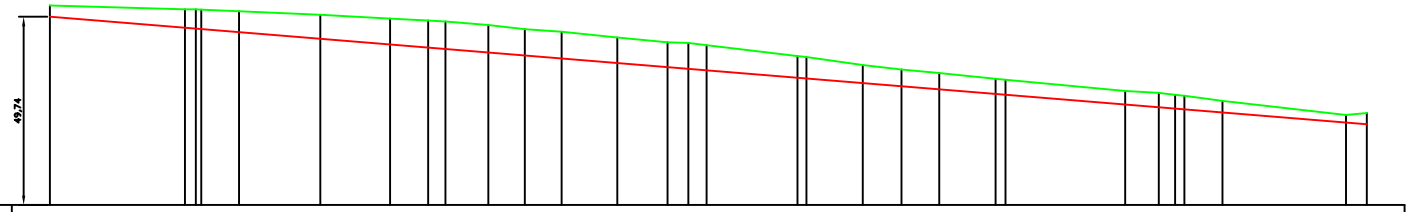
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	
			Profil en long drains	Plan N°3

Profil en long 7 : DS5

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 229



Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altitudes T.N.	234.27	234.17 234.13 234.12	234.03	233.92	233.87 233.85	233.74	233.64	233.59	233.43
Distances partielles T.N.		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	42.71	5.47
Distances cumulées T.N.	0.00	150.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	342.71	348.18
Altitudes projet									
Distances partielles projet									
Distances cumulées projet									
Pentes et rampes									
Alignements droits et courbes	0.00	L = 348.18							348.18

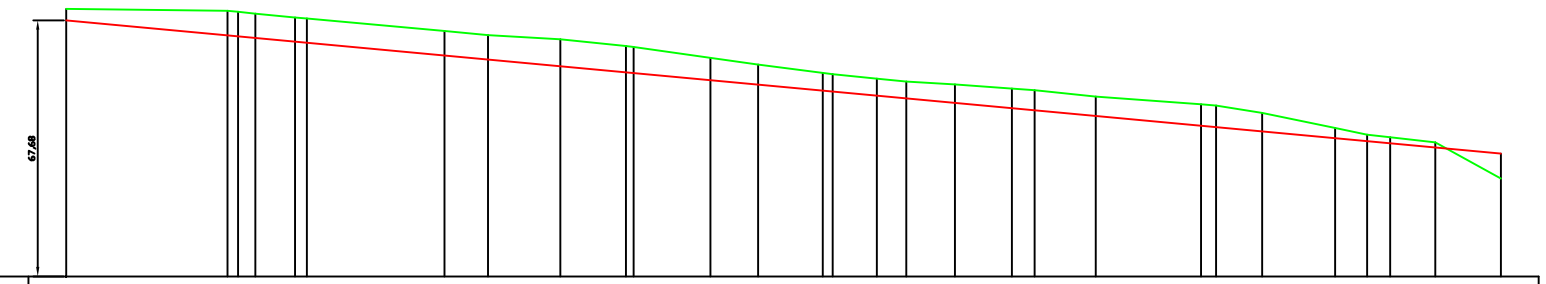
Altitudes T.N.	233.30	233.28 233.22	232.94 232.91	232.70	232.59	232.48	232.34 232.31	232.01	231.94 231.91 231.88	231.75	231.38 231.43

Profil en long 8 : DS6

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altitudes T.N.	235.07	235.03 235.00 234.95	234.85 234.82	234.49	234.38	234.27	234.19 234.17	233.78	233.60	232.39 232.35 232.33	232.23	232.16	232.08	232.97 232.92	232.76	232.55 232.52	232.33	231.93	231.75	231.68	231.55	230.59
Distances partielles T.N.		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	29.32	
Distances cumulées T.N.	0.00	150.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	379.32	
Altitudes projet									
Distances partielles projet									
Distances cumulées projet									
Pentes et rampes									
Alignements droits et courbes	0.00	L = 379.32							379.32

