



**ANALYSE DIAGNOSTIQUE, PROPOSITION DE RÉHABILITATION ET
EXTENSION DE PÉRIMÈTRE IRRIGUE ET DE LA RESSOURCE EN EAU
ASSOCIÉE : CAS DE BILANGA DANS LA PROVINCE DE LA GNAGNA
(BURKINA FASO)**

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN GÉNIE CIVIL HYDRAULIQUE
OPTION INFRASTRUCTURES ET RÉSEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

Tatiana Farida LAMODY (20120021)

Directeur de mémoire : M. Roland YONABA, 2iE

Maître de stage : M. Alex TAGOUKAM, Chargé de Projet DP acting

Structure (s) d'accueil du stage : DPActing

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr. Lawani MOUNIROU** (*Président de jury*)

Membres et correcteurs :

M. Moussa OUEDRAOGO (*Examineur*)

M. Moussa FAYE (*Examineur*)

Promotion [2018/2019]

DEDICACES

Je dédie ce travail a :

- ❖ À NOM HONORABLE PERE CELESTE
- ❖ A MON FEU PERE LAMODY WILFRIED ARMAND
- ❖ A MA TENDRE ET MERVEILLEUSE MERE BASSINGA AMINATA SOLANGE
- ❖ A M. CHAPON ALAIN ET MME CHAPON AWA
- ❖ A MME BASSINGA MARIAM
- ❖ A M. JACQUES KABRE
- ❖ A MA PETITE SCEUR LAMODY CAROLLE RAJNA
- ❖ A TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUE A MON EDUCATION

Je ne vous serai jamais assez reconnaissante
Daignez retrouver ici le couronnement de vos efforts

REMERCIEMENTS

Je voudrais à la fin de ma formation d'Ingénieur en Infrastructures et Réseaux hydrauliques dire un grand merci à tous ceux qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre durant ma formation.

Mes sincères remerciements à :

- ❖ Professeur MADY KOUANDA, Directeur Général de 2iE.
- ❖ Professeur Mahamadou KOITA, Directeur des Enseignants et des Affaires Académiques.
- ❖ Mes professeurs de 2iE, en particulier mon maître de mémoire M. YONABA Roland qui a ménagé aucun effort pour me guider et conseiller dans les travaux de ce mémoire. Recevez toute ma reconnaissance pour votre disponibilité, et vos remarques pertinentes.
- ❖ Professeur MESSAN Adamah pour son soutien inconditionnel
- ❖ Au corps Administratif en particulier Mme Victorine OUEDRAOGO pour ses encouragements et son soutien.
- ❖ Monsieur KOMLA JACKATEY , Administrateur Général de DPacting, pour cette opportunité de stage qu'il m'a accordée.
- ❖ Monsieur TAGOUKAM Alex mon maitre de stage pour son encadrement, ses précieux conseils, son affection de père et sa disponibilité malgré son planning chargé.
- ❖ Monsieur KPELI Bertrand Chef de projet, Monsieur OUEDRAOGO Homère et Monsieur PANNING Landry chargés de projet pour leurs remarques, assistances, conseils et leurs partages d'expériences tout au long de mon stage.
- ❖ L'ensemble du personnel de DP acting pour l'intégration et leurs accueils chaleureux.
- ❖ Monsieur ILBOUDO Abdoulaye chef ZAT de Bilanga pour sa disponibilité et sa disposition à répondre à toutes mes questions.
- ❖ Mes amis et sœurs Ilboudo Dorcas, Anissa kaboré , Chapline Kouame , Phebée Ouedraogo ,Robert Kofissé pour tout leur soutien et contribution multiformes. Recevez ici l'expression de ma profonde gratitude.

Enfin à toutes les personnes que j'ai eu à côtoyer qui ont influencé mon parcours et qui m'ont permis d'en arriver là.

RÉSUMÉ

Le périmètre de Bilanga situé à l'aval du barrage de Bilanga a été construit en 1978 et réhabilité en 2010 par le Projet d'Appui au Développement Rural décentralisé dans les provinces de la Gnagna et du Kouritenga (PADER/GGK). Ce périmètre sous système d'irrigation gravitaire s'étend sur 15 ha exploité par 74 producteurs, dont 17 femmes. Il est alimenté par le barrage de Bilanga réhabilité en 2011 dont la capacité est de 723 500 m³. Ces dernières années le périmètre est confronté à un problème d'insuffisance d'eau et de dysfonctionnement du réseau d'irrigation d'où la baisse du rendement agricole. Or l'essentiel des revenus, même maigre, des producteurs provient de cette activité. Suite à ces constats, une étude diagnostique des ouvrages du périmètre et de la ressource a été menée en vue d'apporter des solutions durables aux préoccupations actuelles de l'aménagement. De cette étude, il est ressorti que les principales limites se situent à deux niveaux. D'une part la quantité d'eau disponible dans le barrage est dans l'incapacité d'assurer les deux campagnes agricoles de l'année. D'autre part il ressort que la quasi-totalité des ouvrages du périmètre se trouve dans un état défectueux avec un calage du réseau interne d'irrigation non optimal. À ces limites s'ajoute l'indiscipline caractérisée au sein du périmètre marqué par le non-respect du calendrier cultural, des itinéraires techniques et du paiement des redevances en eau. Cette situation se ressent sur les rendements, car seulement 20 % des producteurs arrivent à obtenir les rendements escomptés (5 à 6t/ha) par la variété FKR19 produite sur le périmètre.

Au vu des résultats du diagnostic, des solutions adaptées ont été proposées afin d'améliorer les performances de l'aménagement. Il s'agit, entre autres, du rehaussement du déversoir d'une revanche de 60 cm qui permettra un gain de volume de 52 %. Aussi une restructuration technique suivie d'une extension du périmètre portera la nouvelle superficie à 20 ha. Cette nouvelle conception du périmètre sera assortie d'un plan de gestion qui permettra de maintenir de bons rendements et de pérenniser les ouvrages de l'aménagement. Le coût cette réhabilitation et extension est estimé à **86 833 305 F CFA**.

Mots Clés :

-
- 1 – Amélioration des performances**
 - 2 – Bilanga**
 - 3 – Etude diagnostique**
 - 4 – Irrigation gravitaire**
 - 5 – Restructuration technique**

ABSTRACT

The Bilanga perimeter downstream the Bilanga dam was built in 1978 and rehabilitated in 2010 by the Decentralised Rural Development Support Project in the provinces of Gnagna and Kourittenga (PADER/GGK). This perimeter is fed under gravity irrigation systems and extends over 15 ha and is managed by 74 producers, including 17 women. It is supplied by a reservoir dam rehabilitated in 2011 with a capacity of 7 235 00 m³. In recent years, the perimeter faced a problem of water shortage and dysfunctional of the irrigation network, resulting in a drop in agricultural yields.. Following these observations, a diagnosis of the perimeter and the water resource was carried out in order to provide sustainable solutions to the current concerns. From this study it emerged that the main limits are at two levels. On the one hand, the quantity of water available in the dam reservoir is unable to cover two agricultural seasons in a year. On the other hand, it appears that almost all the structures in the perimeter are in a defective state, whereas the internal irrigation network is no longer optimally calibrated at certain locations. In addition to these limits, there is indiscipline within the perimeter marked by non-compliance with the cropping calendar, technical itineraries and the payment of water charges. This situation has an impact on yields because only 20% of producers manage to obtain the expected yields (5 to 6 t/ha) from the FKR19 variety produced on the perimeter.

In view of the results of the diagnosis, suitable solutions have been proposed to improve the performance. This includes raising the weir crest, which will allow a gain of 53%. Also, a technical restructuring followed by an extension of the perimeter will bring the new water plane to a surface of 20 ha. This new perimeter design will be accompanied by a management plan that will maintain good yields and ensure the sustainability of the development. The cost of this rehabilitation and extension is estimated at **86 833 305** CFA francs.

Key words:

1 - Performance improvement

2 - Bilanga

3 - Diagnostic study

4 - Gravity irrigation

5 – Technical restructuring

LISTE DES ABRÉVIATIONS

2iE : Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

BA : Béton armé

CIEH : Comité Interafricain d'études Hydrauliques

CINTECH : Cabinet d'Ingénieurs Conseils et de Géomètres Experts

CP : Canal primaire

CS : Canal secondaire

CT : Canal Tertiaire

DAO : Dossier d'Appel d'Offre

DP : Drain primaire

DS : Drain secondaire

DT : Drain tertiaire

EIER : Ecole Inter-Etat d'Ingénieur et de l'Equipement Rural

UAT : Unité d'Animation Techniques

PADER/GK : Projet d'Appui au Développement Rural décentralisé dans la province de la Gnagna et du Kouritenga

PAPSA : Projet d'Amélioration de la Productivité agricole et de la Sécurité alimentaire

PCD-AEPA : Plan Communal de Développement sectoriel d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PHE : Plan Haute Eau

PNE : Plan Eau Normal

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

INERA : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole

RN : Route Nationale

TOR : Tout Ou Rien

ZAT : Zone d'Animation Technique

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Coefficient cultural KC	10
Tableau 2: Formules de calcul du coefficient d'écoulement selon la méthode Dubreuil et Vuillaume de coutagne.....	18
Tableau 3: Paramètres d'irrigation.....	20
Tableau 4: Estimation des usages actuels de l'eau du barrage cas 1.....	25
Tableau 5: Estimation des usages en eau du barrage en considérant le cas 2.....	26
Tableau 6: Dimension du canal primaire	30
Tableau 7: Dimension des prises du primaire et état de dégradation.....	31
Tableau 8: Dimension des canaux Secondaires	31
Tableau 9: États de dégradation des canaux secondaires.....	32
Tableau 10: Dimension et état physique des canaux tertiaires.....	34
Tableau 11: Récapitulatif du diagnostic et de la proposition de solution	45
Tableau 12: Besoins en eau des cultures pour 20ha.....	47
Tableau 13: Nombres de forages en fonctions de la superficie.....	47
Tableau 14: Valeurs des quantiles annuelles et journalières.....	48
Tableau 15: Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant de Bilanga.....	49
Tableau 16: Débits décennaux et centennaux de projet	50
Tableau 17: Les apports liquides du bassin par la méthode Dubreuil Villaume.....	50
Tableau 18: Les apports liquides du bassin par Méthode du déficit d'écoulement par la méthode de COUTAGNE	50
Tableau 19: Estimations des pertes et des besoins agricoles et pastoraux	50
Tableau 20 : Valeur des différentes côtes obtenues du déversoir et du PHE après rehaussement, et de la digue avant et après rehaussement.....	52
Tableau 21: Valeurs des conductivités hydrauliques	53
Tableau 22: Valeurs des humides à la capacité de rétention et au point de flétrissement	53
<i>Tableau 23: Caractéristiques des canaux secondaires.....</i>	<i>55</i>
Tableau 24: Caractéristiques des canaux primaires	55
<i>Tableau 25: Caractéristiques des drains secondaires</i>	<i>55</i>
Tableau 26: Caractéristiques de la colature basse	56
Tableau 27: Détail du devis quantitatif et estimatif des travaux de réhabilitation.....	61

Tableau 28: Étude d'impact par la méthode descriptive 64
Tableau 29: Mesures de bonifications..... 66

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :carte de la situation géographique de Bilanga 3
Figure 2 :Paramètres climatologiques de station synoptique de Fada N'gourma 4
Figure 3 :Aperçu général de l'aménagement Hydro agricole de Bilanga 7
Figure 4 : États des lieux de l'aménagement Hydro agricole de Bilanga 23
Figure 5 :Présentation actuel du déversoir de Bilanga 24
Figure 6 : Coubre d'exploitation de la retenu pour 15ha de superficie en toute saison 27
Figure 7 :Courbe d'exploitation de la retenu pour une superficie de 10ha en saison sèche et 15 ha en saison pluvieuse 28
Figure 8 : Ouvrage de prise du barrage de Bilanga..... 30
Figure 9 : Etat de deux Canaux secondaires 32
Figure 10 : Etat de deux Canaux tertiaires 33
Figure 11 : Profils en long des canaux secondaires existants 40
Figure 12 : Carte du bassin versant 49
Figure 13 :Courbe d'exploitation de la nouvelle retenue sur une superficie de 20ha 51
Figure 14: Emprise du barrage en fonction du PHE ET PNE 65

Sommaire

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
I. INTRODUCTION	1
II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE ... 2	
II.1. Présentation de la structure d'accueil.....	2
II.2. Présentation de la zone d'étude.....	3
III. PRÉSENTATION DU PROJET	5
III.1. Contexte et Problématique.....	5
III.2. Objectifs.....	6
III.3. état des lieux.....	6
III.4. Hypothèses et Données de base.....	7
IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION	8
IV.1. Diagnostic du périmètre irrigué et de la ressource en eau.....	8
IV.2. Solutions techniques pour la réhabilitation et l'extension du périmètre irrigué.....	14
IV.3. Matériels.....	22
V. ÉTUDE TECHNIQUE	23
V.1. Le diagnostic du périmètre irrigué et de la ressource en eau.....	23
V.2. Proposition de solutions techniques pour le périmètre et la ressource en eau.....	45
VI. ÉTUDE (DE FAISABILITÉ) FINANCIÈRE – ÉTUDE DES COÛTS :.....	61
VII. NOTICE ou ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	63
VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	69
Bibliographie	I
Annexes	II

I. INTRODUCTION

À l'instar du reste des pays de la zone soudano-sahélienne, le Burkina Faso est soumis à une inégale répartition spatiale et temporelle des précipitations. En outre, le Changement climatique exerce des effets (fréquences plus élevées de sécheresse et des inondations) durement ressentis dans la zone.

Pourtant la majorité, 82% de la population de la population vit de l'agriculture qui est la base essentielle de son économie, car contribuant fortement (35 %) à son Produit intérieur brut (DGPAAT 2014).

L'irrigation dans toutes ses formes se positionne comme une alternative incontournable pour la croissance du secteur agricole (Huet 2016). Elle se présente aussi comme un défi à relever pour atteindre une sécurisation alimentaire et une intensification de la production agricole.

Dans cette optique de nombreux aménagements Hydro agricoles furent réalisés au Burkina depuis les indépendances, notamment à travers la construction des retenues d'eau. Construites pour redynamiser les activités agropastorales et contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire, ces infrastructures ont vu leur performance décroître ces dernières années rendant impossible l'atteinte de ces objectifs. Un constat général démontre que les mauvaises performances sont dues entre autres à :

- La dégradation des ouvrages du périmètre et de la ressource en eau.
- La distribution défectueuse de l'eau
- Un déficit de maintenances des infrastructures
- La pression humaine sur les terres et sur la ressource en eau
- L'exclusion des producteurs lors de la conception et la réalisation de l'aménagement.

Pour résoudre ces défaillances, l'état burkinabé à travers le financement du PAPSA a lancé des projets pour la réalisation des études de réhabilitations et /ou extension des périmètres existants et des barrages. Cela devrait permettre d'apporter les solutions techniques adéquates et optimales pour redynamiser les activités agricoles et contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire donc de l'amélioration des conditions de vie.

Parmi les sites retenus pour faire l'objet de ladite étude, figure le village de Bilanga situé dans la commune de Bilanga. En effet le périmètre irrigué de ce village ne fonctionne plus correctement et le barrage est dans l'incapacité de couvrir les besoins du périmètre en toute saison.

À cet effet, le bureau d'étude DP Acting pour le compte de CINTECH a été retenu pour effectuer les études techniques de réhabilitation de barrage et de réalisation et/ou réhabilitation

des périmètres irrigués dans les régions du Sahel, du Centre-Sud et du Centre-Est. C'est dans ce contexte qu'il nous a été demandé pour notre mémoire de fin d'étude de Master II, de mener une réflexion autour du thème intitulé : « *Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna* ».

II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE

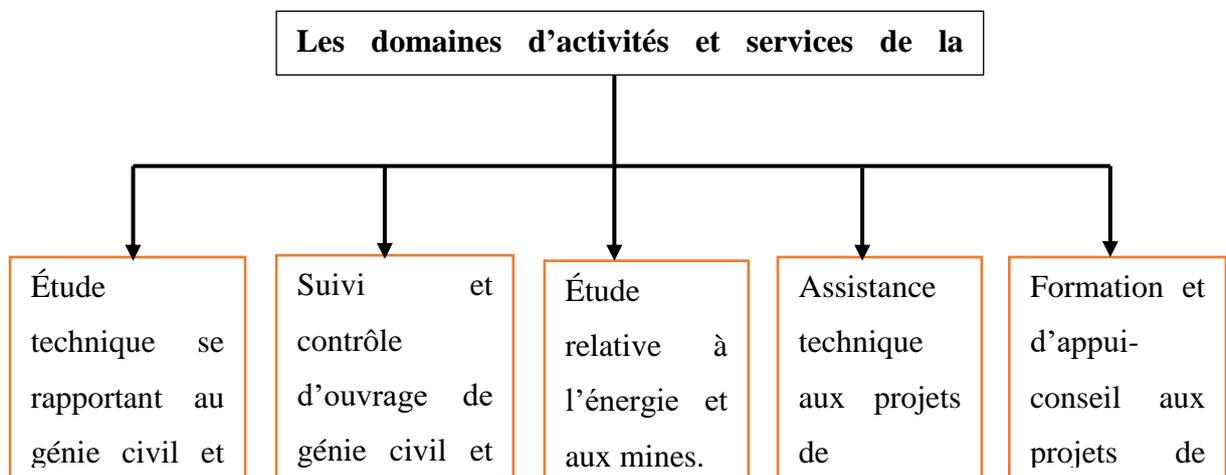
II.1. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

DP Acting (Development Project Acting) est une société anonyme de droit burkinabé. Il a un capital de 10 Millions de FCFA. La création de **DP Acting** procède de la volonté de ses dirigeants de proposer des services de qualité aux gouvernants, les bailleurs de fonds, les structures décentralisées...

DP Acting dispose d'un personnel permanent expérimenté et de consultants à travers le monde. **L'équipe permanente** est pluridisciplinaire et capable d'atteindre les objectifs du client.

La structure de **DP Acting** est composée essentiellement du personnel technique orienté résultant. Il s'agit :

- ✓ Un Administrateur Général
- ✓ Un Directeur de projets
- ✓ Un Chef de projet AEP/Assainissement
- ✓ Un Chef de Projet Aménagement/Barrage
- ✓ Un Chef de projet Route/Ouvrages d'art
- ✓ Des assistants aux chefs de projets
- ✓ Une secrétaire comptable
- ✓ Des chauffeurs



II.2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.2.1 Localisation du site

Le site de notre zone d'étude est situé dans le village de Bilanga. Elle est localisée dans la commune de Bilanga à 52km de Bogandé, le chef-lieu de la province de la Gnagna dont elle relève et à 75 km de Fada N'Gourma, le chef-lieu de la région de l'Est.

Le site est accessible à partir de Ouagadougou en empruntant RN5 (Ouagadougou-Zorgho-Pouytenga) ou en empruntant la RN18 (Ouagadougou -Kaya-Taparko-Bogandé).

Le site étudié est situé à 1km de la mairie de Bilanga et a pour coordonnées géographiques : Longitude =12°33'28,11"Nord ; latitude = 00° 01'19,72"Ouest.

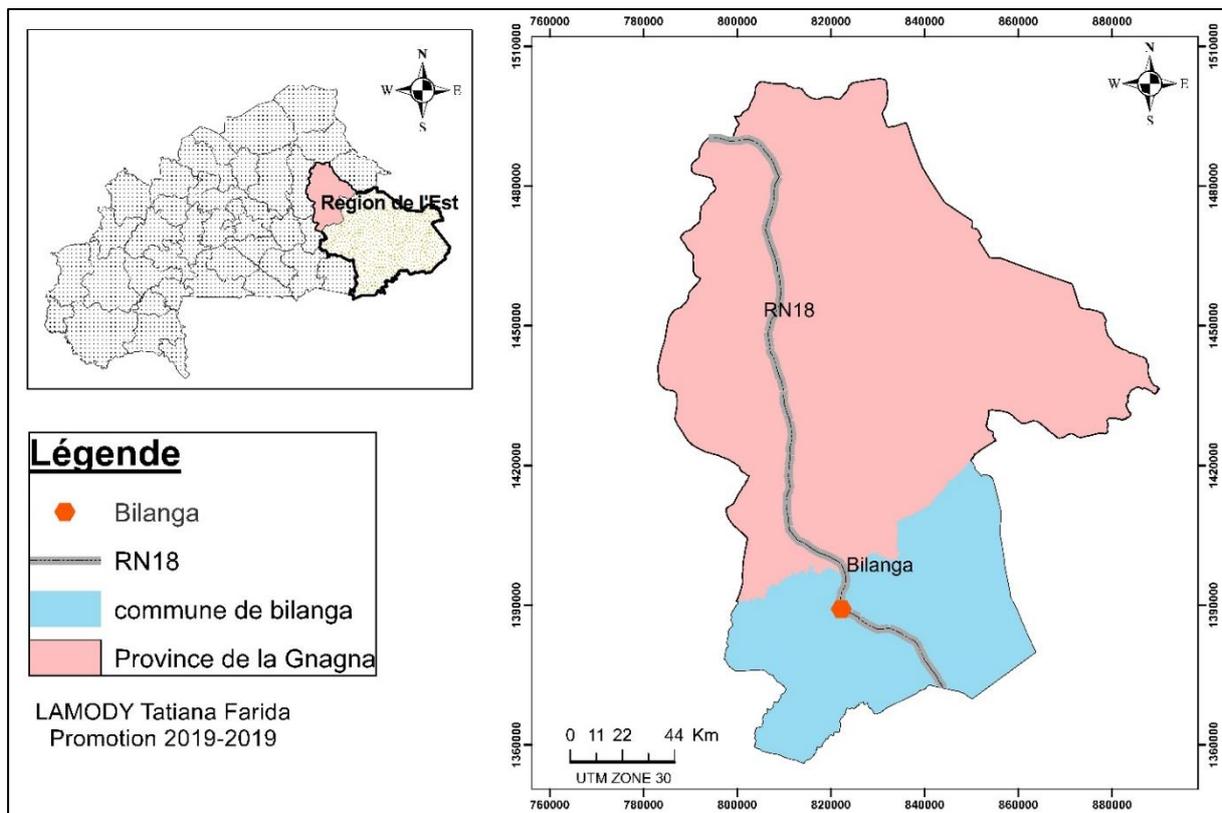


Figure 1 :carte de la situation géographique de Bilanga

II.2.2 Relief et sols

Le relief de la commune rurale de Bilanga est constitué par une vaste pénéplaine qui résulte d'une longue évolution géomorphologique. L'altitude minimale se situe dans le bassin versant de la Sirba, auquel la commune appartient.

Trois grands types de sols caractérisent la zone de la commune rurale de Bilanga :

- Les sols argilo sableux (les plus dominants) qui sont appauvris et difficiles à aménager ; ces sols sont disponibles et utilisés pour les cultures pluviales.
- Les sols bruns, rouges et profonds autour des cours d'eau, dont le potentiel agronomique

est élevé ; ces sols sont surtout utilisés en saison sèche pour les cultures de contre-saison ;

- Les sols de bas-fonds (qui sont des sols lourds) et sont utilisables en toute saison pour des cultures pluviales (particulièrement le riz et le maïs) et pour des cultures irriguées. (AGIP AFRIQUE et al , 2012)

II.2.3 Climat- pluviométrie

Le climat est de type soudano-sahélien avec deux saisons : une saison sèche qui s'étend de novembre à mai et une saison pluvieuse de mai/juin à septembre avec des précipitations moyennes annuelles de 700 mm.

La température minimale annuelle est de 18,15° tandis que la température maximale annuelle atteint de 40,11°. Quant à la vitesse moyenne du vent, elle est de 1,60 m/s.

Les données climatiques recueillies auprès de stations synoptiques de fada n'gourma ont permis d'établir la figure 2 :

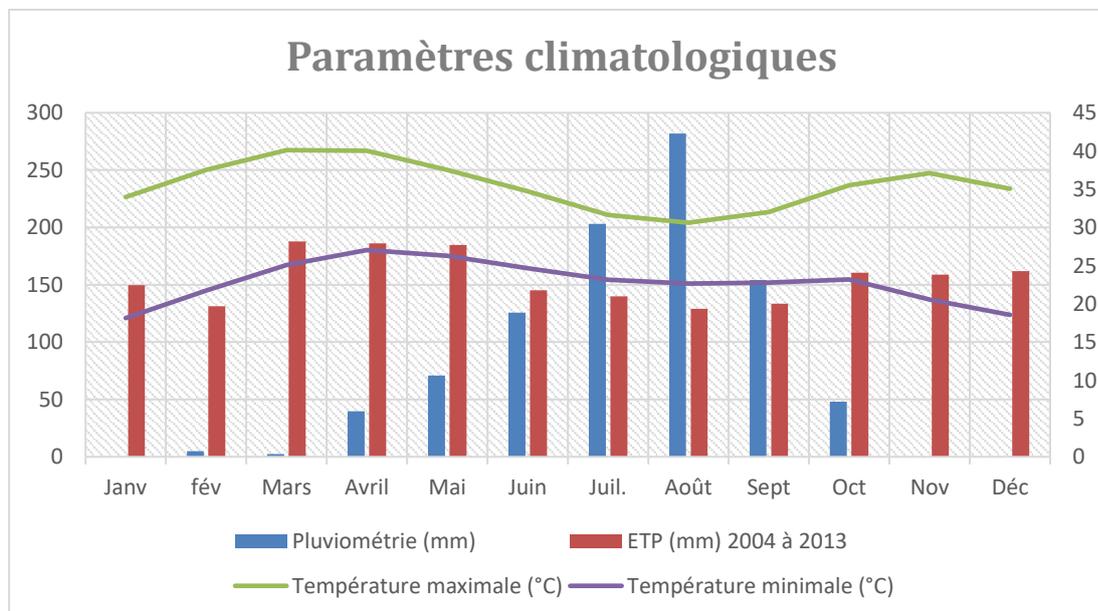


Figure 2 : Paramètres climatologiques de station synoptique de Fada N'gourma

II.2.4 Végétation

La végétation de la zone de la commune rurale de Bilanga est dominée par une savane arborée voire arbustive clairsemée et une steppe buissonneuse par endroit, avec quelques forêts-galeries le long des cours d'eau. Les espèces les plus présentes sont des Acacias (*Acacia sp*), le néré (*Parkia biglosa*), le karité (*Vitelaria paradoxum*), le baobab (*Adansonia digitata*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*).

Le tapi herbacé est dominé par les graminées, lesquelles sont dominées par *Andropogon gayanu*, *Vetivera*, et *Cymbopogon sp* (AGIP AFRIQUE et al , 2012).

II.2.5 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la commune est constitué par des cours d'eau temporaires dont la Sirba est la rivière principale et le sidi-kompienga comme affluent.

Ce réseau est complété par une multitude de petites mares et marigots temporaires en saison pluvieuse (environ 30.000.000m³)(AGIP AFRIQUE et al , 2012).

III. PRÉSENTATION DU PROJET

III.1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Face aux enjeux de la sécurité et de l'autosuffisance alimentaire, le Burkina Faso a sollicité et obtenu en 2009 auprès de la Banque Mondiale, le financement du PAPSA.

Ce projet de réhabilitation de barrages et de périmètres existants (avec possibilité d'extension) devrait permettre l'amélioration de la capacité des petits producteurs à accroître leurs productions vivrières et à assurer une plus grande disponibilité de leur produit sur les marchés. Parmi les sites concernés par le projet, celui soumis à notre étude se situe à Bilanga dans la province de la Gnagna. Le périmètre irrigué dudit site s'étend sur une superficie de 15ha pour 74 exploitants et se trouve à l'aval du barrage de Bilanga de capacité 723 500 m³.

Il a été réalisé depuis 1978 sous le financement de l'Etat Haute Volta et réhabilité en 2010 sous l'appui financier du Fond Africain de Développement et l'Etat Burkinabé au travers du PADER/GK. Et malgré cette réhabilitation qu'on peut qualifier de récente, il n'échappe guère aux réalités que connaissent la plupart des périmètres aménagés. En effet, ces infrastructures mises en place sont aujourd'hui marquées par une dégradation et un vieillissement. En outre, la croissance démographique et l'attrait suscité par le barrage ont entraîné d'une part des problèmes fonciers induisant un développement anarchique des activités agricoles en amont de la retenue (à l'intérieur de la cuvette). Et d'autre part, elle a induit une sur exploitation de la ressource en eau entraînant un déficit d'eau pour l'irrigation.

Cette situation devient de plus en plus préoccupante sachant l'agriculture est la principale activité socio-économique de la commune de Bilanga (87 % de la population sont des agriculteurs selon les enquêtes menées pour le PCD). (AGIP AFRIQUE et al, 2012)

De surcroit cette situation entrave sur la stratégie d'augmentation de la production agricole et sur les objectifs de réduction de la pauvreté au Burkina Faso. Pour mieux cerner la situation, plusieurs questions se posent :

- Le système d'irrigation arrive -t- il à couvrir le besoin en eau des cultures ? Cela est-il dû à la dégradation du système d'irrigation ? Quels sont les facteurs qui ont contribué à cette dégradation ?

- Le calage interne du réseau d'irrigation permet-il un arrosage correct des parcelles ?
- Le volume d'eau dont dispose le barrage est-il suffisant pour satisfaire aux besoins des cultures ? Existe-t-il d'autres possibilités de ressources en eau ?
- La superficie des terres aménagées est-elle suffisante pour répondre à la demande des producteurs ? Cela explique-t-il la surexploitation du périmètre et l'occupation anarchique des exploitants hors périmètres ?

Les réponses à ces questions pourraient permettre de mieux comprendre le phénomène de dysfonctionnement des aménagements hydroagricoles et partant de là, contribuer à l'élaboration de nouvelles stratégies de réhabilitation et extension des aménagements de façon durable et rentable.

III.2. OBJECTIFS

L'objectif général est de contribuer à la réhabilitation et/ou l'extension du périmètre irrigué et sa ressource en eau.

Plus spécifiquement il s'agira de :

- Réaliser un état diagnostic du périmètre
- Déterminer des solutions pour la réhabilitation et /ou l'extension du périmètre irrigué
- Proposer une notice d'impact du projet sur l'environnement.

III.3. ÉTAT DES LIEUX

L'aménagement hydro agricole de Bilanga est composé d'un barrage qui sert de ressource en eau du périmètre et du périmètre irrigué.

Le barrage a été construit en 1966 et réhabilité en 2011. Il a une capacité de 523 500m³, une superficie plan d'eau est de 59 ha, longueur de 854 m et une largeur moyenne de 340 m.

Le périmètre se trouve en aval du barrage et couvre une superficie de 15ha. Construit en 1978 il a été réhabilité en 2010 dans le cadre du projet PADER –GK. Il est exploité par 74 paysans, dont 23 % de femmes. La système d'irrigation mis en place est le gravitaire. Le périmètre contient également un réseau de drainage pour l'évacuation des eaux et une digue de protection.

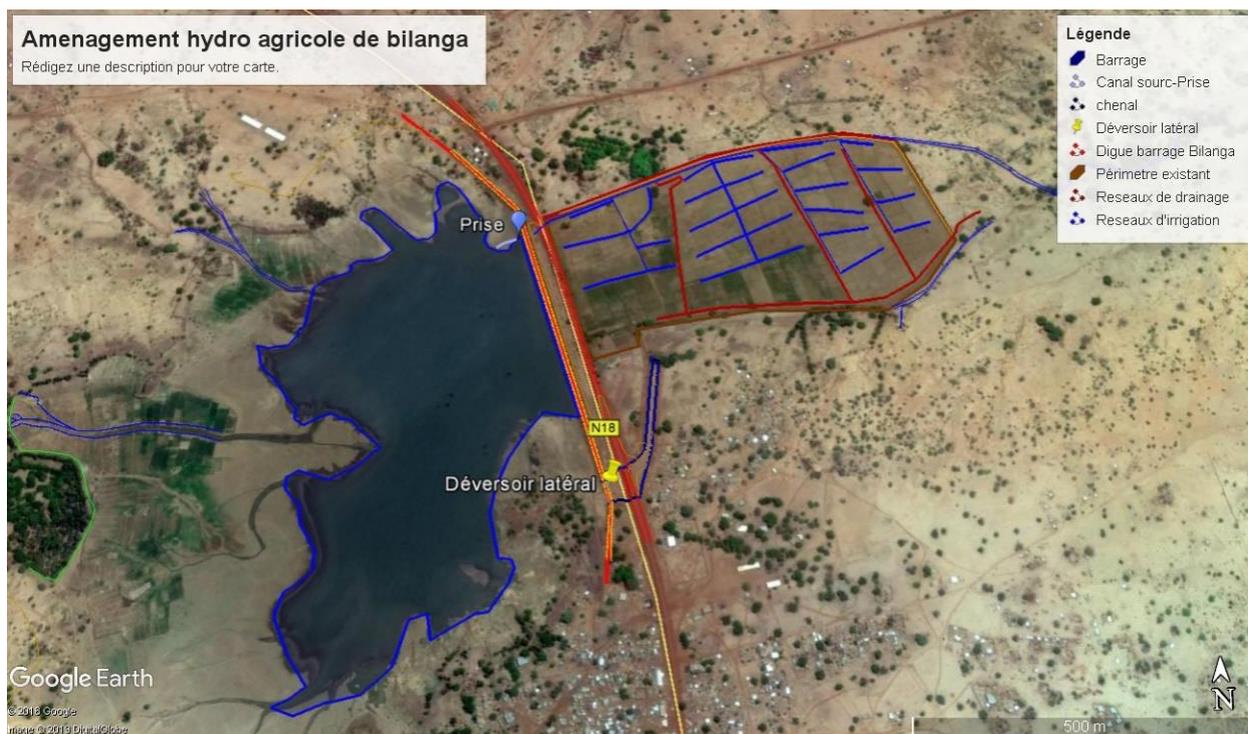


Figure 3 : Aperçu général de l'aménagement Hydro agricole de Bilanga

III.4. HYPOTHÈSES ET DONNÉES DE BASE

Pour mener à bien le diagnostic et proposer des solutions adaptées un certain nombre d'hypothèses ont été posées :

- Le système d'irrigation existant n'arrive plus à couvrir les besoins en eau
- La dégradation des canaux et leur vieillissement a un impact sur le bon fonctionnement de ces derniers
- Le calage interne du réseau d'irrigation ne lui permet pas d'être performant concernant la desserte en eau sur la parcelle
- Le volume dont dispose le barrage est insuffisant pour satisfaire aux besoins des cultures
- L'insuffisance des terres aménagées est à l'origine de la surexploitation du périmètre.

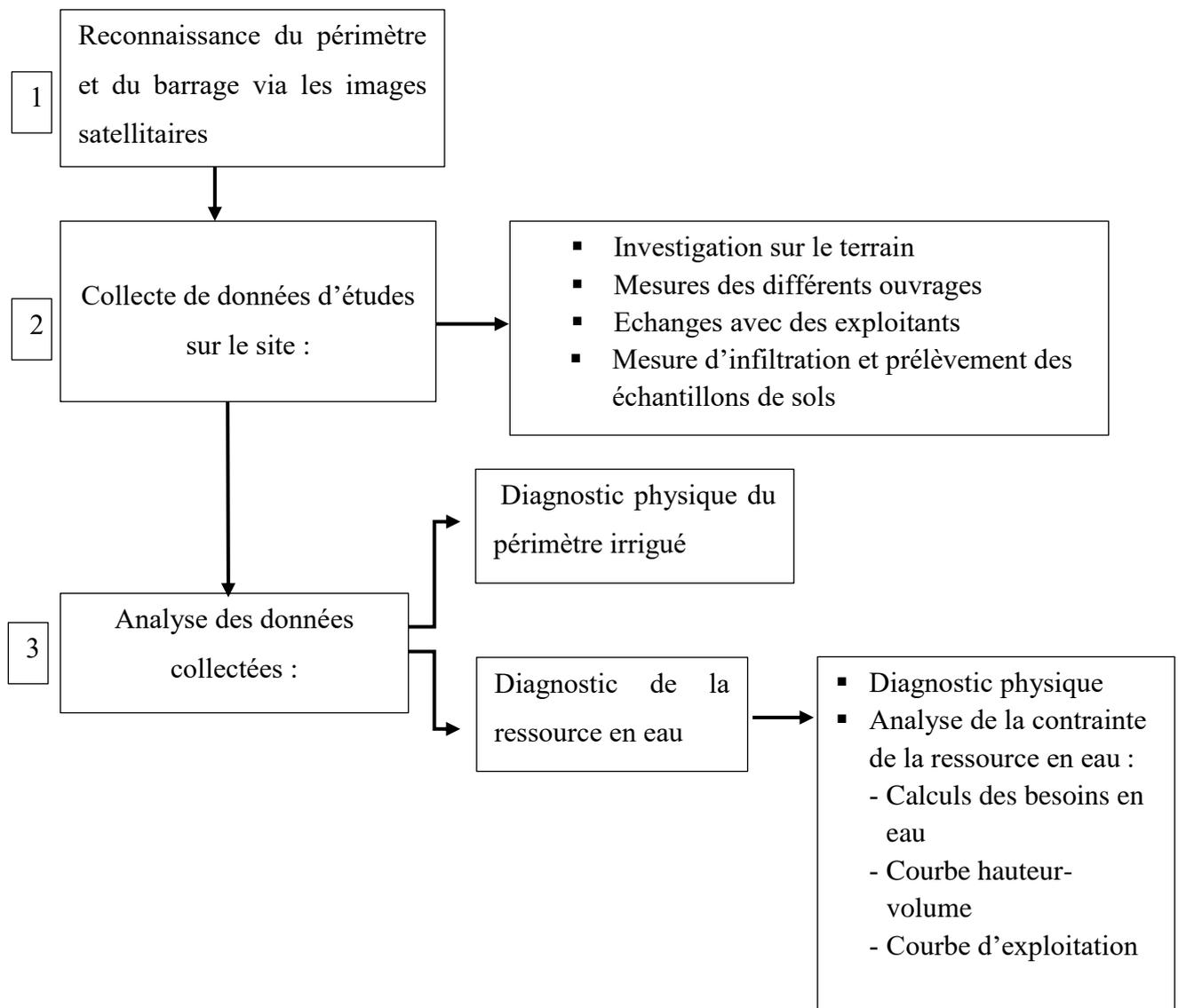
Les études que nous avons effectuées ont été menées sur la base de certains documents à savoir un document traitant du diagnostic sommaire du périmètre de Bilanga, le levé topographique effectué en 2018 sur le barrage et sur le périmètre ; le rapport pédologique et le Plan commune de développement de la commune de Bilanga.

Nous n'avons cependant obtenu aucune revue documentaire concernant les études ou la conception du périmètre existant de Bilanga (plan de récolement, document sur les études)

IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

Pour mener à bien la réhabilitation et l'extension de notre périmètre irrigué, il s'agira pour nous de mener un diagnostic approfondi du périmètre et de sa ressource. Cette étape nous permettra de comprendre le fonctionnement et dysfonctionnement des différentes infrastructures afin de proposer de nouvelles stratégies de réhabilitation et extension de l'aménagement de façon durable et rentable.

IV.1. DIAGNOSTIC DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ ET DE LA RESSOURCE EN EAU (ALGORITHME)



IV.1.1 La reconnaissance du site via les projections satellitaires

Avant de nous rendre sur le terrain, les données topographiques ont fait l'objet d'une projection sur Google Earth suivi d'un traitement.

En effet le levé topographique ne nous donnait pas toutes les informations sur le tracé de l'ensemble du système mis en place. Ainsi le traitement à consister à une étude de reconnaissances des infrastructures existant sur ledit site via l'image satellitaire qui a permis d'aboutir à une reconstitution du réseau d'irrigation.

IV.1.2 La collecte de données sur le terrain

Il a été mené :

- Une investigation sur le terrain ouvrage après ouvrage dans le but de : tout d'abord, confronter les résultats du tracé obtenu via les images satellitaires et le tracé constaté sur le terrain et ensuite évaluer l'état actuel de dégradation des ouvrages.

Nous avons à cet effet effectué une visite détaillée du périmètre en présence des producteurs et du chef ZAT.

- Des mesures sur le terrain : En plus des constats sur le niveau de dégradation et de fonctionnement des infrastructures, cette étape a aussi consisté à faire des mesures de terrain des différents ouvrages existants avec un décimètre.
- Des échanges avec des exploitants afin d'obtenir des informations sur les problèmes d'eau qu'ils rencontrent, comprendre le mode d'organisation, de gestion et d'exploitation du périmètre.

IV.1.3 Mesure d'infiltration et prélèvement des échantillons de sols

Pour déterminer avec exactitude la texture, des différents sols présents dans le périmètre existant et dans la partie à étendre des mesures d'infiltration par le double anneau de Muntz ont été effectuées.

Le dispositif double-anneau de Müntz est destiné à caractériser l'infiltrabilité des sols "in situ" dans le cas d'un écoulement monodimensionnel vertical.

Nous avons effectué 6 mesures au total (*confère annexe II pour la représentation spatiale des points de mesures*) sur les 20 ha sur des pas de temps de 4h.

Les analyses statistiques des données et la génération des courbes d'infiltration ont été faites à l'aide du logiciel GraphPad Prism 7.

La détermination des différentes humidités, de la densité et de la texture du sol a été obtenue en utilisant le logiciel SPAW.

IV.1.4 Analyse des contraintes du barrage : la capacité du barrage à couvrir les besoins



Calculs des besoins en eau des cultures et du pastoral

Les besoins pastoraux ont été difficiles à estimer du fait de la complexité à les déterminer.

Pour obtenir le nombre de bétails, nous avons confronté les données de l'étude socio-économique fourni par le PCD-AEPA (AGIP AFRIQUE et al, 2012) de Bilanga et à celles fournies par le chef ZAT.

Concernant le gros bétail, nous avons choisi une valeur de **30 litres par tête** tandis que pour le petit bétail, **5 litres par tête**. (DURAND et al, 1999).

Le calcul des besoins en eau des plantes a été fait pour différentes cultures sur la base du calendrier cultural observée sur le périmètre pour la partie diagnostic. Elle nous permettra de simuler les consommations en eau du barrage.

Concernant la culture du riz, les paramètres de calcul ont fait l'objet de comparaison entre celle proposée par la FAO et celle proposée par le bureau d'étude à l'issue de laquelle nous avons retenu celle du bureau d'étude, car elle serait mieux adaptée aux réalités du pays.

Les spéculations concernées sont le riz irrigué en saison humide et les cultures maraîchères telles que la tomate, le chou, l'aubergine, l'oignon en saison sèche.

- Calcul du coefficient cultural Kc par mois.

Les valeurs des coefficients culturaux des différentes cultures ont été prises dans tableau de la FAO (M. Heibloem et al , 1986)

Tableau 1: Coefficient cultural KC

		Reprise	Tallage/Montaison	Épiaison	Maturation	Durée(jrs)
Riz	Durée(j)	23	32	37	28	120
	Kc	1,05	1,1	1,15	1	
Tomate	Durée(j)	23	31	31	19	105
	Kc	0,45	0,75	1,15	0,8	
Choux	Durée(j)	20	25	60	15	120
	Kc	0,45	0,75	1,05	0,9	
Oignon	Durée(j)	15	25	70	40	150
	Kc	0,5	0,75	1,05	0,85	

- Les caractéristiques climatiques
 - L'évapotranspiration (ETP)

L'ETP de notre zone d'étude a été fournie par la station la plus proche de Bilanga c'est-à-dire celle de STATION SYNOPTIQUE DE FADA N'GOURMA. Les données climatologiques vont de 2004 à 2014.