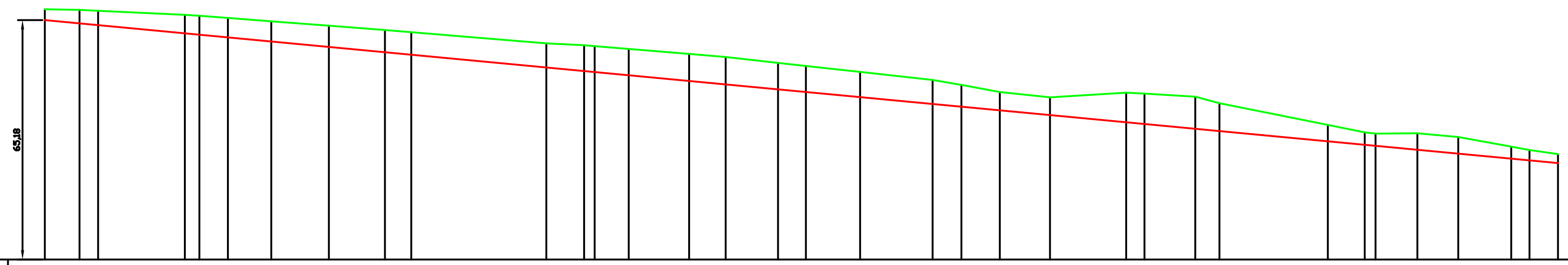
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°4
			Profil en long drains	

Profil en long 9 : DS7

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 229



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances cumulées T.N.
1	235.82	0.00
	235.80	
	235.77	
	235.67	
	235.63	
2	235.58	50.00
	235.49	
	235.37	
	235.24	
3	235.19	100.00
	234.89	
	234.84	
4	234.81	150.00
	234.73	
	234.60	
	234.52	
5	234.35	200.00
	234.27	
	234.11	
	233.89	
6	233.75	250.00
	233.56	
	233.41	274.17
	233.54	294.96
7	233.51	300.00
	233.43	
	233.25	
8	232.66	350.00
	232.46	
	232.43	363.03
	232.44	374.40
	232.33	
9	232.07	400.00
	231.98	
10	231.87	412.77

Distances partielles T.N. : 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 24.17 – 20.79 – 5.04 – 50.00 – 13.03 – 11.37 – 25.60 – 12.77

Altitudes projet / Distances partielles projet / Distances cumulées projet / Pentes et rampes : (vides)

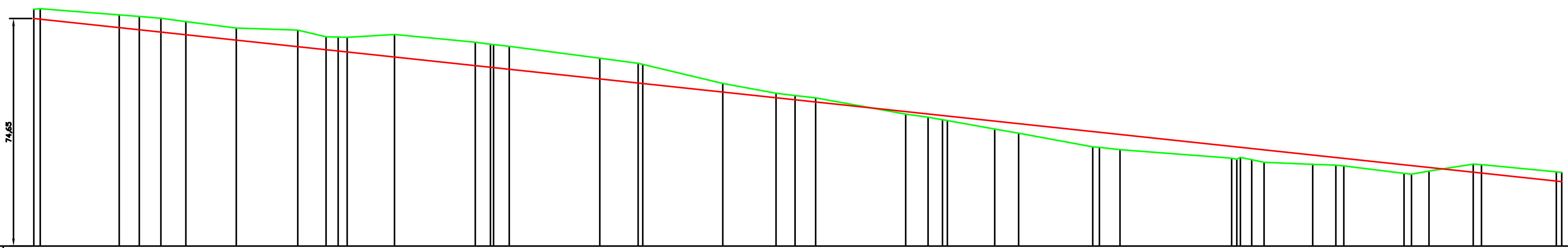
Alignements droits et courbes : 0.00 — L = 412.77 — 412.77

Profil en long 10 : DS8

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 229



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances cumulées T.N.
1	236.77	0.00
	236.78	2.14
	236.58	
	236.53	
	236.47	
2	236.36	50.00
	236.15	
	236.08	
	235.86	
3	235.85	100.00
	235.84	102.93
	235.94	118.44
	235.68	
4	235.62 / 235.61	150.00
	235.55	
	235.16	
5	234.99 / 234.95	200.00
	234.33	
	234.01	
6	233.94	250.00
	233.86	
	233.32	
	233.23	
	233.14	
7	233.11	300.00
	232.84	
	232.70	
	232.26	
8	232.23	350.00
	232.16	
	231.88 / [illegible] / 231.90	395.00 / 396.26
9	231.83	400.00
	231.75	
	231.68	
	231.66	
	231.63	
10	231.38	450.00
	231.36	452.48
	231.46	
	231.69	472.70
	231.67	
11/12	231.43	500.00
	231.41	501.76