- La précipitation (P)

Elle a aussi a été fournie par la station synoptique de FADA N'GOURMA. Les données climatologiques vont de 2004 à 2014.

- La pluie efficace (Pe)

La pluie efficace (Pe) a été calculée par la formule empirique de la FAO (C. Heibloem et Brouwer 1986):

$$Pe(mm) = 0.8 P - 24 \text{ pour } P > 75 \text{ mm}$$

$$Pe(mm) = 0.6 P - 10 \text{ pour } P < 75 \text{ mm}$$

P et Pe respectivement la pluviométrie mensuelle et la pluviométrie efficace mensuelle en mm

- L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle correspond à l'évapotranspiration d'une culture à un stade de développement bien précis quand l'alimentation en eau n'est pas un facteur limitant. Pour les mois où la culture n'est pas encore installée, nous considérons ETM comme nulle. Dans les autres cas :

$$ETM(mm) = ETP (mm) \times Kc \quad (\text{C. Heibloem et al, 1986})$$

- La saturation (Sa) ou la mise en boue

La saturation consiste à humidifier le sol en le mettant sous forme de boue pâteuse avant l'installation de la culture. Dans le cas de notre étude, la saturation nécessite environ une hauteur d'eau de 50 mm

- Le remplissage (Re)

Le remplissage correspond à la lame d'eau dans les casiers pour le développement de la culture. On adopte empiriquement souvent une valeur de remplissage de 150mm (A. Keita , 2013)

- L'entretien (En)

L'entretien correspond à la quantité d'eau à apporter pour compenser les pertes et maintenir la lame d'eau constante. Elle dépend du type de sol et selon la méthode de calcul de la FAO du document IRRIGATION WATER NEEDS (C. Heibloem et al, 1986) ,elle est en moyenne égale à 6mm/jr.

Par contre selon les expériences du bureau d'étude elle est en moyenne égale à 3.5mm/jr au Burkina Faso.

- Le besoin net (BN)

L'opération de calcul du besoin net (BN) en eau (C. Heibloem et al,1986):

✓ du riz est la suivante : $BN = ETM - Pe + Sa + Re + En$

✓ les autres cultures : $BN = ETM - Pe$

BN et ETM, respectivement le besoin net, en mm et évapotranspiration maximale, en mm

Pe et Sa, respectivement la pluie efficace, en mm et la saturation en mm

Re et En, respectivement le remplissage en mm et l'entretien en mm

- Efficience du projet local

$$Ep = Et \times Ei$$

Efficience de transport Et se subdivise en :

L'efficience due au transport dans les canaux principaux revêtus en béton. Elle est généralement faible on les estime à 10 % en général soit $E_{t1} = 0,9$

L'efficience due aux transports dans les canaux en terre. Elles sont généralement estimées à 17 % soit $E_{t1} = 0,83$

Efficience d'irrigation est estimé à 13 % soit $E_i = 87 \%$

- Le besoin brut (BB)

Le besoin brut est fonction de l'efficience du réseau et du besoin net et exprime par :

$$BB(mm) = \frac{BN(mm)}{Ep}$$

- Le débit fictif continu : DFC

C'est le débit unitaire qui, fourni d'une façon continue 24h/24h, permet de satisfaire les besoins en eau d'une période donnée.

$$DFC(l/s/ha) = \frac{BB \times 1000}{Nj \times 24 \times 3600}$$

Bt = besoin brut en tête de réseau (en m3/ha).

Nj: nombre de jours de la période considérée (mois ou décades)

- Le débit maximum de pointe : DMP

Pour détermination ce débit maximum de pointe qui sera le débit d'équipement du réseau d'irrigation, les hypothèses suivantes ont été adopté :

- Nombre de jours effectifs d'irrigation de la parcelle Nj: 5/7 jours par semaine
- Nombre d'heures d'irrigation par jour Nh : 12 heures

- L'apport en eau pour la saturation et la préparation du sol se fait 12 h/24h

$$DMP(l/s/ha) = \frac{BB \times 1000}{Nj \times Nh \times 3600}$$



Calculs des pertes

- Évaluation des pertes par dépôts solides

L'eau de ruissellement entraîne avec elle des matériaux solides qu'elle arrache au long de son parcours. En Afrique, où les reliefs ne sont pas très accusés, mais les précipitations intenses, les dépôts solides peuvent parfois avoir des valeurs relativement importantes. C'est dans ce sens qu'il faut estimer leur importance à prévoir à l'aide de formules approximatives. L'évaluation des pertes par dépôts solides a été estimée l'aide de formules approximatives. Celles utilisées ici sont les formules de GOTTSHALK et KARAMBIRI

- Formule de GOTTSCHALK (USA)

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

- Formule de KARAMBIRI

$$D = 137 \times \left(\frac{P}{700}\right)^{-2.02} \times S^{-0.05} \times [0,25 + 1,13(h + r)]^{1,15} \text{ et } V = D \times S$$

Avec D : Dégradation spécifique, P : Pluie moyenne et S : Surface

Cependant dans la section diagnostic il n'a pas été nécessaire de l'estimer, car le levé bathymétrique a été effectué en 2018 et nous donne donc les valeurs de l'état réel du volume actuel de notre barrage.

- Infiltration

L'infiltration moyenne au Burkina Faso est comprise entre 1 et 5 mm (GUEYE, 2012). Dans notre cas nous allons considérer une infiltration moyenne journalière sera prise égale à 3 mm/j.

- Évaporation

Nous ne disposons pas des données concernant l'évaporation de la zone nous allons donc utiliser les données d'évaporation pour une station connue située à proximité de notre zone à l'occurrence celle de BOGANDE. Il existe une corrélation entre les valeurs d'évaporation d'un bac et celui d'un plan d'eau (DURAND et al, 1999) nous appliquerons un coefficient correcteur de **0,5** afin de nous rapprocher plus de la réalité. L'équation ci-dessous permet de la calculer

$$Eret = 1.664 \times Ebac^{0,062}$$



Courbe hauteur-volume et la courbe d'exploitation

La courbe hauteur volume et hauteur surface, caractéristiques de la retenue ont été dressées à partir du levé bathymétrique de la cuvette.

La courbe hauteur-volume dérive du cumul des volumes partiels compris entre deux courbes de niveau successives.

Le volume partiel est obtenu par la relation suivante :

V_{n+1} : volume du bassin versant en m

S_n : surface du plan d'eau correspondant à la courbe n (ha)

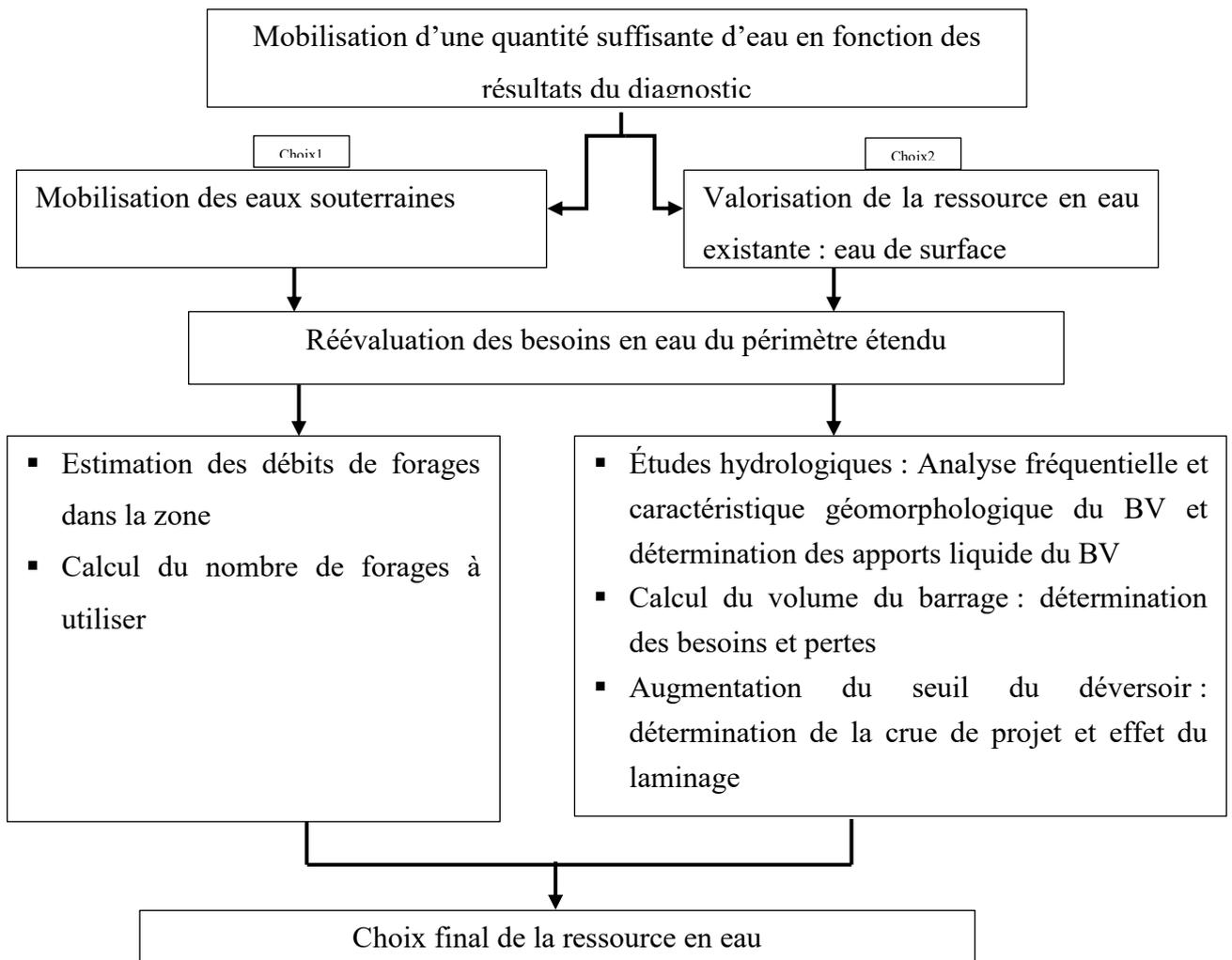
S_{n+1} : surface du plan d'eau correspondant à la courbe n+1 (ha)

h : dénivelée entre deux courbes de niveau n et n+1 (m)

Elle servira à établir la courbe d'exploitation de la retenue

IV.2. SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LA RÉHABILITATION ET L'EXTENSION DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ

IV.2.1 Au niveau de la ressource en eau



Cette partie a pour but de proposer la meilleure option de la source d'approvisionnement en eau pouvant permettre deux campagnes agricoles. Pour cela nous avons étudié deux alternatives d'approvisionnement en eau : soit barrage uniquement ou soit barrage + forages.

Réévaluation des besoins en eau

Cette réévaluation était faite suivant un nouveau calendrier agricole qui permette l'utilisation optimale de l'eau du barrage. La méthodologie de calcul a été faite comme précédemment.

➤ Option eau souterraine en appoint

- ❖ Estimation des débits de forages dans la zone

Cette estimation s'est effectuée à partir d'une étude prospection (non géophysique) réalisée dans la zone afin de connaître le débit des forages existants.

- ❖ Calcul du nombre de forages à utiliser

$$\text{Nombre de forages} = \frac{\text{Besoin journalier du mois de pointe par ha}}{\text{débit du forage journalier}}$$

Nous considérons un temps de pompage de 12h.

➤ Option eau de surface : Augmentation de la capacité de la retenue

L'objectif ici est de rehausser le déversoir pour permettre un plus grand stockage d'eau. Elle passe tout d'abord par une étude hydrologique afin de quantifier les apports liquides du bassin versant et par l'étude de la retenue dans le but de déterminer la nouvelle côte du déversoir.

- ❖ Études hydrologique

Une étude hydrologique préalable a été effectuée afin de s'assurer que le bassin versant est à même de pouvoir a un apport liquide suffisant pour permettre ce rehaussement.

- Analyse fréquentielle

L'analyse et ajustement des séries de pluies a été réalisé par Excel pour des données pluviométriques allant de 1979 à 2014.

Deux méthodes ont été utilisées pour l'analyse fréquentielle des pluies :

- ✓ La méthode de Gauss pour les pluies annuelles
- ✓ La méthode de Gumel pour les pluies maximales journalières

- Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant :

Il a été question de déterminer les caractéristiques du bassin versant à savoir :

- ✓ Indice de forme : coefficient de compacité de Gravelius
- ✓ Pente moyenne
- ✓ Longueur du rectangle équivalent
- ✓ Densité de drainage Dd

- ✓ Indice global de pente I_g
- ✓ Dénivelée spécifique
- ✓ Pente transversale
- ✓ Pente longitudinale
- ✓ Indice global de pente corrigé
 - Prédétermination de la crue de projet

Le déversoir de Bilanga a été redimensionné pour évacuer la crue centennale, c'est-à-dire la crue ayant un risque d'apparition de 1/100 chaque année.

La détermination des débits de crue se fera par la méthode déterministe de l'ORSTOM de AUVRAY et RODIER et la méthode CIEH de régressions linéaires de PUECH et CHABI publiée dans le bulletin N° 54 de la FAO (CIEH et al, 1996)

- Méthode ORSTOM de AUVRAY et RODIER

L'objectif de la méthode est d'évaluer le débit de la crue décennale. Le domaine de validité de la méthode s'étend de Dakar (Sénégal) jusqu'à la frontière du Soudan entre les isohyètes annuelles 150-200 [mm] au nord et 1200 [mm] au sud. La méthode s'applique à des bassins dont la superficie est située entre quelques dizaines d'hectares et jusqu'à 1500 km²

$$Q_{10} = m \times A \times Kr_{10} \times P_{10} \times \frac{S}{Tb_{10}}$$

- ✓ Q_{10} : Débit de crue décennal par la méthode ORSTOM (m³/s)
- ✓ S : la superficie du bassin versant (km²)
- ✓ P_{10} : pluie journalière maximale décennale (mm)
- ✓ Kr_{10} : coefficient de ruissellement décennal obtenu par interpolation entre Kr_{70} et Kr_{100}
- ✓ T_b : temps de base de la crue décennale (min)
- ✓ Δ : coefficient d'abattement de VILLAUME
- ✓ α_{10} : Coefficient de pointe pris égal à 2,6
- ✓ m Coefficient majorateur égal à 1,03

- Détermination de la crue décennale par la méthode de régressions linéaires du CIEH

La formulation retenue pour retrouver l'expression de la crue décennale est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme :

$$Q_{10} = a \times S^b \times P a n^{-c} \times I g^d \times K r 10^e \times D d^f$$

En se basant sur les études du CIEH (CIEH et al, 1996) et en tenant compte des caractéristiques du bassin et de son emplacement et aussi du régime climatique de la zone, l'équation de débit

décennal envisageable est la meilleure formulation en zone climatique sahélienne, calée et validée pour une soixantaine de bassins versants du Burkina Faso, et qui s'appuie sur deux ou trois variables caractéristiques du débit.

Nous utiliserons alors les formules de régression linéaire suivantes, qui sont bien indiquées pour le Burkina Faso:

Equation n° 10 : Formulation pour le Burkina Faso du découpage climatique avec Kr10

Equation n° 12 : Formulation pour le découpage de la zone avec Pan < 1000 mm en fonction de S, Ig et Kr10

Equation n° 40 : Formulation pour le Burkina Faso en fonction de S, Ig et Kr10

- Débit de crue centennale du projet : Méthode du Gradex

C'est la crue de base en fonction de laquelle l'ouvrage hydraulique sera dimensionné. Pour les ouvrages tels que les barrages on préconise Q100, 500, 1000. Et pour notre projet on retiendra le débit de crue centennale.

En Afrique de l'Ouest et du Centre la crue centenaire Q100 se calcule à l'aide de la méthode du Gradex qui se base sur une déduction à partir de la crue décennale à l'aide d'un coefficient de sécurité C (Coef. de majoration > 1) s'exprimant par :

$$C_{100} = 1 + \frac{P_{100} - P_{10}}{P_{10}} \times \frac{\left(\frac{Tb}{24 \times 60}\right)^{0.12}}{Kr10}$$

- Les apports liquides du bassin

La détermination de l'écoulement a pour but de vérifier si les conditions de remplissage du bassin sont suffisantes pour justifier l'intérêt de l'étude. Car il sera question d'augmenter la capacité de notre retenue.

Pour cela nous utiliserons deux méthodes à savoir celle de Dubreuil Vuillaume et celle dite de coutagne.

L'estimation du volume sur le bassin versant se fait à partir de la formule suivante :

$$V = 1000 \times S \times Kei \times Pi$$

- ✓ **S** : Superficie du bassin versant en Km²
- ✓ **Pi** : Quantile de la pluie en année sèche en mm, issue de l'analyse fréquentielle
- ✓ **Kei** : Coefficient d'écoulement en année sèche

Le coefficient d'écoulement annuel (Ke) est donné par la relation suivante $Ke = \frac{Ec \text{ ou } D}{Pan}$

Tableau 2: Formules de calcul du coefficient d'écoulement selon la méthode Dubreuil et Vuillaume de coutagne

<u>Dubreuil Vuillaume</u>	<u>Méthode du déficit d'écoulement par la méthode de COUTAGNE</u>
<p>L'écoulement moyen annuel des bassins versants E_c est calculé par la formule suivante en région de savane arbustive (avec une pluviométrie comprise entre 650 et 1150 mm) :</p> $E_c = 0.47 \times Pr - 33 \times \log S + 0.54 \times D_s + A$ <p>S : la superficie du bassin versant en [km²] ; D_s : la dénivelée spécifique du bassin versant en [m] A : le terme d'aptitude d'écoulement.</p> <p>Pr est la somme des termes ($P_{mi} - \frac{Evapo\ bac}{36}$) qui sont positif (Evapo bac : l'évaporation annuelle moyenne sur bac d'eau libre et P_{mi} : la précipitation moyenne mensuelle du mois i).</p>	<p>Cette méthode détermine tout d'abord le déficit d'écoulement D. On calcule dans un premier temps λ et ensuite D en fonction de trois (03) conditions énumérées ci-dessous :</p> $\lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 * T}$ <p>Si $\frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda}$ alors $D = P - \lambda Q^2$; si $P < \frac{1}{8\lambda}$ alors $P = D$; si $P > \frac{1}{2\lambda}$ alors $D = 0,20 + 0,035T$</p> <p>Avec P : Pluviométrie annuelle et D : Déficit d'écoulement</p>

❖ Étude de la retenue

- Estimations des pertes et des besoins pastoraux

Le besoin en eau pastorale et les pertes par infiltration et évaporations ont été estimés à partir de la méthodologie décrite dans le diagnostic.

L'évaluation des pertes par dépôts solides a été estimer l'aide de formules approximatives. Celles utilisées ici sont les formules de GOTTSALK et KARAMBIRI

- Formule de GOTTSALK (USA)

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

- Formule de KARAMBIRI

$$D = 137 \times \left(\frac{P}{700}\right)^{-2.02} \times S^{-0.05} \times [0,25 + 1,13(h + r)]^{1,15} \text{ et } V = D \times S$$

Avec D : Dégradation spécifique, P : Pluie moyenne et S : Surface

- Le volume de la retenue requis

L'objectif ici est de déterminer le volume d'eau du barrage nécessaire pour alimenter le périmètre irrigué quelle que soit la saison. Elle se fera à partir de plusieurs simulations via la courbe d'exploitation.

- Études de l'évacuateur de crues : déversoir

Il s'est agi dans cette partie de s'assurer que le rehaussement du déversoir permet malgré tout d'évacuer le surplus d'eau du débit de crues sans inonder la digue.

Il a donc été question de chercher la hauteur maximale au-dessus du déversoir qui nous permettra d'avoir la nouvelle cote PHE.

Pour ce faire, la méthode la plus couramment utilisée pour évaluer l'effet de laminage est la méthode du X_0 Ou méthode EIER-CIEH. L'effet de laminage est sous la forme d'un coefficient β . Il représente le rapport entre le débit de crue et le débit évacué. Il est déterminé par sa lecture dans un abaque. Ensuite la valeur de X_0 est déterminée par la formule :

$$X_0 = \frac{m^2 \times g \times L^2 \times Q_{\max} \times t_m^3}{S^3}$$

La formule de base utilisée pour les calculs se présente comme suit :

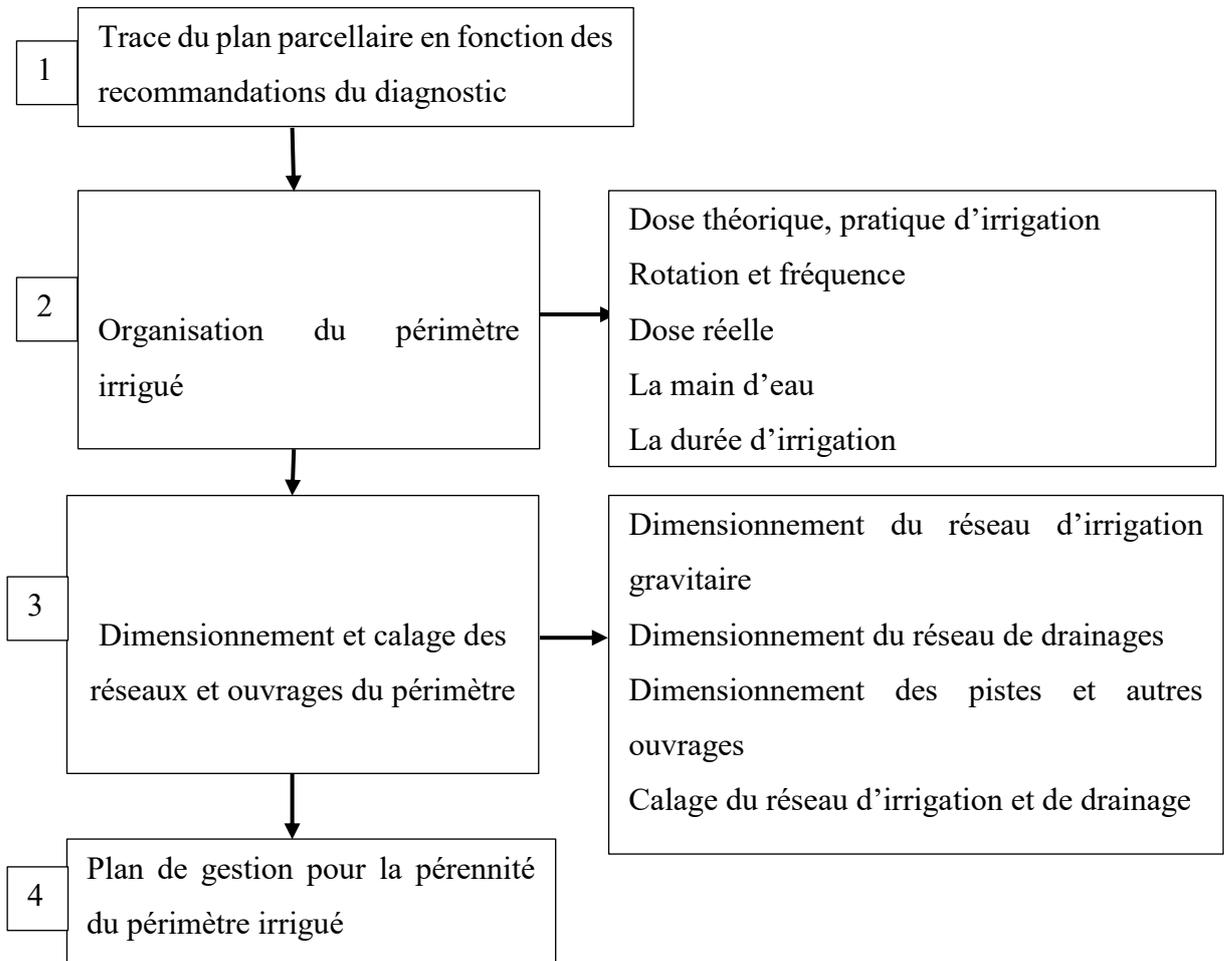
$$Q = mL\sqrt{2gh^2}^3$$

Alors la longueur approchée se détermine par :

$$L_{\text{approx}} = \frac{Q_{\text{crue}}}{m\sqrt{2gh^2}^3}$$

- ✓ L_{approx} : Longueur approximative
- ✓ Q_{crue} : Débit de crue de projet
- ✓ m : coefficient de débit
- ✓ h : charge au-dessus du déversoir

IV.2.2 Au niveau du périmètre irrigué



Paramètres d'irrigation

Tableau 3: Paramètres d'irrigation

Dose théorique d'irrigation	$RU(mm) = 1000 \times Z(m) \times [Hcr(\%) - Hf(\% \text{ de volume})]$
Dose pratique d'irrigation	$RFU(mm) = \frac{2}{3} \times RU (mm)$
Rotation	$R \leq \frac{RFU}{BN_{journalier}}$
Fréquence	$N(jr) = \frac{\text{Nombre de jours de la periode (jr)}}{R}$
Dose réelle	$DR = BN_{journalier} \times R$
La main d'eau	La main d'eau, paramètre fondamental pour le dimensionnement du réseau d'irrigation, correspond au débit d'arrosage que peut maîtriser l'irrigant. D'après Aliou (1994) , la main d'eau n'est pas calculée, elle est estimée entre 10 et 50 l/s.

Source : (Compaoré 1998)



Dimensionnement optimal du réseau d'irrigation et de drainage

- Dimensionnement du réseau d'irrigation

Le réseau a été dimensionné en utilisant la formule de Manning Strickler.

$$Q = K_s \times S \times R_H^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Avec $S = y + (b + my)$, $P = b + 2my$ et $R_h = \frac{S}{P}$

Dans le souci de faciliter leur exécution et surtout leur entretien, nous avons adopté une largeur b minimale de 20cm. Nous avons procédé par itération afin d'obtenir Y_n .

- Dimensionnement du réseau de drainage

Le réseau de drainage a été dimensionné en utilisant la formule de Manning Strickler.

Le débit de dimensionnement est obtenu en utilisant la formule suivante :

$$Q(l/s/ha) = \frac{(P10 - IP) * 10000}{3600 \times 24 \times N_j}$$

$P10$ = Pluie journalière décennale (mm)

IP = Évaporation et l'Infiltration(mm)

N_j = Nombre de jours prévus pour l'évacuation des eaux

Pour la sécurité, on considère que tout ce qui tombe ruissèle. À cet effet l'infiltration et l'évaporation seront négligées. (compaoré 1998)

- Calage des canaux d'irrigation

Le calage des lignes d'eau dans les nouveaux canaux d'irrigation est déterminé de l'amont vers l'aval. Ainsi le calage des canaux d'irrigation tertiaires a été fait de manière à dominer le terrain le plus défavorable :

$$Z_T = Z_0 \text{ (la plus grande cote) } + \text{lame d'eau de 20 cm pour le riz}$$

Pour le calage du canal secondaire, celui-ci est fait en considérant le tertiaire le plus défavorable, c'est-à-dire celui qui a le plan d'eau le plus élevé.

L'écoulement étant considéré comme uniforme (pente du fond du canal = pente de la ligne d'eau), la cote du plan d'eau au droit de chaque secondaire (C_p) est déterminée comme suit, selon que cette dernière est située en amont ou en aval de la parcelle la plus défavorable.

Pour toute parcelle en aval, $Z_S = Z_T - (l \times i)$

Pour toute parcelle en amont, $Z_S = Z_T + (l \times i)$

l : distance entre la parcelle défavorable et celle a considérée au niveau de l'axe (ml)

i : pente longitudinale du canal (m /m)

- Calage des drains

Le calage des lignes d'eau dans les drains est déterminé de l'aval vers l'amont. Ainsi le calage des drains tertiaires a été fait de manière à être inférieur à la plus petite cote du terrain (la plus petite côte -10 cm) appelé Z0.

L'écoulement étant considéré comme uniforme, le calage des drains secondaires

$$Z1 = Z0 \pm l \times i \text{profondeur du drain}$$

IV.3. MATÉRIELS

Le matériel utilisé la présente étude est fonction des différentes phases de l'étude. Ainsi,

- **Pour la recherche documentaire :**

L'internet, la bibliothèque et les vues satellitaires issues du logiciel Google Earth,

- **Pour la collecte de données :**

Les informations complémentaires telles que le positionnement des ouvrages ont été fait avec le GPS.

Les sections des canaux et des ouvrages ont été mesurés à l'aide d'une chaîne de 5 m.

Un appareil photo a été utilisé pour la prise des images.

Un bloc note, un guide d'entretien, une fiche de collecte et un plan à l'échelle du site ont été utilisés pendant le guide d'entretien.

- **Pour le traitement des données et la rédaction du rapport :**

Autocad 2015, Covadis 2007 pour la génération des plans topographiques

Mensura Genius pour générer les différents profils des canaux,

ArcGIS 10.3.1 pour la réalisation des différentes cartes,

Google earth Pro pour les prises de vues satellitaires du site,

GraphPad Prism7 et **SPAW** pour le traitement des données d'infiltration

Excel et **Word** pour les calculs et la rédaction du présent rapport.

V. ÉTUDE TECHNIQUE

V.1. LE DIAGNOSTIC DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ ET DE LA RESSOURCE EN EAU

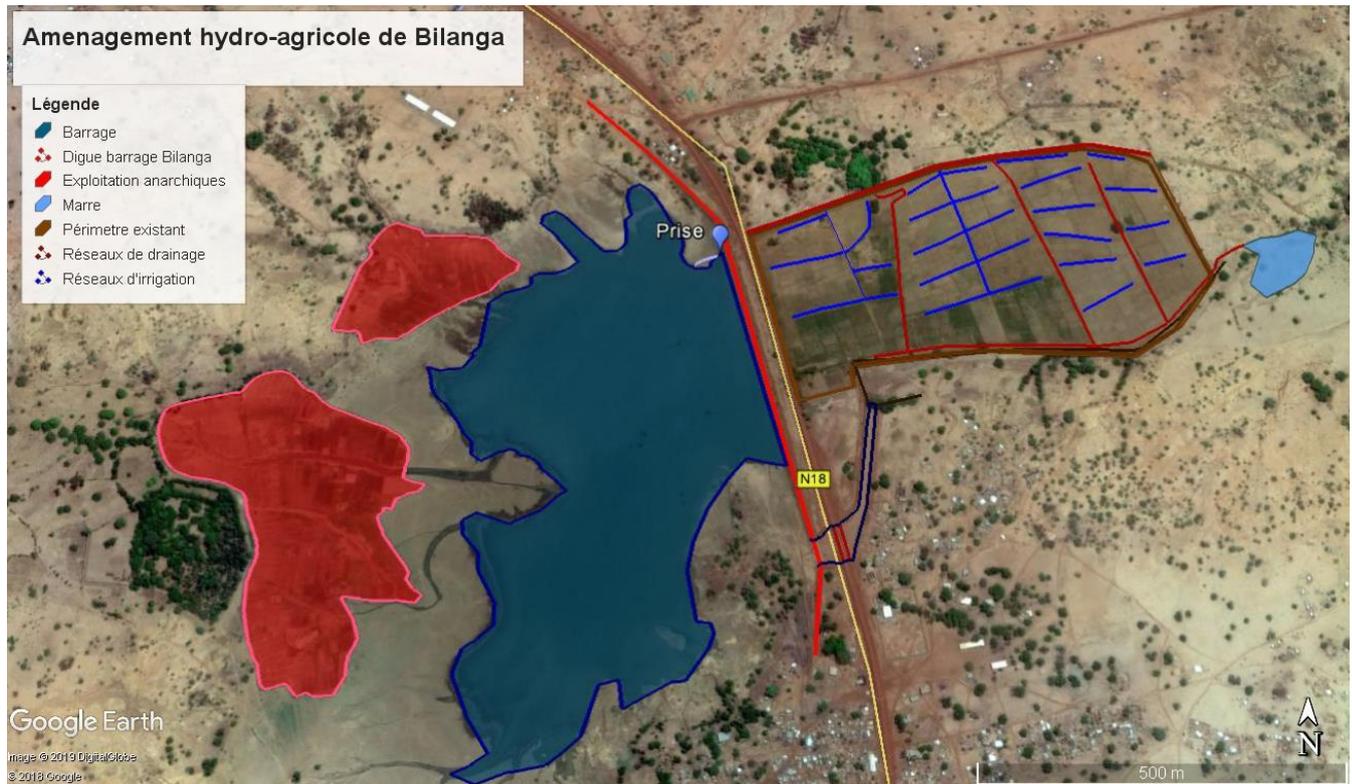


Figure 4 : États des lieux de l'aménagement Hydro agricole de Bilanga

V.1.1 Diagnostic de la ressource en eau

Le périmètre de Bilanga est principalement irrigué par le barrage. Le volume d'eau de la retenue est estimé à 723 500 m³ d'eau. Le plan d'eau couvre une superficie de 59 ha et est long de 854m.

Le barrage est doté d'une digue et d'évacuateurs de crues dont un déversoir latéral et le chenal. Ce barrage, réhabilité en 2011 présente dans son ensemble un très bon état notamment en ce qui concerne la digue et le déversoir.

Cependant il faut noter quelques problèmes qu'il est nécessaire de corriger afin d'améliorer les performances de la retenue.

Cuvette

La cuvette est marquée par la présence d'une forte exploitation anarchique. Cette pratique qui s'étend sur une superficie qui varient entre 5 ha et 15 ha est le résultat d'une insuffisance des terres agricoles. Elle contribue non seulement à envaser le barrage, mais elle exerce aussi une pression sur la ressource en eau. En conséquence, elle diminue la capacité de stockage du barrage et contribue fortement à son incapacité à pourvoir au besoin en eau du périmètre irrigué d'où son exploitation sur une superficie de 60% de sa superficie initiale.

Aussi il est aussi le lieu de lavage des granulats et on retrouve des troncs d'arbres morts et de déchets de type ménagers à moins de 100m de la cuvette.

Digue

La digue est homogène en matériau argileux avec un couronnement latéritique. Il est long de 872m. La côte crête de la digue est de 302 m ainsi que celle des murs bajoyers du déversoir. La côte du seuil déversant est 300,2 m.

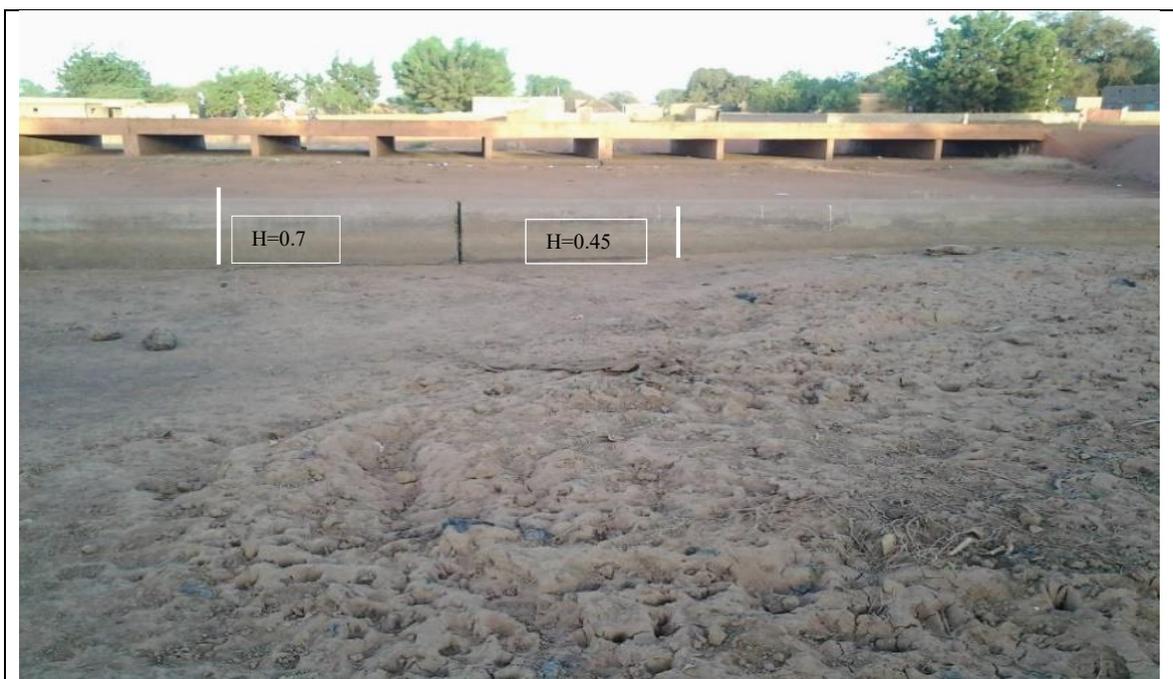
Le talus amont et aval revêtu en perré sec se trouve en bon état. On ne note pas de fuites ni de glissement, mais il y a un départ progressif de matériaux latéritiques dus aux pluies.

Sur les parements aval on constate aussi deux grandes griffes d'érosions.

La présence d'arbustes sur les talus amont et aval marque une absence de nettoyage de la digue.

Déversoirs et ouvrages annexes

Le déversoir est de type latéral rive droite en béton. Sa longueur est de 35 m et se présente sur une hauteur de 0.7m à certains endroits et 0.45 m à d'autres qui se justifie par une accumulation d'argile au pied du déversoir. En outre il y a un durcissement et une disparition des joints bitumineux entre les préfabriquées du déversoir.



Déversoir présentant deux hauteurs différentes à cause accumulation d'argile au pied du déversoir

Figure 5 :Présentation actuel du déversoir de Bilanga

✚ **Analyse de la contrainte liée à la ressource en eau : Possibilité de couverture des besoins du périmètre par le barrage.**

Ce barrage a été construit pour faire face à deux types de besoins à savoir les besoins agricoles et pastoraux. À l'origine, ce barrage était prévu pour satisfaire 14 ha de culture riz en saison pluvieuse et 14 ha de culture maraîchère en saison sèche.

Cependant actuellement, la retenue n'arrive plus à satisfaire les deux saisons culturelles rapportent les irrigants.

Afin de confirmer ou infirmer cette information récoltée auprès des irrigants, il sera question ici de procéder à deux scénarios via la courbe d'exploitation à savoir :

Scénario 1 : on considère le modèle typique des exploitations actuelles c'est-à-dire 15ha en saison pluvieuse et en contre-saison

Scénario 2 : 15 ha de superficie emblavée en saison pluvieuse contre 2/3 de cette superficie en saison sèche.

Scénario 3 : 15 ha de superficie en saison pluvieuse, 10 ha en saison sèche additionne à aux exploitations anarchiques.

➤ Évaluation du besoin et pertes

Les besoins en eau des cultures les plus contraignantes à savoir celle du riz en saison pluvieuse et l'oignon en saison sèches seront retenus pour le courbe d'exploitation du barrage.

(Le détails sur le calcul de besoins en eau se trouve en annexe I)

Les résultats des besoins en eau pastorales retenus sont ceux du PCD AEPA, car elles semblent être plus fiables. *(Le détail des calculs se trouve en annexe I).*

Les récapitulatifs des besoins et pertes sont consignés dans le tableau 4 et 5:

CAS1 : on considère le modèle typique des exploitations actuelles c'est-à-dire 15ha en saison pluvieuse et en contre-saison

Tableau 4: Estimation des usages actuels de l'eau du barrage cas 1

Mois	Besoins			Pertes		
	Besoins agricoles(m ³)	Besoins pastoraux(m ³)	Total(m ³)	Infiltration (m)	évaporation(m)	Total(m)
Janvier	27 922,11	2276,63	30 198,74	0,093	0,19	0,29
Février	31 805,84	2276,63	34 082,47	0,087	0,19	0,28
Mars	45 534,90	2276,63	47 811,52	0,093	0,22	0,31
Avril	34 757,31	2276,63	37 033,93	0,09	0,21	0,30
Mai	10 184,23	2276,63	12 460,86	0,093	0,19	0,28
Juin	0,00	2276,63	2276,63	0,09	0,16	0,25
Juillet	14 409,23	2276,63	16 685,86	0,093	0,13	0,22

Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

Août	9579,47	2276,63	11 856,09	0,093	0,11	0,21
Septembre	35 731,62	2276,63	38 008,24	0,09	0,12	0,21
Octobre	62 512,35	2276,63	64 788,97	0,093	0,14	0,24
Novembre	35 840,36	2276,63	38 116,98	0,09	0,17	0,26
Décembre	9046,20	2276,63	11 322,82	0,093	0,18	0,28

CAS2 : 15 ha de superficie emblavés en saison pluvieuse contre 2/3 de cette superficie en saison sèche.