Distances partielles T.N. : 2.14 – 47.86 – 50.00 – 2.93 – 15.51 – 31.56 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 45.08 – [illegible] – 50.00 – 2.48 – 20.22 – 27.30 – 1.76

Altitudes projet / Distances partielles projet / Distances cumulées projet / Pentes et rampes : (vides)

Alignements droits et courbes : 0.00 — L = 501.76 — 501.76

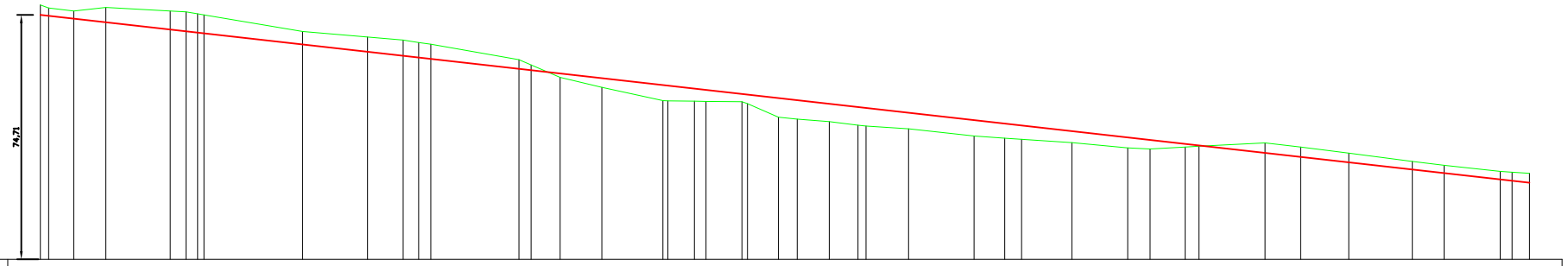
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°5
			Profil en long drains	

Profil en long 11 : DS9

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 230



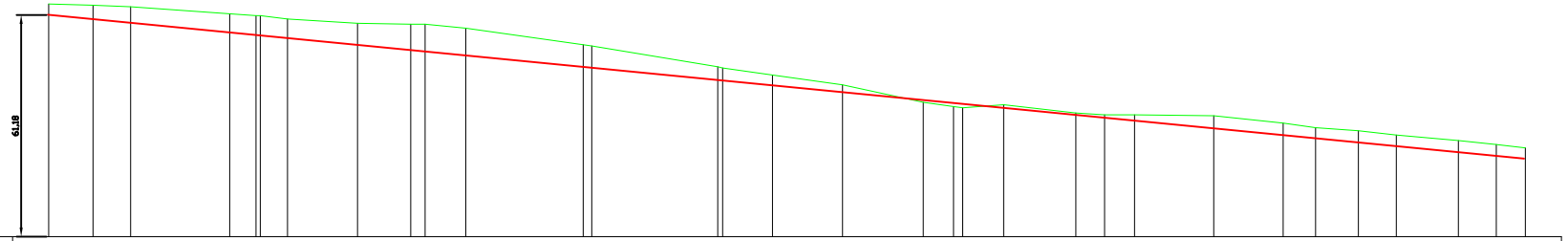
Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Altitudes T.N.	237.77 237.68	237.59	237.70	237.59 237.57 237.48	236.96	236.80	236.71 236.63 236.58	236.10 235.94	235.56	235.26	234.85 234.83 234.83	234.83 234.83	234.82 234.76	234.25	234.29	234.21	234.10 234.07	233.99	233.77	233.70 233.67	233.57	233.41	233.37	233.43 233.46	233.56	233.44	233.25	232.99	232.87	232.69	232.66	232.63
Distances partielles T.N.		10.16	9.79	30.05	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	39.29	10.71	24.45	25.55	50.00		5.29	
Distances cumulées T.N.	0.00	10.16	19.95	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	339.29	350.00	374.45	400.00	450.00	455.29	
Altitudes projet																															
Distances partielles projet																															
Distances cumulées projet																															
Pentes et rampes																															
Alignements droits et courbes	0.00	L = 455.29	455.29																												