Tableau 5: Estimation des usages en eau du barrage en considérant le cas 2

Mois	Besoins			Pertes		
	Besoins agricoles(m ³)	Besoins pastoraux(m ³)	Total(m ³)	Infiltration (m)	évaporation(m)	Total(m)
Janvier	18 614,74	2276,63	20 891,37	0,093	0,19	0,29
Février	21 203,90	2276,63	23 480,52	0,087	0,19	0,28
Mars	30 356,60	2276,63	32 633,23	0,093	0,22	0,31
Avril	23 171,54	2276,63	25 448,16	0,09	0,21	0,30
Mai	6789,49	2276,63	9066,11	0,093	0,19	0,28
Juin	0,00	2276,63	2276,63	0,09	0,16	0,25
Juillet	14 409,23	2276,63	16 685,86	0,093	0,13	0,22
Août	9579,47	2276,63	11 856,09	0,093	0,11	0,21
Septembre	35 731,62	2276,63	38 008,24	0,09	0,12	0,21
Octobre	62 512,35	2276,63	64 788,97	0,093	0,14	0,24
Novembre	35 840,36	2276,63	38 116,98	0,09	0,17	0,26
Décembre	6030,80	2276,63	8307,42	0,093	0,18	0,28

➤ Simulation de l'exploitation de la retenue

Les consommations en eau pour les deux scénarios donnent les résultats suivants :

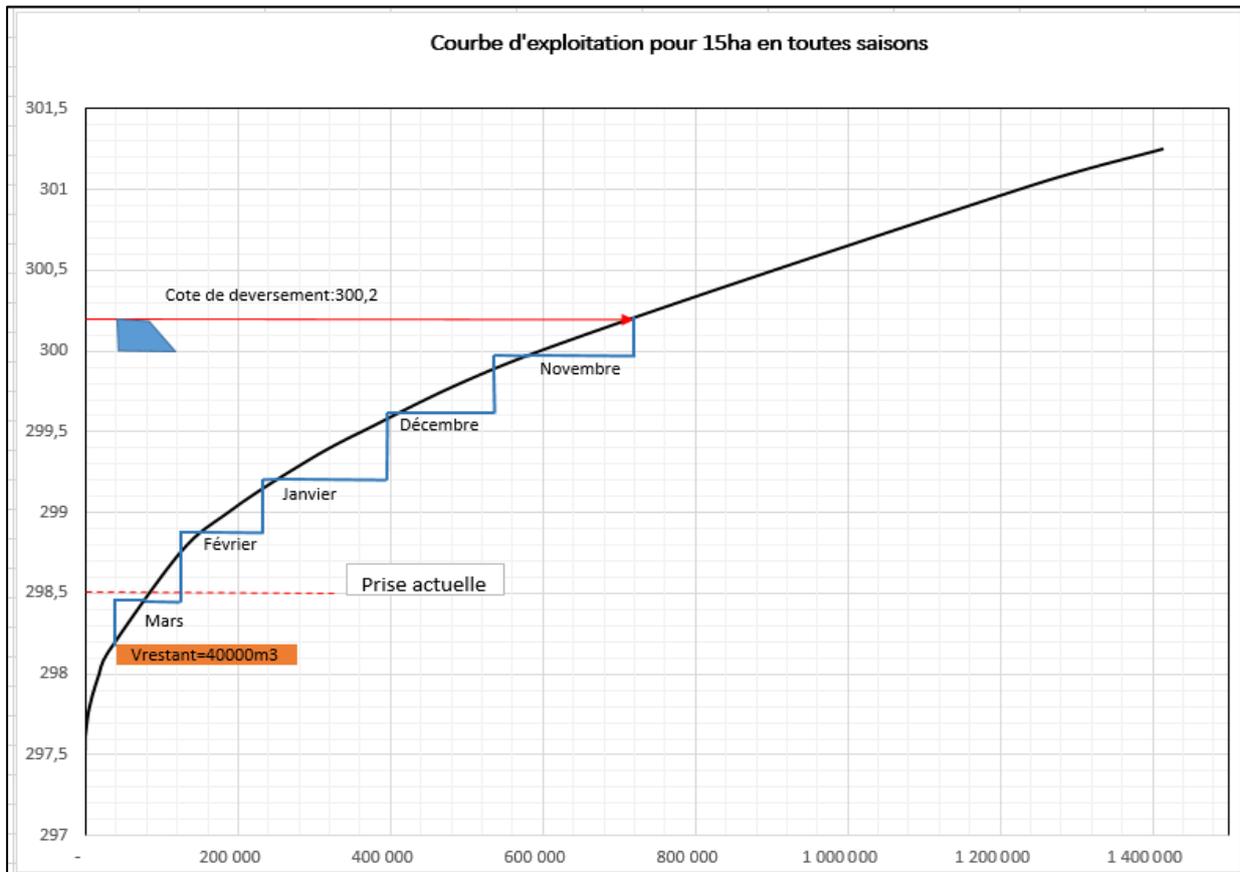


Figure 6 : Courbe d'exploitation de la retenue pour 15ha de superficie en toute saison

Selon la courbe d'exploitation :

- Pour une superficie emblavée de 15 ha en toute saison, la prise calée à la cote 298.5m est carrément dénoyée dès fin février. Le volume d'eau exploitable en dessous de la prise est d'environ de 40 000m³.

L'irrigation est possible qu'à partir de la motopompe et cela seulement jusqu'en fin mars.

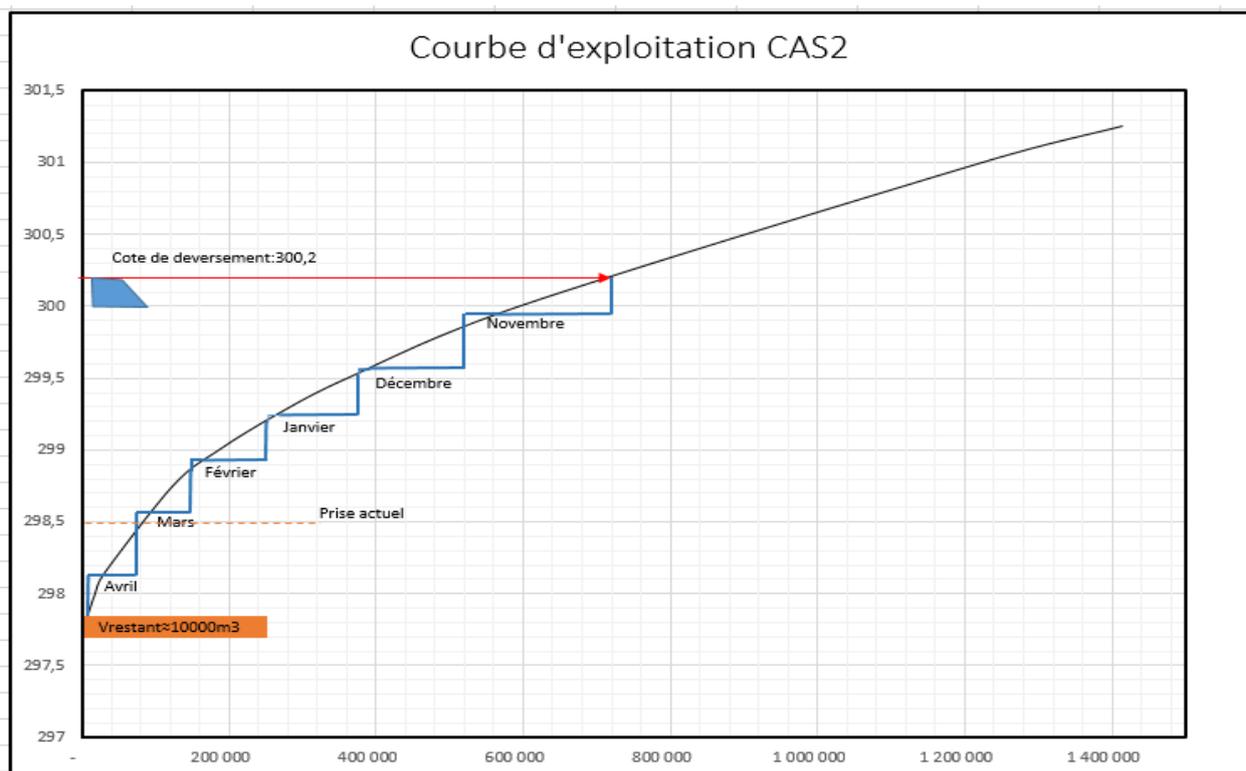


Figure 7 : Courbe d'exploitation de la retenue pour une superficie de 10ha en saison sèche et 15 ha en saison pluvieuse

- De même pour une superficie emblavée de 10 ha en saison sèche contre 15 ha en hivernage il est difficile de terminer la campagne sèche. En fin mars la prise est dénoyée. Le volume d'eau exploitable en dessous de la prise est d'environ de 100 000m³.

L'irrigation à partir des motopompes se poursuit jusqu'en fin avril

- Des deux cas précédent on peut conclure qu'il serait difficile pour le barrage de satisfaire et le besoin en eau du périmètre irrigué et le besoin en eau des exploitations anarchiques.

➤ Conclusion partielle

Il serait impossible de négliger les évaporations qui se font au niveau du barrage, car elle contribue à grande partie au tarissement de la ressource.

L'hypothèse de l'envasement de cette retenue est écartée, car le volume d'eau obtenu à partir du récent levé bathymétrique et de la cote du déversoir correspond au volume d'eau indiqué lors de sa réhabilitation en 2011.

Le résultat que donnent les différents cas de la simulation se recoupe avec le résultat de l'enquête auprès des agriculteurs. En effet la ressource en eau de surface est incapable d'assurer les deux campagnes agricoles de Bilanga. Pour permettre l'irrigation en toute saison et en cas d'extension il est impératif de renforcer la ressource en eau.

V.1.2 Diagnostic du périmètre irrigué

Le périmètre irrigué de Bilanga couvre une superficie de 14 ha. Dépourvu de pistes de circulation le long des canaux, il comprend :

Un réseau d'irrigation

- Un (01) ouvrage de prise sur le barrage ;
- (01) un canal primaire ;
- Des ouvrages de prise sur CP ;
- (04) Canaux secondaires ;
- Des ouvrages de régulation et/de chutes sur CS ;
- (26) canaux tertiaires.

Un réseau de drainage

- Une colature de ceinture du périmètre ;
- Un drain principal en zone basse ;
- (03) Deux drains secondaires.

Ouvrages de protection

- Une digue de protection ;
- Une clôture en grillage ;
- Huit (08) portails.

Une ressource en eau : Le barrage

- La digue ;
- La cuvette ou réservoir ;
- L'évacuateur de crue ;

Les ouvrages annexes



États des lieux des différents ouvrages

➤ Un réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation du périmètre irrigué de Bilanga est de type gravitaire composé de :

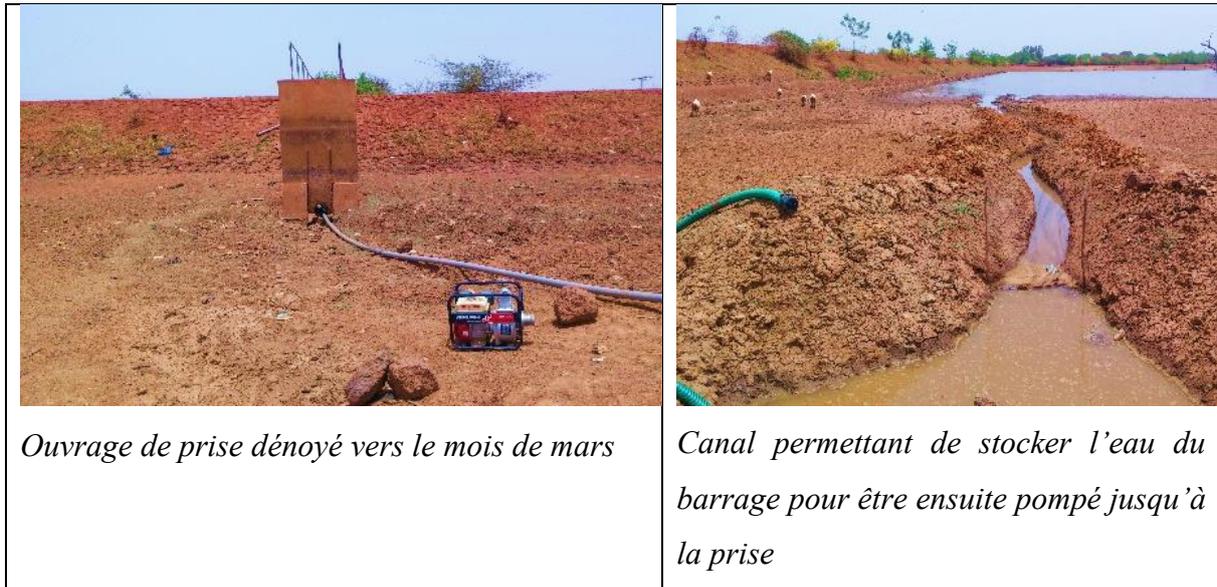
- Un (01) ouvrage de prise sur le barrage et le chenal d'aménagé.

L'ouvrage de prise est sous forme de tour rectangulaire en béton armé avec une passerelle d'accès métallique, depuis la crête du barrage. La vanne FD 350 est de type vanne plate qu'on peut actionner depuis le sommet de la tour de prise grâce à une clé. Initialement fixe, elle est amovible aujourd'hui et posée dans le périmètre.

La prise d'eau est dénoyée avant la fin la saison sèche. Afin de pallier à cette situation, les producteurs creusent dans la cuvette des canaux et un point de stationnement d'eau qui sera

ensuite pompée jusqu'à la prise à l'aide d'une motopompe.

Il n'y a plus de batardeau amont (qui permet d'isoler la chambre de vanne de la cuvette).



Ouvrage de prise dénoyé vers le mois de mars

Canal permettant de stocker l'eau du barrage pour être ensuite pompé jusqu'à la prise

Figure 8 : Ouvrage de prise du barrage de Bilanga

Le chenal d'amenée assure le transit de l'eau de la prise jusque dans le canal primaire.

Cet ouvrage est réalisé en béton et présente un bon état en général.

- Un (01) canal primaire

Le canal primaire est coulé en béton sur une longueur totale de 570m. Elle présente trois sections représentées dans le tableau 6 :

Tableau 6: Dimension du canal primaire

TRAPÉZOÏDALE		RECTANGULAIRE			
1er section		2e section		3 ^e section	
Paramètres	Dimensions	Paramètres		Paramètres	
B(m)	1,9				
h(m)	0.6-0.65	h(m)	0,4	h(m)	0,25
b(m)	0,42	b(m)	0,54	b(m)	0,34
d(m)	0,36	d(m)	Variable	d(m)	variable
L(m)	342	L(m)	82	L(m)	142

B : largeur au plafond ; h : profondeur du canal ; d : tirant d'eau ; b : base du canal.

La section trapézoïdale est constituée de 114 panneaux de longueur 5m de part et d'autre du canal.

On dénombre 40 panneaux présentant de petites fissures, 10 panneaux affouillés (car réhabilités dernièrement sans faire le remblai) et aucun panneau n'est cassé ni tombé. En outre on constate à quelques endroits une disparition du joint bitumineux entre les panneaux.

L'état peu dégradé du canal primaire trouve son explication dans le fait qu'une partie du tronçon du primaire ait été réhabilité il y'a de cela quelques mois par le PNGT suite à un écroulement de l'un de ses tronçons.

En plus de l'état physique du canal, il faut noter que ce dernier est encombré par des dépôts non curés de sable et de petites branches mortes dans le canal et sur tout le long du canal.

- Des ouvrages de prise sur CP

Sur le primaire on retrouve 4 ouvrages de prises TOR métalliques positionnés au droit du primaire, deux seuils et deux partiteurs fixes toujours en bon état qui permet de repartir l'eau entre le canal primaire et le secondaire² et d'autre part entre le primaire et le secondaire³.

Tableau 7: Dimension des prises du primaire et état de dégradation

N°	Type d'ouvrage	Dimension de la vanne(m)	État
1	Ouvrage de prise du CS1	Hauteur :0,5 Largeur :0,5	Peu dégradé
2	Ouvrage de prise du CS2	Hauteur :0,4 Largeur :0,35	Peu dégradé
3	Ouvrage de prise du CS3	Hauteur :0,25 Largeur : 0,35	Peu dégradé
4	Ouvrage de prise du CS4	Hauteur :0,25 Largeur :0,3	Peu dégradé

- Canaux secondaires

Le réseau comporte 4 canaux secondaires qui reçoivent l'eau du primaire à partir des ouvrages de prises TOR. L'ensemble des canaux secondaire constitue une longueur de 892 m. Ils sont de forme rectangulaire et coulée en béton.

Tableau 8: Dimension des canaux Secondaires

<i>Canaux</i>	<i>CS1</i>	<i>CS2</i>	<i>CS3</i>	<i>CS4</i>
<i>Dimension</i>	Hauteur :0,5 Base :0,5 Longueur :152	Hauteur :0,4 Base :0,35 Longueur 270	Hauteur :0,25 Base :0 .35 Longueur 270	Hauteur :0,25 Base :0,3 Longueur :200

L'ensemble des quatre canaux secondaires présente des parties cassées à certains niveaux, des parties fissurées présente tout le long des longueurs et une incapacité parfois à contenir l'eau qu'elles reçoivent du primaire.

Tableau 9: États de dégradation des canaux secondaires

Canaux	Dimension	État de dégradation
CS1	Hauteur :0,5 Base :0,5 Longueur :152	-Ce canal est fissuré et dégradé à certains endroits -Canal encombré par la présence de dépôts non curés de sable et des résidus des récoltes -Ce canal déverse sur les côtés, car trop plein
CS2	Hauteur :0,4 Base :0,35 Longueur 270	-Canal obstrué par les herbes, résidus de récoltes et dépôts non curés de sable -L'ensemble du canal est fissuré à certains endroits
CS3	Hauteur :0,25 Base :0 .35 Longueur 270	-Présence de trous de part et d'autre de ce secondaire -Canal fissuré et cassé à certains endroits -Canal encombré par la présence de dépôts non curés de sable et des résidus des récoltes -Canal enherbé -Les parois du canal sont déformées à cause de la poussée des terres
CS4	Hauteur :0,25 Base :0,3 Longueur :200	-Mauvais calage sur la partie amont du périmètre Fond du canal est bas par rapport aux parcelles -Ce canal est fissuré et cassées du côté des prises -Canal affouillé tantôt sur le côté droit tantôt sur le côté gauche -Les parois du canal sont déformées à cause de la poussée des terres

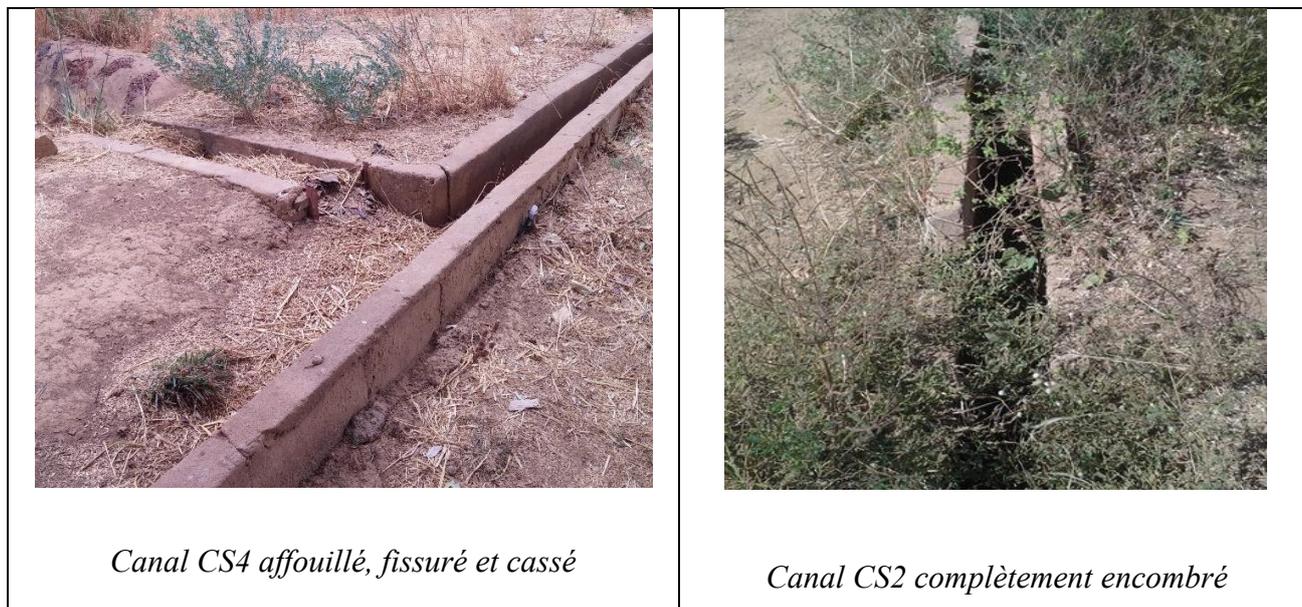


Figure 9 : Etat de deux Canaux secondaires

- Des ouvrages de régulation et/de chutes sur CS

Il n'existe pas d'ouvrage de régulation sur les canaux secondaires. Cependant, il existe plusieurs ouvrages de chute sur le canal secondaire dont le fond présente une érosion due à l'action de l'eau.

- Des ouvrages de prise sur CS

On dénombre au total 26 ouvrages de prises sur l'ensemble des secondaires.

Tout comme le primaire les secondaires sont équipées d'ouvrages de types TOR dont 69,2 % sont présentes. D'une manière générale, les prises sont toujours en bon état.

- Canaux tertiaires

	
<p><i>Canal tertiaire partiellement revêtu et enherbé</i></p>	<p><i>Tertiaire avec la présence d'une technique de rehaussement du niveau de l'eau pour permettre l'irrigation de la parcelle</i></p>

Figure 10 : Etat de deux Canaux tertiaires

Le périmètre compte en tout 26 tertiaires de forme trapézoïdale. La plupart des tertiaires sont entièrement construites en terre hors mis au niveau des prises ou elles sont construites en perré maçonné. Cependant certains canaux tertiaires sont entièrement construits en perrés maçonnés. La longueur totale est de 2160m.

Chaque canal tertiaire est équipé d'arroseurs qui permettent de distribuer l'eau sur 0.25 ha en moyenne.

La forme des tertiaires est irrégulière et est à chaque campagne tracée et ajustée par les producteurs.

Sur l'ensemble du périmètre, les tertiaires présentent un état assez dégradé. À cela s'ajoute le défaut de nivellement des premières parcelles situées le long du canal primaire. Cela crée des contre-pentes qui rendent difficile l'arrivée de l'eau dans certaines zones.