Profil en long 12 : DS10

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 232



Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altitudes T.N.	238.42	238.38	238.34	238.15 238.18 238.18	238.01	237.88	237.86 237.86	237.75	237.30 237.26	236.68 236.65 236.65	236.46	236.19	235.71	235.59 235.55	235.64	235.41	235.36	235.36	235.33	235.13	235.00	234.92	234.80	234.65	234.54	234.45
Distances partielles T.N.		50.00		7.27 1.09	41.54	50.00		50.00	50.00	50.00	2.49	11.39	36.12		50.00		50.00		7.97	
Distances cumulées T.N.	0.00	50.00	58.42	100.00	150.00	200.00	250.00 252.49	263.88	300.00	350.00	400.00	407.97	
Altitudes projet																										
Distances partielles projet																										
Distances cumulées projet																										
Pentes et rampes																										
Alignements droits et courbes	0.00	L = 407.97	407.97																							

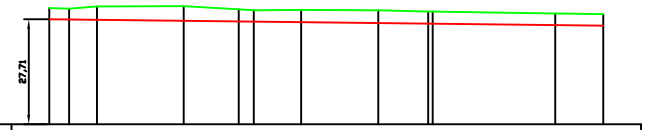
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016	
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100	
			COMMUNE RURALE DE BAGRE		
			Profil en long drains	Plan N°6	

Profil en long 13 : DS1'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



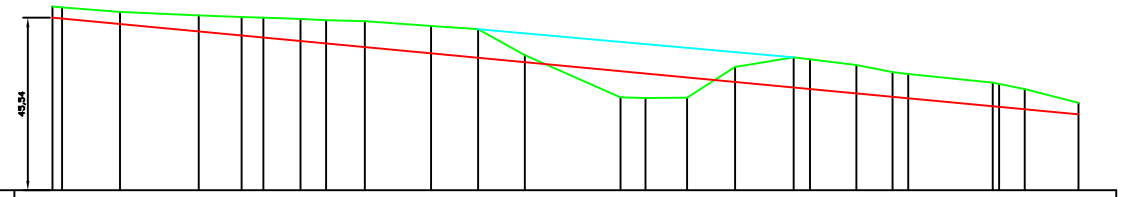
Numéros de profil en travers	1	2	3	4
Altitudes T.N.	231.07 231.06 231.11	231.12 231.04 231.01	231.02 231.01	230.93 230.91
Distances partielles T.N.	5.83	38.23	14.56 3.97 12.51	33.52 46.25
Distances cumulées T.N.	0.00 15.82	35.44 50.00 53.97	66.48 100.00	146.25
Altitudes projet				
Distances partielles projet				
Distances cumulées projet				
Pentes et rampes				
Alignements droits et courbes	0.00	L = 146.25		146.25

Profil en long 15 : DS3'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



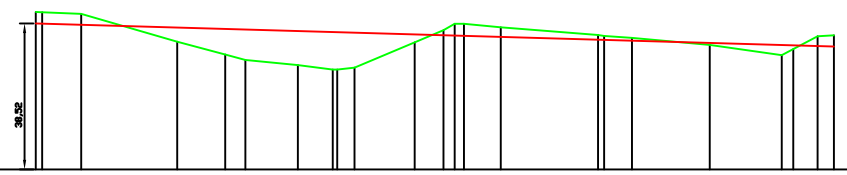
Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7
Altitudes T.N.	232.86 232.83	232.71 232.61	232.59 232.56 232.52 232.49 232.46	232.34 232.26 231.97	230.45 230.44 230.44 230.26	231.51 231.46 231.31 231.18 231.07	230.84 230.67 230.31
Distances partielles T.N.		50.00	50.00	50.00	6.63 39.13	4.05 50.00	28.94
Distances cumulées T.N.	0.00	50.00	100.00	150.00 156.63	195.75 200.00	250.00	278.94
Altitudes projet							
Distances partielles projet							
Distances cumulées projet							
Pentes et rampes							
Alignements droits et courbes	0.00	L = 278.94					278.94