Tableau 10: Dimension et état physique des canaux tertiaires

Canaux	Dimension(m)	État de dégradation
CT1	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :80,87	- Risque de déchaussement du canal - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Contre pente
CT2	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :118,1	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Parties en perrés maçonnés est détruites - Mauvais calage interne du tertiaire ne permettant pas d'irriguer correctement les parcelles
CT3	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :111,7	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés et presque non visible pendant même les campagnes - Mauvais calage interne du tertiaire inondant la parcelle amont
CT4	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :57,87	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes
CT5	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 59,35	- Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites - Difficultés d'arroser les parcelles concernées
CT6	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :47,5	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites - Mauvais calage interne du tertiaire
CT7	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 62,2	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT8	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :75,52	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT9	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 90,3	- Canaux enherbés pendant même les campagnes - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Parties en perrés maçonnés est détruites
CT10	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 100,45	- Canaux enherbés pendant même les campagnes - Parties en perrés maçonnés est détruites - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre

Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

CT11	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 104,27	- Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Canaux ont une forme irrégulière - Parties en perrés maçonnés est détruites
CT12	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 73,67	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT13	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :75,15	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT14	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 83,78	- Parties en perrés maçonnés dégradées - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes
CT15	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 85,11	- Canaux enherbés pendant même les campagnes - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Parties en perrés maçonnés est détruites
CT16	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 84,68	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Parties en perrés maçonnés est détruites
CT17	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur :111,97	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT18	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 99,88	- Canaux totalement enherbés et pratiquement invisibles - Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre
CT19	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 94,74	- Les Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT20	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 102,13	- Les canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites -mauvais calage interne du tertiaire
CT21	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 86,62	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites - Mauvais calage interne du tertiaire
CT22	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 87,87	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre -Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites

		-mauvais calage interne du tertiaire
CT23	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 57,11	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Parties en perrés maçonnés est détruites - Difficultés d'arroser les parcelles concernées à cause de la pente
CT24	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 78,76	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes - Partie en perrés maçonnés est détruites
CT25	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 69,3	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes
CT26	Hauteur moyenne :0,2- 0,35 Base moyenne : 0.25-0.2 Largeur plafond : 0. 40 -0,5 Longueur : 64,91	- Canaux ont une forme irrégulière - Une partie de l'eau s'infiltré, car ouvrage en terre - Canaux enherbés pendant même les campagnes

- Des ouvrages de prise sur les tertiaires

On dénombre sur les tertiaires un total de 74 prises parmi lesquelles :

- ✓ 23 % des vannettes sont absentes
- ✓ 2,7 % de vannettes rouillées
- ✓ 74,3 % des vannettes sont en bon état.

En outre la plupart des ouvertures des prises réalisées en béton se trouvent dans un état acceptable à l'instar de 40 % des prises qui présentent un état fissuré et cassé sur le côté.

Chaque prise déverse sur les parcelles à partir de conduite PVC de DN200 qui actuellement est totalement dégradée.

➤ Un réseau de drainage

Dans ce périmètre il n'existe pas de drain à tous les niveaux. Néanmoins on distingue trois drains secondaires qui se jettent dans le drain principal pour ensuite se jeter dans une mare non loin du périmètre.

Réalisés en terre, ces drains suivent l'écoulement naturel de l'eau. Leur largeur varie en moyenne entre 0,6 et 1 m avec une profondeur moyenne ne dépassant 0.15 m.

Ces drains sont enherbés et servent même de terre cultivable pour certains producteurs.

En dehors du périmètre on a une colature de ceinture en zone haute qui présente une forme irrégulière sur toute sa longueur. Elle s'est considérablement élargie et approfondie au fur et à mesure des années.

➤ Ouvrages de protection

- La diguette de protection

Le périmètre est protégé par une digue de protection conçue de part et d'autre en :

- Perrés maçonnés sur un tronçon de 24 m,
- Perrés simples sur une longueur de 80 m
- Terre compacter tout le long du périmètre servant de piste sur 500m en bon état.

Elle protège le périmètre contre les éventuelles crues et les eaux du déversoir. Elle ne présente pas de dégradation alarmante cependant on peut noter quelques détachements de moellons et du perré maçonné.

- La clôture de protection

L'ensemble du périmètre est protégé des incursions des animaux grâce à une clôture grillagée de mailles 75*80 mm. Cette clôture donne accès au périmètre par l'intermédiaire de 8 portes dépourvues de serrure et de crochets. Pour maintenir les portes fermes, les producteurs utilisent différents moyens paysans qui ne permettent pas toujours de maintenir les portes fermées.

➤ Les parcelles et le mode d'irrigation sur le périmètre

- Les parcelles

Le périmètre irrigué de Bilanga couvre une superficie de 14 ha qui se subdivise en parcelles de 0,2 à 0.25 ha par famille. Le périmètre est exploité par 74 producteurs qui, à leur tour, subdivisent leurs parcelles en plusieurs casiers rizières de superficie variable selon sa convenance.

On note cependant que sur les 15ha aménagés il y a 1 % des parcelles qui ne sont pas cultivées pour l'une des raisons suivantes : parcelles inondées, car constituant un trou ou parcelle non irriguées faute du calage du réseau.

- Le mode d'irrigation et calendrier cultural sur le périmètre

Le périmètre compte au total (04) quatre blocs répartis en fonction des secondaires.

Sur le périmètre, le chargé d'ouverture de la vanne de prise irrigue selon le tour d'eau de 2 jours en suivant le programme suivant :

- 1er jour : bloc 1 et bloc 2
- 2e jour : bloc 3 et bloc 4

Cependant fort est de constater que selon la conception (sections) des canaux d'irrigation le tour d'eau devrait être de 3 jours répartis comme suite

- 1er jour : Bloc 1
- 2e : Bloc 2
- 3eme jours : Bloc 3 et 4

Nous avons aussi noté après un entretien avec le chef ZAT que les productions se font en deux campagnes qui devraient se tenir selon le calendrier suivant :

- Une campagne rizicole de début : aout à octobre
- Une campagne maraichère : novembre à mai

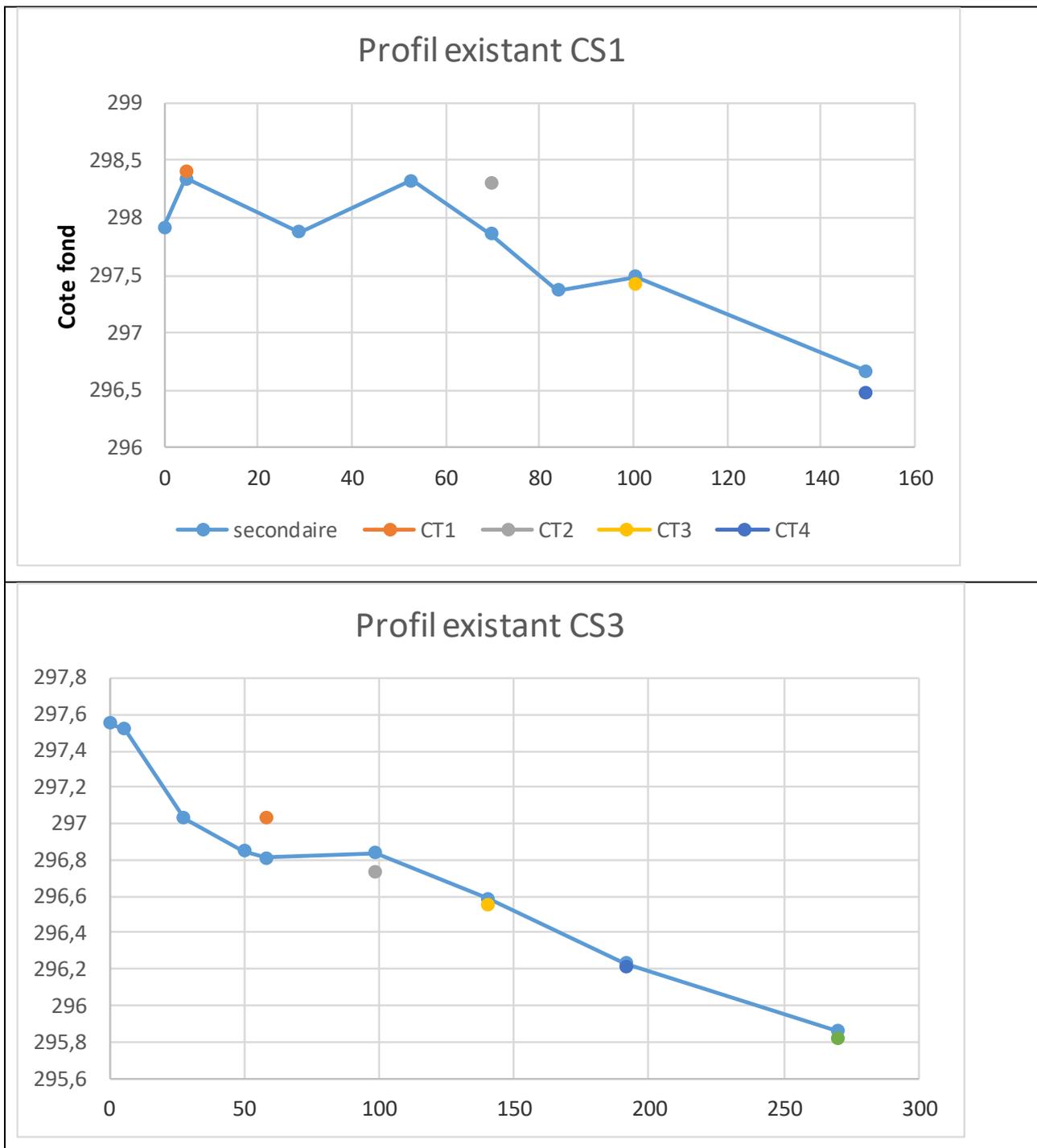
Cependant ce calendrier culture n'est pas respecté par tous les producteurs.



Analyse des acquis et contraintes liées au périmètre

➤ Fonctionnalité technique du réseau hydraulique

- L'ouvrage de prise se trouve en bon état de fonctionnement. Cependant la capacité du barrage ne lui permet pas de remplir ses fonctionnalités en saison sèche sans avoir recours à une motopompe.
- Le canal primaire est lui en bon état de manière général, car réhabilite recensement. Néanmoins on note la présence de fissures peu prononcée sur certains plots.
- Les secondaires et les tertiaires présentent quant à eux des dégradations significatives. La présence de dépôt non curé dans les différents canaux et la présence d'arbustes à l'intérieur de certains canaux signe de l'absence régulière d'entretiens ont des répercutions l'écoulement des eaux.
- Les ouvrages de prise sont bien disposés, mais sont tous endommagés et non sécurisé (signes de dégradation, absence de vannette). Ce qui rend difficile le contrôle de l'eau
- En plus de leur état il est ressorti dans le tracé des profils en long des canaux existants obtenus à partir du levé topographique que certains canaux d'irrigation présentent des cotes fonds sur élevé par rapport au secondaire ou primaire qui le dessert en eau. Aussi certains des 1^{ers} parcelles ont des cotes supérieures à celle des cotes fond secondaires et tertiaires.



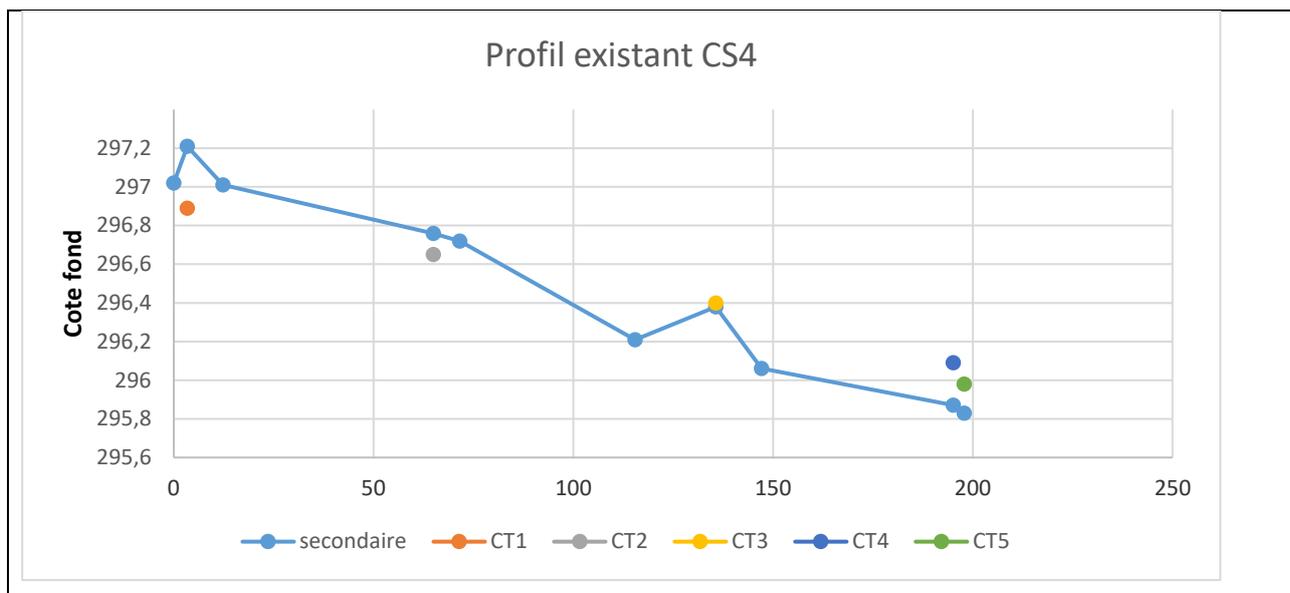
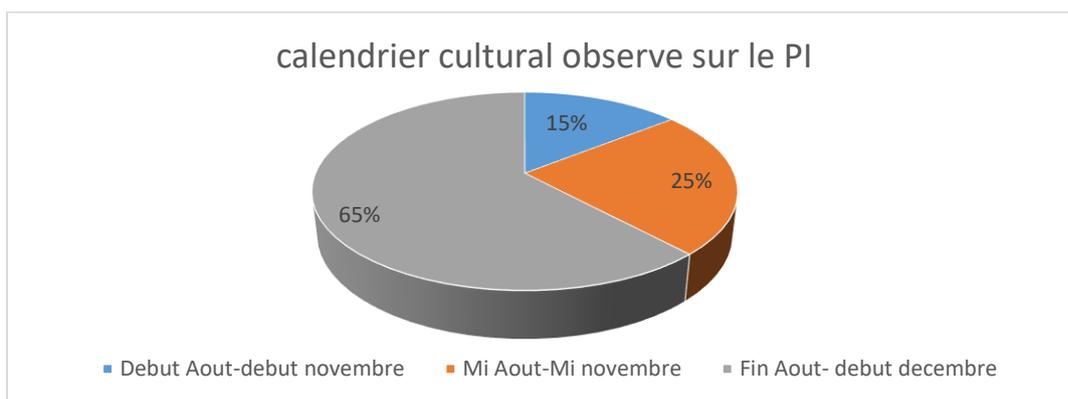


Figure 11 : Profils en long des canaux secondaires existants

Au vu de ces résultats nous pouvons confirmer l’une des hypothèses faites selon laquelle le calage interne du réseau d’irrigation ne lui permet pas d’être performant concernant la desserte en eau sur les parcelles.

➤ Capacité d’organisation du périmètre

Les exploitants du périmètre présentent un certain état d’indiscipline en ce sens que le calendrier cultural n’est pas respecté malgré les recommandations des pratiques agricoles que donnent le chef ZAT et le COGES.



Conséquence : la 1^{re} campagne est prolongée, la 2^e aussi, du coup l’utilisation de la ressource devient moins optimale.

En effet, ce qui est préconisé dans le dossier technique d’aménagement de barrage est que la meilleure période de repiquage se situe entre la 2^e et la 3^e décade de juin. (Dembélé et al. 1999). Ce qui permet d’avoir un volume du plan d’eau assez élevé jusqu’à la fin de la campagne. Le riz repiqué pendant cette période est récolté dans la dernière moitié de septembre et verra son

cycle se dérouler presque entièrement pendant la saison des pluies. Ce qui diminuerait les besoins en eau d'irrigation.

➤ Capacité locale de maintenance et de gestions du périmètre

La commune de Bilanga dispose de l'appui du Comité de gestion COGES, du comité d'usagers de l'eau et d'un chef ZAT dont le rôle est de veiller à l'application de la politique du ministère de l'agriculture et des aménagements hydrauliques.

Le chef ZAT est ensuite entouré par six (06) Chefs UAT qui sont chargés de :

- L'encadrement et de la formation des membres du COGES dans chaque site qui essaient à leur d'encadrer et conseiller les producteurs ;
- Appui technique des producteurs en cas de difficultés rencontrées.

Sur le périmètre il n'existe pas d'équipe compétente actuelle formée sur les ouvrages existants ni de moyens réellement adéquats. La capacité de réparation et de remplacement des ouvrages est donc actuellement nulle.

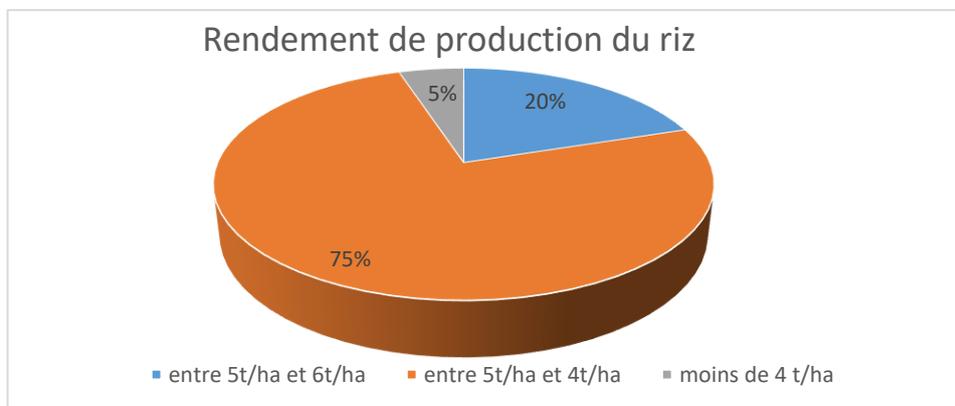
Le manque de cotisations au sein du périmètre ne facilite pas les entretiens du réseau d'irrigation et de drainage.

En outre le périmètre ne dispose pas d'une planification d'entretien de routine, les opérations de réhabilitation des tertiaires et de désherbage se font uniquement par bloc en début de chaque saison.

➤ Capacité de production

Les rendements du riz obtenus sur la majorité du périmètre sont légèrement inférieurs au potentiel de rendement du riz FKR-19 qui se situe entre 5t/ha et 6t/ha . (Kambou 2008)

Le diagramme ci-dessous issu de l'enquête terrain réalisé sur 12 exploitants donne des précisions sur la répartition des parcelles selon le rendement en riz.

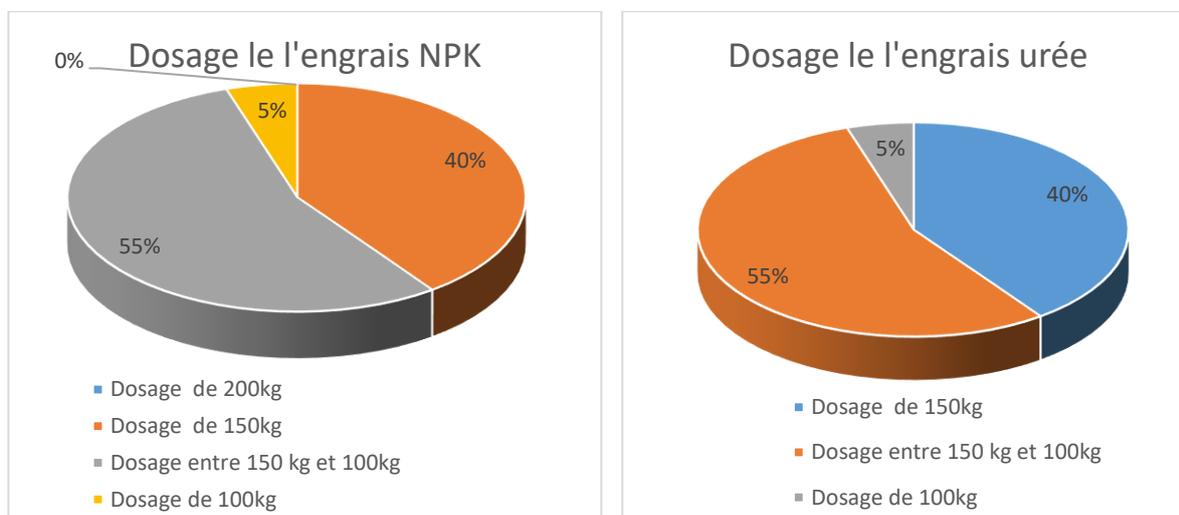


Seulement 20 % des producteurs arrivent à obtenir les rendements escomptés.

Une telle situation pourrait s'expliquer par le non-respect des itinéraires techniques. Cela se fait remarquer au niveau des dosages des intrants. Toutes les parcelles enquêtées ont un dosage en NPK inférieur à la norme recommandée.

➤ Quantité d'engrais utilisée par rapport à celle préconisée.

Les dosages d'engrais recommandés pour le riz sont 200 kg/parcellaire de NPK et 150kg pour l'urée. La totalité des producteurs utilise ces deux types d'engrais, mais avec des dosages différents.



- Dosage du NPK : aucun producteur n'utilise le dosage recommandé. Néanmoins 40 % utilisent 3 sacs de NPK et cela se constate sur leurs productions. Quant au 60 %, ils reconnaissent ressentir leurs faibles doses dans leurs rendements. Cependant le prix des engrais sur le marché (16 000 à 19 000 francs) ne leur permet pas de respecter les prescriptions prescrites.
- Dosage Urée : Par contre 40 % arrivent à respecter cette dose en urée contre 60 % dont la plupart utilisent entre 2 sacs.

Le non-respect des dosages en instants pourrait s'expliquer par une insuffisance d'encadrement dans le suivi de l'itinéraire technique des cultures, mais surtout par l'inaccessibilité des engrais dus à leurs prix sur le marché pouvant aller de 16 000 à 19 000 francs.

➤ Capacité économique

Les redevances en eau payées sur le périmètre s'élèvent à 2000 francs par personnes par campagne. Chaque année le périmètre devrait donc générer 296 000 francs.

Cependant fort est de constater que la majorité des irrigants refuse de payer leurs cotisations. Nous pouvons expliquer cela par le fait que périmètre de Bilanga ne génère pas en tant que telle des revenus économiques. En effet la riziculture répond davantage à un souci de sécurité alimentaire que de rentabilité. Contrairement à la production maraichère, mais elle n'est pas pratique par tous.

En effet 90 % des productions rizicoles servent à la consommation familiale de chaque producteur. Seules les cultures maraichères leur donnent d'avoir un peu de revenus qui semblent ne pas satisfaire à leurs attentes.