Profil en long 14 : DS2'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



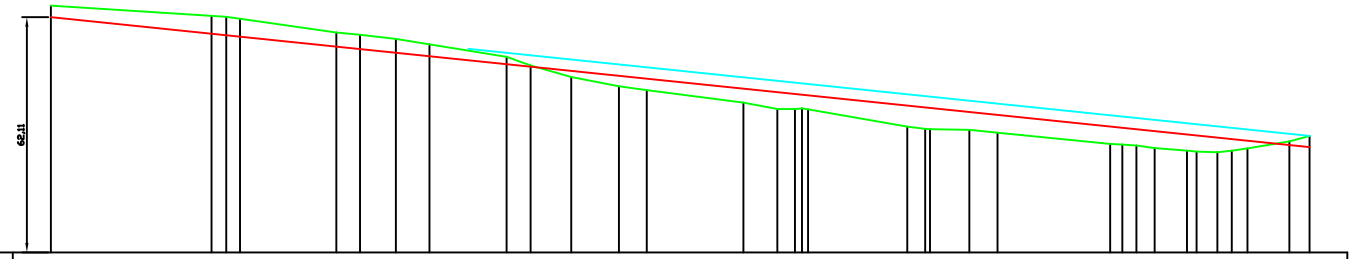
Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6
Altitudes T.N.	232.16 232.11	231.37 231.03 230.89	230.76 230.64 230.60	231.36 231.68 231.85 231.84	231.75 231.52 231.47	231.29 231.02 231.18 231.52 231.54
Distances partielles T.N.	5.00	50.00	29.59 29.42	18.58 39.42	46.95	18.67
Distances cumulées T.N.	0.00	50.00	79.59 100.00	110.58 150.00	196.95 200.00	210.67
Altitudes projet						
Distances partielles projet						
Distances cumulées projet						
Pentes et rampes						
Alignements droits et courbes	0.00	L = 210.67				210.67

Profil en long 16 : DS4'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 227



Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitudes T.N.	233.51	233.24 233.28 233.17	232.80 232.74 232.64 232.49	232.16 231.94 231.63	231.39 231.28	230.95 230.79 230.72 230.70 230.67	230.32 230.25 230.23	230.16 229.96 229.85 229.82 229.76	229.68 229.66 229.64 229.49 229.75	229.93 230.08
Distances partielles T.N.	50.00	50.00	50.00	50.00	41.83	6.25	50.00	50.00	6.00 24.37	
Distances cumulées T.N.	0.00	50.00	100.00	150.00	191.83	198.08 200.00	250.00		300.00 306.00	332.37
Altitudes projet										
Distances partielles projet										
Distances cumulées projet										
Pentes et rampes										
Alignements droits et courbes	0.00	L = 332.37								332.37

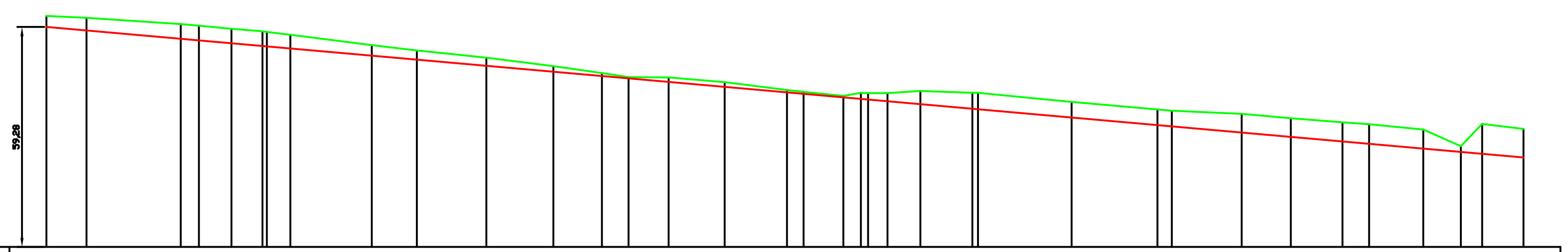
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016	
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100	
			COMMUNE RURALE DE BAGRE		
			Profil en long drains	Plan N°7	

Profil en long 17 : DS5'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 228



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances partielles T.N.	Distances cumulées T.N.
1	234.23		0.00
	234.18		
	234.00	50.00	
	233.96		
2	233.89		50.00
	233.81		
	233.80		
	233.72	50.00	
	233.44		
3	233.30		100.00
	233.10	50.00	
	232.88		
4	232.69		150.00
	232.58		
	232.57	50.00	
	232.45		
5	232.24		200.00
	232.18	15.22	
	232.07	4.67	215.22
	232.16		219.89
	232.15	7.26	
	232.15	8.85	227.15
	232.20	14.00	236.00
6	232.16		250.00
	232.15		
	231.91	50.00	
7	231.71		300.00
	231.68		
	231.59	50.00	
	231.47		
8	231.36		350.00
	231.31		
	231.17	31.96	
	230.72	5.70	381.96
	231.32	11.21	387.66
9	231.18		398.87

Altitudes projet

Distances partielles projet

Distances cumulées projet

Pentes et rampes

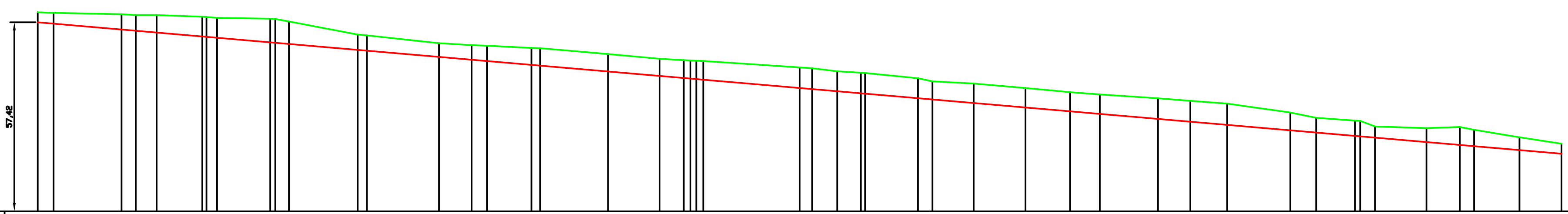
Alignements droits et courbes: 0.00 — L = 398.87 — 398.87

Profil en long 18 : DS6'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 229



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances partielles T.N.	Distances cumulées T.N.
1	235.04		0.00
	235.03		
	234.99	50.00	
	234.96		
	234.96		
2	234.91		50.00
	234.91		
	234.88		
	234.85	50.00	
	234.84		
	234.77		
	234.37		
3	234.34		100.00
	234.11	50.00	
	234.05		
	234.03		
4	233.96		150.00
	233.95		
	233.78	50.00	
	233.64		
5	233.59		200.00
	[illegible]		
	[illegible]		
	[illegible]		
	233.56		
	233.37	50.00	
	233.34		
	233.25		
6	233.21		250.00
	233.20		
	233.04	50.00	
	232.95		
	232.88		
7	232.75		300.00
	232.62		
	232.55	50.00	
	232.43		
8	232.36		350.00
	232.27		
	232.00	50.00	
	231.84		
9	231.76		400.00
	231.75		
	231.58	21.78	
	231.53	10.09	421.78
	231.56		431.87
	231.48	18.13	
10	231.25	12.76	450.00
11	231.05		462.76

Altitudes projet

Distances partielles projet

Distances cumulées projet

Pentes et rampes

Alignements droits et courbes: 0.00 — L = 462.76 — 462.76

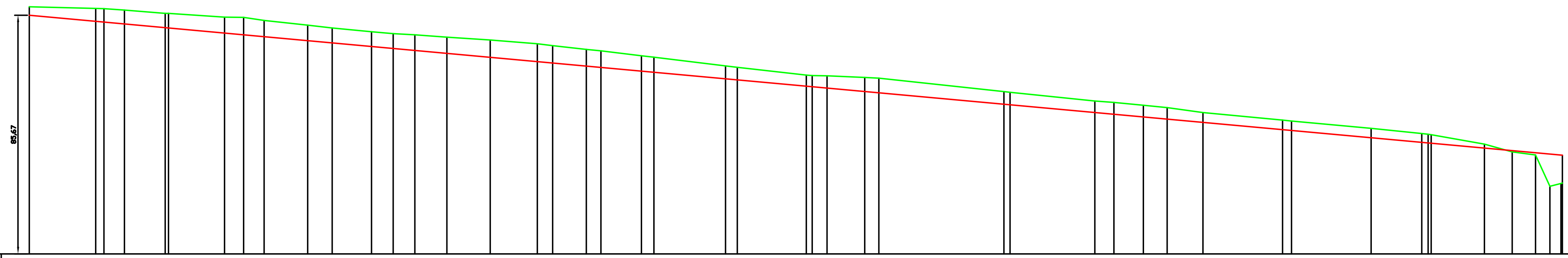
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°8
			Profil en long drains	