Résultats des entretiens

Les enquêtes auprès des producteurs et du chef ZAT ont permis de relever certaines informations liées à leur habitude et leurs perceptions des problèmes du périmètre.

➤ Caractérisation du système d'irrigation

- Il n'existe aucune autre source complémentaire
- Aucune contribution ne se fait pour la gestion du périmètre
- Les problèmes que relèvent les producteurs par rapport au système d'irrigation se rapportent à l'insuffisance d'eau pour la contre-saison et le mauvais calage de certains canaux qui ne permette pas d'arroser les parcelles
- L'insuffisance des terres aménagées

➤ Caractérisation du système de production/stockage et écoulement des produits maraichers

- La production se fait par pépinière suivie du repiquage
- La phase de labour se fait par traction animale. Elle est soit payante soit familiale.
- 90 % du riz produit par chaque famille est pour la subsistance
- En contre-saison, les spéculations produites varient selon le producteur : Tomates, oignon, choux, le gombo, aubergine, le, mais
- En contre-saison seulement les 2/3 du périmètre sont exploitées
- 100 % des producteurs utilisent de la matière organique : compost, pailles, déjections animales
- 100 % utilisent les engrais minéraux tels que le NPK et Urée, mais faute de moyens financiers les quantités ne sont pas les même pour tous :
 - 40 % utilisent en moyenne 3 sacs par parcellaire

- 60% utilisent en moyenne entre 1-2.5sacs par parcellaire
- Les produits sont vendus de manières individuelles a des étrangers (Bénin Togo) ; Bilanga et Bilanga Yanga.
- 90 % des paysans soulignent le fait que le maraichage qui est la culture de rentes ne couvre pas réellement leurs besoins
- Difficultés d'écouler les productions
 - Absence de marché
 - Manque de lieux de conservation

V.2. PROPOSITION DE SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LE PÉRIMÈTRE ET LA RESSOURCE EN EAU

Tableau 11: Récapitulatif du diagnostic et de la proposition de solution

Défaillance du système d'irrigation		
Le barrage		
	<ul style="list-style-type: none"> - États physiques bons en général - Présence des exploitations anarchiques et quelques arbustes - Insuffisance d'eau pour satisfaire aux deux campagnes - Non-respect du calendrier cultural - Prise en bon état, mais dénoyée dès fin mars 	<ul style="list-style-type: none"> - Adopter un meilleur calendrier cultural sur le périmètre irrigué pour permettre des économies d'eau sur le barrage - Prévoir une meilleure disponibilité en eau en optant soit en valorisant le volume du barrage ou soit en associant des forages ou puits au volume actuel du barrage. - Interdire les exploitations anarchiques et étendre le périmètre actuel de 6ha afin de faciliter leur délocalisation dans la cuvette
Défaillance du réseau d'irrigation		
Canal primaire et ouvrages	<ul style="list-style-type: none"> - Canal peu dégradé - Côte fond inférieur aux cotes max de certains parcelles rendant difficile l'irrigation - Présences d'arbustes et branches mortes autour du canal - Absences des vannettes métalliques 	<ul style="list-style-type: none"> - Une partie du tronçon sera gardé jusqu'à la longueur 375 m et le reste sera démoli et reconstruit - Le canal primaire sera étendu selon les nouvelles dimensions obtenues suite au dimensionnement - Un plan de gestion sera imposé - Les ouvrages de prises seront remplacés par de nouveaux
Canaux secondaires et tertiaires et ouvrages	<ul style="list-style-type: none"> - Canaux dégradés - Canaux affouillés - Contre pentes de certains canaux - Absences des vannetais - Dégradation de certains ouvrages de chutes 	<ul style="list-style-type: none"> - Le réseau secondaire et tertiaire sera quant à eux démolis - Les canaux secondaires et tertiaires feront l'objet d'un dimensionnement et d'un calage pour la nouvelle superficie de 20ha envisagés - Un plan de gestion sera imposé - Les ouvrages de prises seront remplacés par de nouveaux
Réseaux de drainage		
Drains principaux en	<ul style="list-style-type: none"> - Enherbé 	<ul style="list-style-type: none"> - Proposer un nouveau plan de drainage

Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

zone basse		- L'ensemble du réseau de drainage fera l'objet d'un dimensionnement et d'un calage pour la nouvelle superficie de 20ha envisages
Drains secondaires	- Nombre limite : Ne se trouve pas à tous les niveaux - certains producteurs cultivent dans les drains	
Drains tertiaires	inexistants	
Réseaux de circulation		
Piste	Quasi inexistante sur secondaire et tertiaires	Tracer les pistes sur les secondaires et tertiaires pour permettre la circulation
Autres		
Ouvrages de protections périmètre	- Serrures et crochets des portes de la clôture absentes - Digue de protection peu dégradée, mais détachements moellons et perrés maçonnés	- Renouveler le matériel manquant - Réhabiliter la digue de protection
Discipline	- Calendrier cultural non respecté - Non-respect stricte des dosages d'urée et NPK préconisés	- Proposer un modèle de gestion à respecté par les agriculteurs sous peine de sanctions
Maintenance	- Inexistence d'équipe compétente actuelle formée sur les ouvrages - Absence de moyens réellement adéquats	
Production Économique	- Seulement 20 % des producteurs obtenez les rendements escomptés - Refus a majorité du payement de redevances - Absence de comptabilité générale sur le périmètre	

V.2.1 Au niveau de la ressource en eau

Comme stipulé précédemment l'augmentation du volume d'eau retenu devrait permettre de répondre au manque d'eau du périmètre, d'augmenter la superficie du périmètre par conséquent de mettre fin aux exploitations anarchiques.

Elle sera augmentée en fonction d'une superficie de 20ha irrigue aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche.

Réévaluation des besoins en eau

L'évaluation de besoins en eau agricole pour une superficie de 20h s'est fait conformément à un nouveau calendrier cultural mieux adapté permettant de réduire les besoins en eaux des cultures. Les cultures pluviales débiteront la 2e décade du mois de juin laissant par la suite la place aux cultures maraichère qui débutera la 3e décade de novembre.

L'estimation des usages de l'eau est consignée dans le tableau 16(voir annexe II pour le détail des calculs)

Tableau 12: Besoins en eau des cultures pour 20ha

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Besoins agricoles(m3)	48 376,03	42 407,79	55 027,36	29 830,76	0,00	128 218,34
Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Besoins agricoles(m3)	36 412,65	15 333,06	47 231,38	15 565,19	2 445,49	34 978,62

Option eau souterraine

Cette option prévoit de combler le déficit d'eau du barrage en irrigant l'ensemble du périmètre pendant la saison sèche.

➤ Estimation des débits de forages dans la zone

Les débits des forages dans la zone peuvent atteindre 5m³/h selon le PCD-AEPA (AGIP AFRIQUE et al, 2012).

➤ Calcul du nombre de forages à utiliser

Le calcul du nombre de forages en fonction de la superficie donne les résultats suivants :

Tableau 13: Nombres de forages en fonctions de la superficie

Superficie	Nombre de forages(5m ³ /ha)
15 ha	23 forages
10 ha	14 forages
5 ha	8 forages
1 ha	2 forages

Pour permettre uniquement l'irrigation de la superficie existante en saison sèche, le périmètre a besoin de 23 forages. Sans compter les 5ha de la partie extensible. Le nombre élevé de forages requis s'explique par les faibles débits de la zone. En conséquence elle ne facilite pas la mise en œuvre de cette option.

De plus cette option n'est pas avantageuse, car elle est incapable d'assurer l'irrigation de la campagne rizicole en cas d'extension du périmètre.

Ainsi pour la suite nous écarterons cette option et nous pencherons sur l'option de l'eau de surface.

 **Option eau de surface : Augmentation de la capacité de la retenue**

- Études hydrologiques
 - Analyse fréquentielle

Avec des séries pluviométriques dépassant les 36 unités les calculs ont servi à ressortir les quantiles journaliers et annuels durant les périodes sèches et humides.

Les résultats de l'analyse fréquentielle sont consignés dans le tableau 18 :

Tableau 14: Valeurs des quantiles annuelles et journalières

Périodes	T (ans)	Quantile annuel	Quantiles journaliers
Humide	2	599,97	58,33
	5	705,83	72,30
	10	761,16	81,56
	100	892,57	110,53
Sèche	2	599,97	58,33
	5	494,11	47,94
	10	438,78	43,53
	100	307,37	34,98

- Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant :

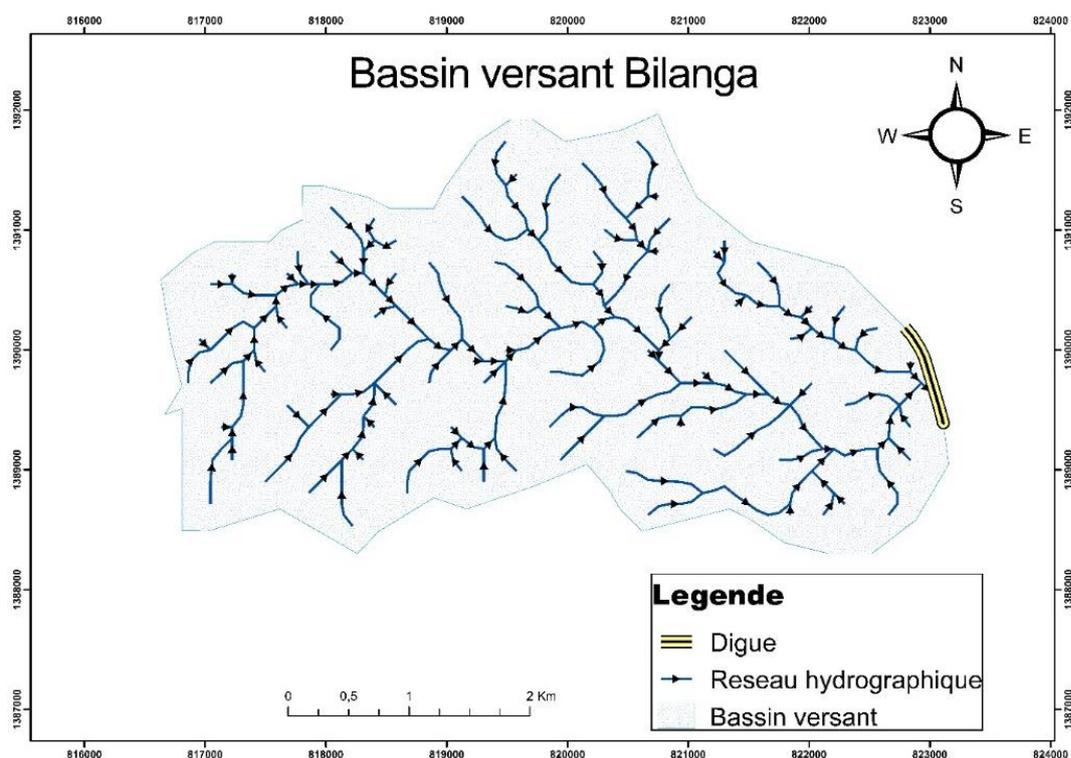


Figure 12 : Carte du bassin versant

Tableau 15: Caractéristiques géomorphologiques du bassin versant de Bilanga

Définition	valeur	Commentaires
Superficie du Bassin Versant (km ²)	15,89	10 km ² < S < 200 km ² → Petit Bassin Versant
Périmètre (km)	24,57	
Longueur du cours d'eau le plus long (m)	8700,00	
Indice de Gravelius (KG) ou Icomp	1,74	KG ≈ 1,74 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
Longueur du rectangle équivalent	10,82	5Km < L < 25Km → n= 3
Pente longitudinale (m/km)	6,52	5(m/km) < Pente longitudinale < 10(m/km) → Pentes modérées : Bassin intermédiaire (entre zone à plaine et zone à ondulation)
Pente moyenne (m/km)	13,55	
Indice global de pente Ig (m/km)	3,00	
Dénivelée spécifique (m)	11,96	Ds < 50m → Relief faible et on peut considérer la pente transversale à 2 % de la pente moyenne
Infiltrabilité	RI(P3)	Relativement imperméable
Pente transversale It (m/km)	0,27	
Ig corrigé (m/km) n=3	2,09	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
Ig (m/km)	3,00	Valeur retenue

- Prédétermination de la crue de projet

Les résultats des débits de crues sont consignés dans le tableau suivant (*le détail des calculs se trouve en annexe VI*) :

Tableau 16: Débits décennaux et centennaux de projet

CIEH	ORSTOM	GRADEX	
Q10(m ³ /s)		C	Q100(m ³ /s)
8,50	13,27	3,01	39,95

- Les apports liquides du bassin

Tableau 17: Les apports liquides du bassin par la méthode Dubreuil Villaume

Période de retour	Ke(%)	Pluie(mm) Pi	Surface bassin versant(km ²)	Apport liquide(m ³)
Année moyenne 2ans	16,65 %	599,96	15,89	1 587 206,32
Année quinquennale sèche 5 ans	11,65 %	494,11	15,89	915 014,72

Tableau 18: Les apports liquides du bassin par Méthode du déficit d'écoulement par la méthode de COUTAGNE

Période de retour	Ke(%)	Pluie(mm) Pi	Surface bassin versant(km ²)	Apport liquide(m ³)
Année moyenne 2ans	12,43 %	599,96	15,89	1 184 769,04
Année quinquennale sèche 5 ans	8,70 %	494,11	15,89	683 012,09

Le bassin versant est capable d'apporter un volume d'eau moyen en année moyenne de 1 385 987,68 m³.

➤ Étude du volume de la retenue

- Estimations des pertes et des besoins agricoles et pastoraux

Tableau 19: Estimations des pertes et des besoins agricoles et pastoraux

Mois	Besoins			Pertes			
	Besoins agricoles(m ³)	Besoins pastoraux(m ³)	Volume charrié	Total(m ³)	Infiltration (m)	Évaporation (m)	Total(m)
Janvier	48 376,03	2276,63	65 314,45	50 652,66	0,09	0,19	0,29
Février	42 407,79	2276,63		44 684,42	0,09	0,19	0,28
Mars	55 027,36	2276,63		57 303,98	0,09	0,22	0,31
Avril	29 830,76	2276,63		32 107,38	0,09	0,21	0,30
Mai	0,00	2276,63		2276,63	0,09	0,19	0,28

Juin	128 218,34	2276,63	195 809,42	0,09	0,16	0,25
Juillet	36 412,65	2276,63	38 689,27	0,09	0,13	0,22
Août	15 333,06	2276,63	17 609,68	0,09	0,11	0,21
Septembre	47 231,38	2276,63	49 508,00	0,09	0,12	0,21
Octobre	15 565,19	2276,63	17 841,82	0,09	0,14	0,24
Novembre	2445,49	2276,63	4722,12	0,09	0,17	0,26
Décembre	34 978,62	2276,63	37 255,25	0,09	0,18	0,28

- Le volume de la retenue requis

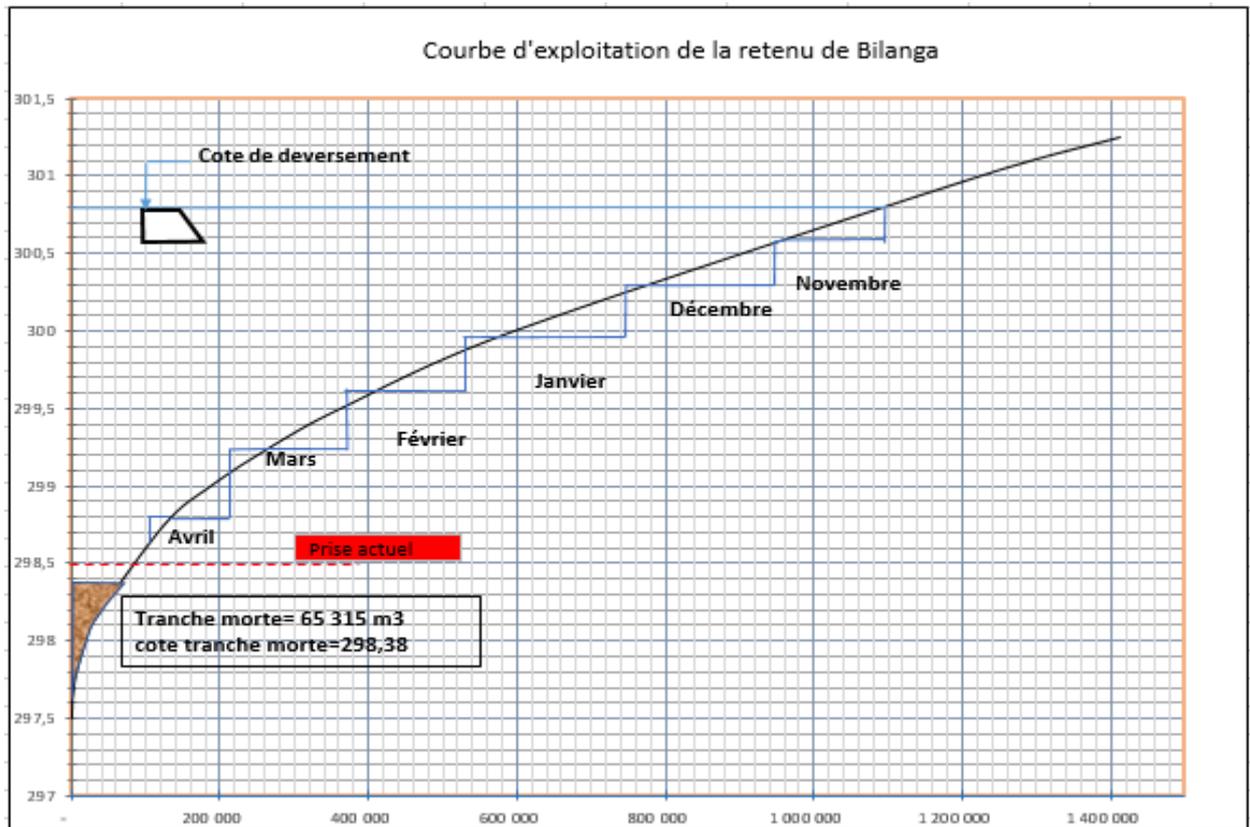


Figure 13 : Courbe d'exploitation de la nouvelle retenue sur une superficie de 20ha

Après plusieurs simulations nous pouvons convenir que le besoin en eau d'irrigation de 20ha en toute saison peut être comblé avec un volume du barrage de 1 110 000 m³. Ce qui correspond à une cote du déversoir de 300,8m.

- Études de l'évacuateur de crues : déversoir

Le déversoir a été dimensionné pour évacuer un débit centennal de 39,95 m³/s.

La méthode des abaques méthode X₀ nous donne une hauteur maximale au-dessus du déversoir de 55cm pour la même longueur (35m) du déversoir.

D'après (DURAND, 1996), une revanche comprise entre 0.5 et 1 m est admissible pour les

petits barrages d'équipement rural. Nous retenons comme valeurs $R=0.6$ m

Tableau 20 : Valeur des différentes côtes obtenues du déversoir et du PHE après rehaussement, et de la digue avant et après rehaussement

Côte du déversoir(m) après rehaussement	300,8
Côte PHE(m) après rehaussement	301,35
Ancienne Cote de la digue(m)	302
Côte de la digue obtenue pour une revanche de 0,6(m)	301,95

Le rehaussement du déversoir se fera donc sans aucun risque d'inondation de la digue lors de crues.

Le déversoir existant étant en béton, un simple rehaussement en béton armé directement ancré sur sa surface paraît la technique la plus économique et adaptée pour la réalisation du projet.

V.2.2 Au niveau du périmètre irrigué

Aptitude du sol

Selon l'étude pédologique menée au niveau de la partie extensible par le bureau d'étude CINTECH, le périmètre est en grande partie sur alluvions de nature variée : Argileuse (A), Argilo-Limoneux (AL) ou Argilo-Sableux fins (ASf) et réparti dans deux classes d'aptitudes à savoir :

Classe d'aptitude I : type LA Limoneux-Argileux étendu sur 13.32ha

Classe d'aptitude II : type limoneux sableux S 1,66 ha

Il ressort des résultats de la confrontation des qualités des sols, que l'unité d'aptitudes **I** sera, dans les conditions actuelles, moyennement apte, pour toutes les cultures actuelles ou envisagées à savoir le riz inondé et irrigué, le, maïs irrigué et les cultures maraichères et l'unité d'aptitudes **II** marginalement apte pour le riz, mais moyennement apte toutes les autres cultures actuelles ou envisagées.

Après réhabilitation (restructuration et consolidation des réseaux d'irrigation et de drainage, digues de protection, etc.) et mesures d'accompagnement (apport de matière organique et de fertilisants minéraux, assolement et rotation si besoin, etc.) l'unité d'aptitudes **II** sera moyennement apte pour le riz en, mais les deux unités seront aptes pour le TUT et toutes les cultures actuelles ou envisagées.

Quant à notre étude sur le terrain par la méthode du double anneau, nous avons noté qu'on a un sol de type **argilo limoneux** avec une proportion d'argile.

Les mesures d'infiltration, les équations des graphes des taux d'infiltrations de la forme

$C1 \times (-Kt) + C2$ nous permettent de déduire la perméabilité $C2$ qui est le $ksat$ (**Keita et al., 2014**) dont les valeurs sont consignées dans le **Tableau 21**.

Tableau 21: Valeurs des conductivités hydrauliques

	Point 1	Point2	Point3	Point4	Point5
Texture	Limoneux sableux	Très argileux	Limoneux	Limoneux	Limoneux
ksat	67,89	9,06	18,45	37,58	19,56

Le coefficient de variation obtenu à partir des autres données étant supérieur à 20 %, nous dirons que le sol est hétérogène. L'infiltration varie de 9,06 à 67,89 mm/h .