Profil en long 19 : DS7'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 227



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances cumulées T.N.
1	235.87	0.00
	235.81	
	235.80	
	235.75	
	235.64	
2	235.63	50.00
	235.50	
	235.49	
	235.38	
3	235.21	100.00
	235.11	
	234.97	
	234.90	
	234.86	
4	234.78	150.00
	234.67	
	234.54	
	234.47	
5	234.34	200.00
	234.28	
	234.11	
	234.06	
6	233.75	250.00
	233.70	
	233.42	
	233.40	
	233.39	
7	233.33	300.00
	233.31	
8	232.83	350.00
	232.80	
	232.48	
	232.44	
9	232.33	400.00
	232.25	
	232.07	
10	231.80	450.00
	231.77	
	231.51	
11	231.32	500.00
	231.29	
	231.28	
	230.94	
	230.66	
	230.55	
	229.43	546.01
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Distances partielles T.N. : 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 46.01 – [illegible]

Altitudes projet

Distances partielles projet

Distances cumulées projet

Pentes et rampes

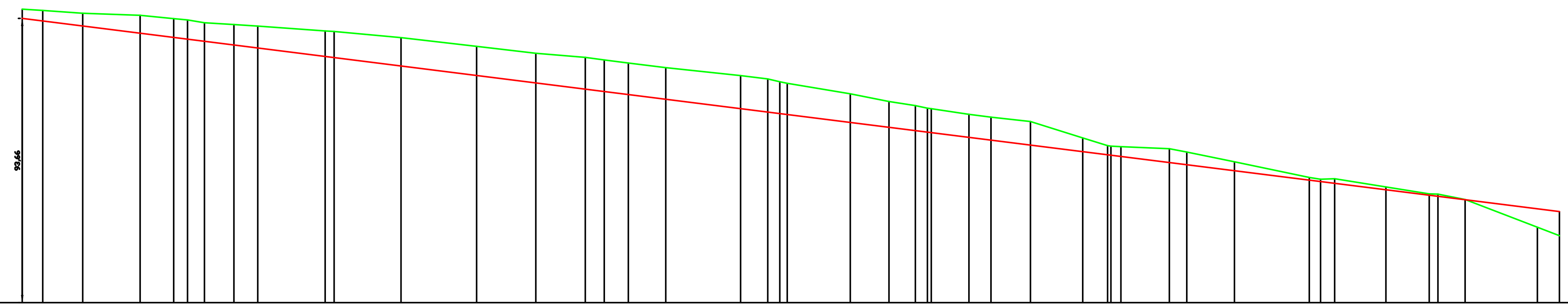
Alignements droits et courbes : 0.00 – L = 550.51 – 550.51

Profil en long 20 : DS8'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 227



Numéros de profil en travers	Altitudes T.N.	Distances cumulées T.N.
1	236.67	0.00
	236.63	
	236.54	
	236.47	
2	236.36	50.00
	236.32	
	236.23	
	236.16	
	236.11	
3	235.95	100.00
	235.93	
	235.74	
4	235.45	150.00
	235.22	
	235.08	
	235.00	
5	234.90	200.00
	234.74	
	234.48	
	234.37	
6	234.28	250.00
	234.23	
	233.88	
	233.63	
	233.50	
	233.41	
7	233.39	300.00
	233.20	
	233.11	
	232.97	
8	232.43	350.00
	232.17	
	232.16	
	232.14	
	232.07	
	231.96	
9	231.64	400.00
	231.13	
	231.06	428.44
	231.08	433.06
10	230.81	450.00
	230.59	
	230.57	
	230.40	
11	229.48	500.00
12	229.20	507.29

Distances partielles T.N. : 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 50.00 – 28.44 – 4.62 – 16.94 – 50.00 – 7.29

Altitudes projet

Distances partielles projet

Distances cumulées projet

Pentes et rampes

Alignements droits et courbes : 0.00 – L = 507.29 – 507.29

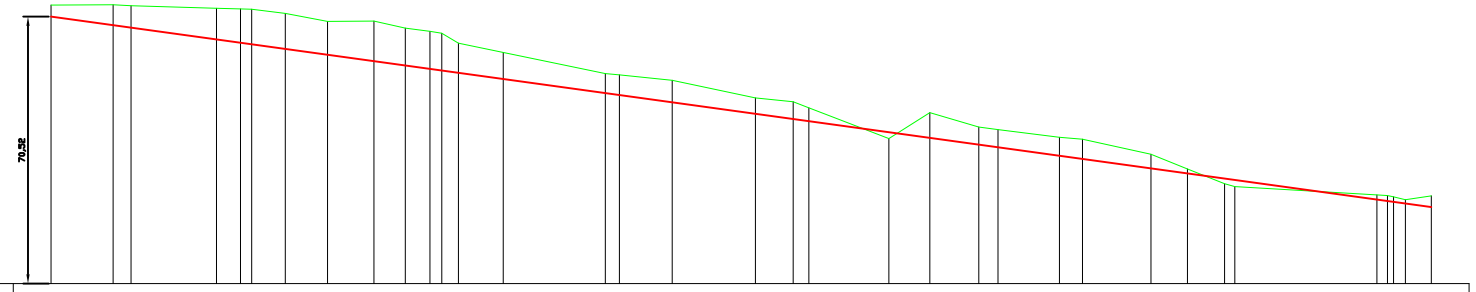
BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100
			COMMUNE RURALE DE BAGRE	Plan N°9
			Profil en long drains	

Profil en long 21 : DS9'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 230



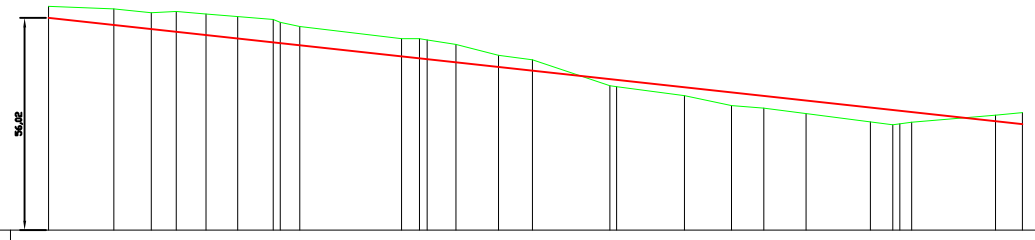
Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altitudes T.N.	237.35	237.36 237.34	237.27 237.25 237.24	237.13	236.92	236.93	236.75	236.66 236.61	236.34	236.10	235.54 235.51	235.37	234.91	234.81 234.64	233.83	234.51	234.13	234.07	233.86 233.81	233.42	233.03	232.64 232.56	232.34 232.30 232.28 232.22	232.32
Distances partielles T.N.		16.42	33.58	22.98	12.22	14.80	50.00	50.00	21.14	10.80	18.06	50.00	50.00	7.49	6.85	
Distances cumulées T.N.	0.00	16.42	50.00	72.98	85.20	100.00	150.00	200.00	221.14	231.94	250.00	300.00	350.00	357.49	364.34	
Altitudes projet																
Distances partielles projet																
Distances cumulées projet																
Pentes et rampes																
Alignements droits et courbes	0.00	L = 364.34													364.34	

Profil en long 22 : DS10'

Echelle horizontale : 1/1000

Echelle verticale : 1/100

PC 232



Numéros de profil en travers	1	2	3	4	5	6	7
Altitudes T.N.	237.90	237.84	237.73	237.77	237.70	237.63	237.36 237.48	237.38	237.06	237.02 237.00	236.90	236.62	236.50	235.91 235.83	235.55	235.29	235.22	235.07	234.86	234.78 234.66 234.65	235.03	235.10
Distances partielles T.N.		27.19	6.53	16.27	50.00	50.00	50.00	22.86	27.14	7.87	
Distances cumulées T.N.	0.00	27.19	33.73	50.00	100.00	150.00	200.00	222.86	250.00	257.87	
Altitudes projet											
Distances partielles projet											
Distances cumulées projet											
Pentes et rampes											
Alignements droits et courbes	0.00	L = 257.87								257.87	

BURKINA FASO (PAFASP)	PROJET D'AMENAGEMENT GOUTTE A GOUTTE A BAGRE	Dessinateur : DAMIBA. W. Arsène. F	REGION DU CENTRE-EST	Date : Juin 2016	
			PROVINCE DU BOULGOU	ECHELLE :1/ 1000 & 1/100	
			COMMUNE RURALE DE BAGRE		
			Profil en long drains	Plan N°10	