Cela reflète les réalités du terrain, car les parties amont du périmètre sont plutôt sablo limoneux et la partie aval est beaucoup plus limoneuse.

Le logiciel SPAW de la FAO après introduction des valeurs d'infiltrations donne les valeurs d'humidité à la capacité de rétention Hcr et d'humidité au point de flétrissement permanent Hf présentées dans le tableau 22 :

Tableau 22: Valeurs des humidités à la capacité de rétention et au point de flétrissement

	Texture	ksat	Hcr	Hf	Da(g/cm ³)	Hcr-Hf
Point1	Limoneux sableux	67,89	15,8	6,3	1,44	9,5
Point2	Très argileux	9,06	35,8	15,2	1,32	20,6
Point3	Limoneux	18,45	29,6	9,9	1,39	19,7
Point4	Limoneux	37,58	23,7	6,6	1,42	17,1
Point5	Limoneux	19,56	29,3	9,4	1,39	19,9

De ces résultats nous retiendrons la valeur de Hcr-Hf la plus contraignante (17,1) d'où les valeurs de RU = 222,30mm/h pour les cultures maraichères et 119,7 mm/h pour le riz

Plan parcellaire

Le nouveau plan parcellaire proposé s'est fait sur une superficie totale de 20ha soit une extension de 5ha afin de permettre un déplacement des exploitations anarchiques.

Elle permettra de l'ensemble du réseau d'irrigation et des ouvrages existants seront détruites et feront l'objet de nouvelle proposition à l'exception du canal primaire qui fera l'objet d'extension.

Le nouveau réseau d'irrigation est constitué d'un canal primaire, de cinq (05) canaux secondaires et de trente (30) canaux tertiaires.

Paramètres d'irrigation

- En saison humide

La texture de sol la plus contraignante donne pour une profondeur maximale du riz un RU de 119,7 mm et une RFU de 79,8m. La DMP pour le mois le plus contraignant en eau s'élève à 4,28 l/s/ha. Cette valeur est dans la plage admise pour le périmètre de type gravitaire (inférieur à 5 l/s/ha). *(Le détails sur le calcul des paramètres d'irrigation cf. annexe V)*

La main d'eau retenue varie en fonction de la superficie et est comprise entre 10l/set 15 l/s. Le temps d'irrigation à l'hectare est de 10h23. La superficie des différents quartiers hydrauliques proposés sur le périmètre tient compte de la configuration des réseaux et du périmètre. Les superficies proposées varient entre 0,24 ha et 1,03 ha.

L'ensemble du périmètre sera irrigué dans un tour d'eau de 2 jours en raison de 2,5 ha en moyenne par secondaire et par jour. *(Le détails sur le calcul des paramètres d'arrosage cf. annexe VI)*

Le dimanche sera retenu comme le seul jour de repos.

- En saison sèche

La texture de sol la plus contraignante donne pour la plus grande profondeur d'enracinement des cultures maraichères un RU de 222,30 mm et une RFU de 148,20 mm. La DMP s'élève à 2,57l/s/ha. *(Le détails sur le calcul des paramètres d'irrigation cf. annexe V)*

La main d'eau retenue varie en fonction de la superficie et est comprise entre 10l/set 15 l/s. Le temps d'irrigation à l'hectare est de 8h30. Le tours d'eau et la superficie des différents quartiers hydrauliques est la même qu'en saison humide. *(Le détails sur le calcul des paramètres d'arrosage cf. annexe VI)*

Dimensionnement optimal du réseau d'irrigation

- Les canaux tertiaires

Les canaux tertiaires sont des ouvrages en terre de forme trapézoïdale.

Le canal fait une longueur de m. Les canaux tertiaires avec une pente imposée de 0,4 m/km ont une largeur au fond variant entre 0,2 et 0,3m et une hauteur finale de 0,2 m .

- Les canaux secondaires

Le réseau des secondaires sera réalisé en maçonnerie.

Selon le déroulement de l'irrigation au niveau des parcelles, chaque canal secondaire doit alimenter au plus 4 canaux tertiaires par jour en saison humide en saison sèche. Ce qui correspond à un débit maximal de 50 l/s.

Les canaux secondaires sont de forme rectangulaire et présente les caractéristiques renseignées dans le tableau 23.

Le canal secondaire 5 présente une particularité, car elle traverse une ravine. Elle sera déposée alors sur un dalot en béton armé à deux ouvertures de dimension chacune $1 \times 2 \times 2,20$ m

Tableau 23: Caractéristiques des canaux secondaires.

Canaux	Fruit de berges m	Coefficient de rugosité ks	Pente longitudinale I	Largeur radier b(m)	Profondeur totale H(m)	Vitesse v(m/s)
CS1	0	60	0,005	0,3	0,30	0,79
CS2	0	60	0,005	0,3	0,35	0,82
CS3	0	60	0,005	0,3	0,35	0,81
CS4	0	60	0,005	0,3	0,35	0,81
Cp S5A	1,5	70	0,00015	0,35	0,40	0,39
CS5B	0	60	0,005	0,3	0,32	0,79

- Canal Primaire

Le canal Primaire a été détruit jusqu'au Canal secondaire 2 et reconstruits sur la base des dimensions suivantes :

Tableau 24: Caractéristiques des canaux primaires

Canaux	Fruit de berges m	Coefficient de rugosité ks	Pente longitudinale I	Largeur radier b(m)	Profondeur totale H(m)	Vitesse v(m/s)
Cp bief CS2-CS3	1,5	70	0,000 25	0,35	0,45	0,35
Cp bief CS3-CS4	1,5	70	0,000 15	0,35	0,45	0,37

 **Dimensionnement optimal du réseau de drainage**

- Les drains tertiaires

Le nouveau réseau de drainage tertiaire fait une longueur de 4015,62 m .

Ces drains ont été dimensionnés pour évacuer un débit de 8l/s

Les drains tertiaires avec une pente de 0,3 % seront de forme rectangulaire avec une largeur au fond de 20 cm, une profondeur finale de 20 cm et une largeur au miroir de 80 cm.

- Les drains secondaires

Le nouveau réseau de drainage secondaire du périmètre d'une longueur 4868 m comporte 6 drains secondaires pour le drainage du périmètre. Les caractéristiques des drains sont résumées dans le tableau 25

Tableau 25: Caractéristiques des drains secondaires

Drains	fruit de berges m	Débit Q(m ³ /s)	Coefficient de rugosité ks	Largeur fond b(m)	Pente Longitu I	Tirant d'eau y(m)	Vitesse v(m/s)	Profondeur total H(m)
DS1	1,5	0,024	30	0,2	0,005	0,145	0,41	0,245
DS2	1,5	0,048	30	0,2	0,005	0,2	0,48	0,3
DS3	1,5	0,024	30	0,2	0,005	0,145	0,41	0,245
DS4	1,5	0,032	30	0,2	0,005	0,165	0,44	0,295
DS5	1,5	0,024	30	0,2	0,005	0,145	0,41	0,245
DS6	1,5	0,032	30	0,2	0,005	0,165	0,44	0,295

- Colature zone basse

Le drain principal en zone basse encore appelée colature basse a pour rôle de collecter toutes les eaux du périmètre et les évacuer hors de celui-ci dans une mare située à proximité du périmètre. Elles seront collectées par les drains secondaires.

Tableau 26: Caractéristiques de la colature basse

	fruit de berges m	Débit Q(m ³ /s)	Coefficient de rugosité ks	Largeur fond b(m)	Pente Longitud I	Tirant d'eau y(m)	Vitesse v(m/s)	Profondeur totale H(m)
Colature basse	1,5	0,152	30	0,45	0,003	0,31	0,53	0,45

Calage

Les résultats du calage sont consignés en *annexe VII*.

Le canal primaire étant conservé jusqu'à une certaine longueur, le calage des secondaires a été fait de telle sorte à respecter les cotes imposées par le primaire.

De ce fait un planage sera effectué sur certaines parcelles du périmètre afin de permettre un bon fonctionnement des réseaux.

Le réseau de circulation

Le périmètre est équipé d'un réseau de circulation praticable sur toute l'année. Ce réseau se compose comme suit:

- Des pistes secondaires de largeur d'au moins 2m. Elles longent les canaux secondaires et totalisent une longueur de ml
- Les pistes tertiaires auront une largeur d'au moins 30cm pour permettre l'accès à pieds pour les travaux champêtres.
- Les pistes primaires et secondaires sont accompagnées des ouvrages de franchissement pour permettre la circulation sur le périmètre en toute période.

Au niveau des ouvrages de franchissement, on distingue les ouvrages sur la piste primaire et ceux sur les drains.

Digue de protection

Elle fera l'objet de réhabilitation par la réparation des moellons détachés.

Ouvrages de prise sur canaux secondaires et tertiaires

Les prises sur canaux secondaires et tertiaires sont des prises TOR installées :

- en tête du canal et immédiatement après chaque tertiaire
- en tête des parcelles et au début de chaque canal pour les tertiaires

La cote de calage de chaque prise correspond à la cote radier du canal.

V.2.3 Mode de gestion

Gestion de la ressource en eau

Afin de pérenniser la ressource en eau il est nécessaire d'établir un certain nombre d'action et d'habitude

Recommandation 1 : Limiter l'envasement du barrage en interdisant les exploitations anarchiques dans la cuvette.

Sensibiliser l'ensemble des producteurs sur les effets de l'envasement produit par la pratique de l'agriculture dans la cuvette.

Délimiter une bande de servitude et interdire l'agriculture à moins de 200m du PHE.

Le Comité de Gestion et les agents de la police de l'eau qui officiellement s'occupent de la gestion intégrée de la ressource en eau dans la localité doivent entreprendre et encourager des actions de protection des berges du barrage pour atténuer son envasement. Ils appliqueront aussi des sanctions afin d'imposer une certaine discipline quant au respect des normes imposées.

Recommandation 2 : Suivi régulier de la ressource en eau

À ce niveau, nous proposons que la courbe hauteur volume (H-V) soit mise à la disposition des agents de la police de l'eau en charge de la gestion gérante du barrage pour mieux apprécier les programmations des superficies à exploiter en fonction du niveau maximum de la retenue en fin de saison pluvieuse. Cela permettra d'adapter au maximum les besoins des cultures en fonction de la ressource en eau disponible.

Recommandation 3 : Suivi et entretien du barrage

- contrôle de la végétation sur l'ouvrage et à ses abords ;
- Le comblement des ravines sur le remblai ;
- Entretien des parements en maçonnerie ;
- Réparation de fils rompus de gabions.

 **Gestion périmètre**

➤ **Respect du calendrier d'irrigation**

Pour le nouveau périmètre, nous proposons un nouveau calendrier cultural proposé adapté. Il est important de discipliner les producteurs à respecter toutes les prescriptions données.

	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
RIZ												
OIGNON												
TOMATE												

Campagne pluvieuse : 2e décade de juin - Fin octobre

Campagne sèche : 3e décade novembre – avril au plus tard

➤ **Mode de maintenance et d'entretien des infrastructures du périmètre**

L'absence d'entretien fait partie des causes de baisses de rendement agricole.

L'objectif de l'entretien des infrastructures d'irrigation est de maintenir aussi longtemps que possible les infrastructures et équipements d'irrigation et drainage de Bilanga dans un état fonctionnel afin d'assurer la continuité du service de l'eau.

Recommandation 1 : Gestion privée par les paysans

Il consiste à maintenir le réseau en état de fonctionnement par des travaux continus et dont la périodicité est inférieure à 6 mois. Ce sont généralement des petits travaux réalisables par les exploitants ou du personnel non qualifié avec peu ou pas d'équipements. Ils nécessitent cependant un suivi/contrôle rigoureux par les usagers. Ces travaux sont réalisés régulièrement, mais non planifiés, et ne nécessitent pas une mobilisation importante de main d'œuvre. On peut citer en outre :

- Le faucardage/nettoyage : consiste à la coupe de la végétation sur la section complète (du radier au talus extérieur) et au curage léger des dépôts solides au fond des canaux, drains et chenal. Sur les pistes, le travail consistera à débroussailler l'emprise de la piste.

- Reprofilage

Le reprofilage correspond au curage des canaux, draine conformément au gabarit de la section transversale pour un écoulement correct des eaux

Recommandation 2 : Gestion prive par un organisme public

Il est important que le périmètre fasse appel si nécessaire (part appel d'offre) à un organisme d'entretien public capable de réparer et de remplacer les ouvrages. Il sera composé d'équipe

compétente actuelle formée sur les ouvrages existants et disposant de moyens réellement adéquat.

Ces travaux consistent principalement aux remplacements des joints bitumineux et à la réparation des fissures et/ou des grosses réparations des ouvrages endommagés, au colmatage des brèches, etc.

Ces travaux ne sont effectués qu'en cas de besoin et sont donc irrégulièrement répartis dans le temps.

➤ **La gestion financière**

Recommandation 1 : Respect dans le paiement de la Redevance

Le respect doit être établi dans le paiement de la redevance en eau. En effet tous ceux qui produisent doivent payer les redevances en chaque campagne.

Le comité de gestion et les agents de l'Association des usagers de l'eau structurelle devront ensemble être bien organisés afin de discipliner chaque producteur au respect de cette norme. Ainsi, elle pourra prendre des sanctions pour réprimer les exploitants qui ne payent pas leur redevance.

Recommandation 2 : Comptabilité générale annuelle du périmètre et compte d'exploitation individuel

Pour mieux apprécier la performance financière du périmètre, une comptabilité générale doit être dressée. Cela nécessite le recrutement d'un comptable au sein du COGES. Par ailleurs, à l'échelle individuelle, chaque exploitant devra bénéficier d'une formation pour pouvoir dresser son compte d'exploitation annuel afin de pouvoir se munir des dépenses nécessaires pour obtenir de bon rendement.

➤ **Gestion agronomique**

Recommandation 1 :

Dès la mise en valeur des terres : un travail du sol, avec un apport de fumures organiques de 5t/ha pour le riz et le maïs, 10 à 15t/ha pour le maraîchage, plus la fertilisation minérale recommandée par les itinéraires techniques en périmètre irrigué en vue de lever les contraintes n et n'énumérer plus haut et obtenir un rendement adéquat des productions.

Il conviendra aussi de se conformer à tous les itinéraires techniques et autres éléments d'information sur la gestion des cultures en condition de périmètre irrigué disponibles à INERA et au Ministère techniques ad hoc, ainsi qu'auprès de leurs services techniques délocalisés. (Barro 2018)

Recommandation 2 :

La création de champs-écoles, pour la formation et un encadrement efficace sur le respect des itinéraires techniques (calendrier cultural, travail du sol et application correcte des intrants, etc.), serait nécessaire.

Il serait aussi bon que la mise en place de champs-écoles soit précédée de formations et stages sur les volets connaissances et gestion durable des sols, amélioration des taux de recouvrement des engrais. (Barro 2018)

Recommandation 3 : Subventionner les engrais afin de les rendre accessibles à tous.

➤ **Discipline sur le périmètre**

Toutes les recommandations faites enfin d'améliorer la pérennité des ouvrages et de maintenir le rendement seront nulles tant que les producteurs ne seront pas disciplinés. Il est important d'organiser des sessions mensuelles pendant lesquelles le COGES et le Chef ZAT entretiendront les producteurs sur la nécessité du respect strict des recommandations faites dessus et des conséquences et sanctions du non-respect de ces prescriptions.

VI. ÉTUDE (DE FAISABILITÉ) FINANCIÈRE – ÉTUDE DES COÛTS :

Le tableau 28 donne le devis estimatif détaillé des travaux de réhabilitation physique du périmètre hydro agricole de Bilanga

Tableau 27: Détail du devis quantitatif et estimatif des travaux de réhabilitation

Désignation	Unit	Quant	Prix unitaire	Prix total (cfa)
Installation et replis du chantier				
Amené du matériel et Installation du chantier	FF	1,00	5 000 000	5 000 000
Replis du chantier	FF	1,00	2 500 000	2 500 000
Sous total I				7 500 000
Terrassement et démolition ouvrages existant				
Aménagement				
Débroussaillage et labour des parcelles	ha	20,13	150 000	3 019 500
Planage du 5,07 ha de l'aménagement aux cotés indiquées	ha	2,54	3 000	7 605
Canal primaire				
Démolition et transport du canal primaire à réfectionner	ml	224,00	1 000	224 000
Remblai latéritique autour des 10 panneaux affouillé	m ³	0,50	5 000	2 500
Remblai compacté du canal primaire provenant de l'emprunt	m ³	258,00	2 000	516 000
Déblai pour la cunette du primaire	m ³	103,00	1 000	103 000
Canaux secondaires et tertiaires				
Démolition et transport de canal secondaire avec ouvrage de prise	FF	1,00	300 000	300 000
Remblai compacté des canaux provenant du déblais	m ³	586	1 500,00	879 000
Remblai compacté des canaux provenant de l'emprunt	m ³	125,00	2 000,00	250 000
Déblai pour la réalisation des cunettes	m ³	520,00	1 500	780 000
Réseau de drainage				
Excavation et mise en forme pour la réalisation des drains	m ³	358,00	1 000	358 000
Réseau de piste				
Réalisation des pistes secondaires sur 2 m de large	ml	669,00	2 000	3 338 000
Sous total II				9 777 605
Réseau d'irrigation, ouvrages de prises et de régulation				
Canal primaire				
Béton armé dose a 300 kg/ m ³ pour la réalisation du canal primaire	m ³	78,96	120 000	9 475 200
Renforcements des joints et de mastic bitumineux	ml	10,00	9 000	90 000
Curage du canal sur 376 m et au nettoyage du canal primaire	ml	376,00	500	188 000
Canaux secondaires				
Béton ordinaire dose a 250 kg/ m ³ pour la réalisation des canaux secondaires	m ³	127,20	100 000	12 720 000

Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

Perrés maçonnées ponctuels pour protections canaux tertiaires au niveau des prises TOR	ml	39,20	5 000	196 000
Passerelles pour canaux secondaires en béton armé y compris garde-fou	U	1	1 000 000	1 000 000
Réseau de drainage				
Perrés maçonnées ponctuels pour protections	ml	88	5 000,00	440 000
Ouvrage de prises				
réalisation de prises TOR tertiaires simple avec béton ordinaire dose a 250 kg/ m ³ pour	U	98,00	100 000	9 800 000
Fourniture et pose de vanettes pour le primaires	U	9,00	2 500	22 500
Fourniture et pose de vanettes pour les canaux secondaires	U		2 500	0
Fourniture et pose de vanettes pour les canaux tertiaires	U	98,00	2 000	196 000
Diguette de protection				
Perrés sec	ml	80,00	25 000	2 000 000
Perré maçonné pour diguette de protection	ml	24,00	35 000	840 000
Sous total III				36 967 700
Ouvrage de franchissement				
Dalot de franchissement sur secondaire	U			0
Dalette de franchissement sur primaires	U	4,00	20 000	80 000
Sous total IV				80 000
Divers				
Clôture grillagée				
Crochets des portes de la clôtures	U	8,00	1 000	8 000
Imprévus	FF	1,00	2 000 000	2 000 000
Sous total V				2 008 000
Travaux sur le barrages				
Rehaussement du déversoir	FF	1	30 000 000	30 000 000
Abattage et dessouchages des arbustes sur les parements de la digue	FF	1	500 000	500 000
Sous total VI				30 500 000
Total I+II+III+IV+V+VI				86 833 305

VII. NOTICE OU ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Selon n°006/2013/AN du 02 avril 2013 portant code de l'environnement au Burkina Faso, les aménagements de périmètres inférieurs à 200ha sont assujettis à une notice d'impact sur l'environnement. Les travaux de réhabilitation envisagés concernent des ouvrages et périmètres déjà en place et n'auront donc pas d'effets nouveaux significatifs sur l'environnement. Classé en catégorie B, le projet consiste essentiellement en la réhabilitation du périmètre irrigué et à l'augmentation de la capacité du barrage afin d'assurer une valorisation de la disponibilité en eau pour les besoins agricoles ou pastoraux.

La notice d'impact environnementale consistera à recenser un premier temps les impacts négatifs du projet sur l'environnement et ensuite, proposer des mesures d'atténuation.

La méthode utilisée pour évaluer l'importance des impacts est celle de la matrice descriptive.

Tableau 28: Étude d'impact par la méthode descriptive

	Eau				Sol		Faunes et Flores		Air et paysage			Socioéconomiques												
	Qualités des eaux de surface	Qualités des eaux souterraines	Écoulement des cours d'eau	Disponibilité de la ressource en	Texture et structures du sol	Pollution des sols	Forme du relief	Végétation	Faune	Qualité de l'air	Nuisance sonore	Paysage	Espace agricole	Espace pastorale	Santé publique	Création d'emploi	Condition de vie des producteurs	Les rendements agricoles	Relation sociale	Habitation et autres bâtiments	Formation	Sécurité des populations	Changement du cadre de vie	Création de sources régénératrice de revenus
Nettoyage et terrassement																								
Implantation des ouvrages																								
Remblai ou déblai																								
Amené et repli du matériel de construction																								
Dépôt des matériaux secs																								
Utilisations des machineries et engins lourds																								
Productions des déchets solides et liquides																								
Mise en œuvre du réseau et ouvrages																								
Rehaussement du déversoir																								
Présences des étrangers																								
Présences de mains-d'œuvre																								
Exploitation du périmètre																								
Exploitation du potentiel hydrique																								
Entretien du barrage																								
Entretien du périmètre																								

Il est impératif de préciser que le rehaussement, une fois réalisé, risque d'impacter deux environnements d'accueil, à savoir :

- Les parcelles cultivées situées sur les berges de la retenue
- Les habitations situées sur les différentes rives

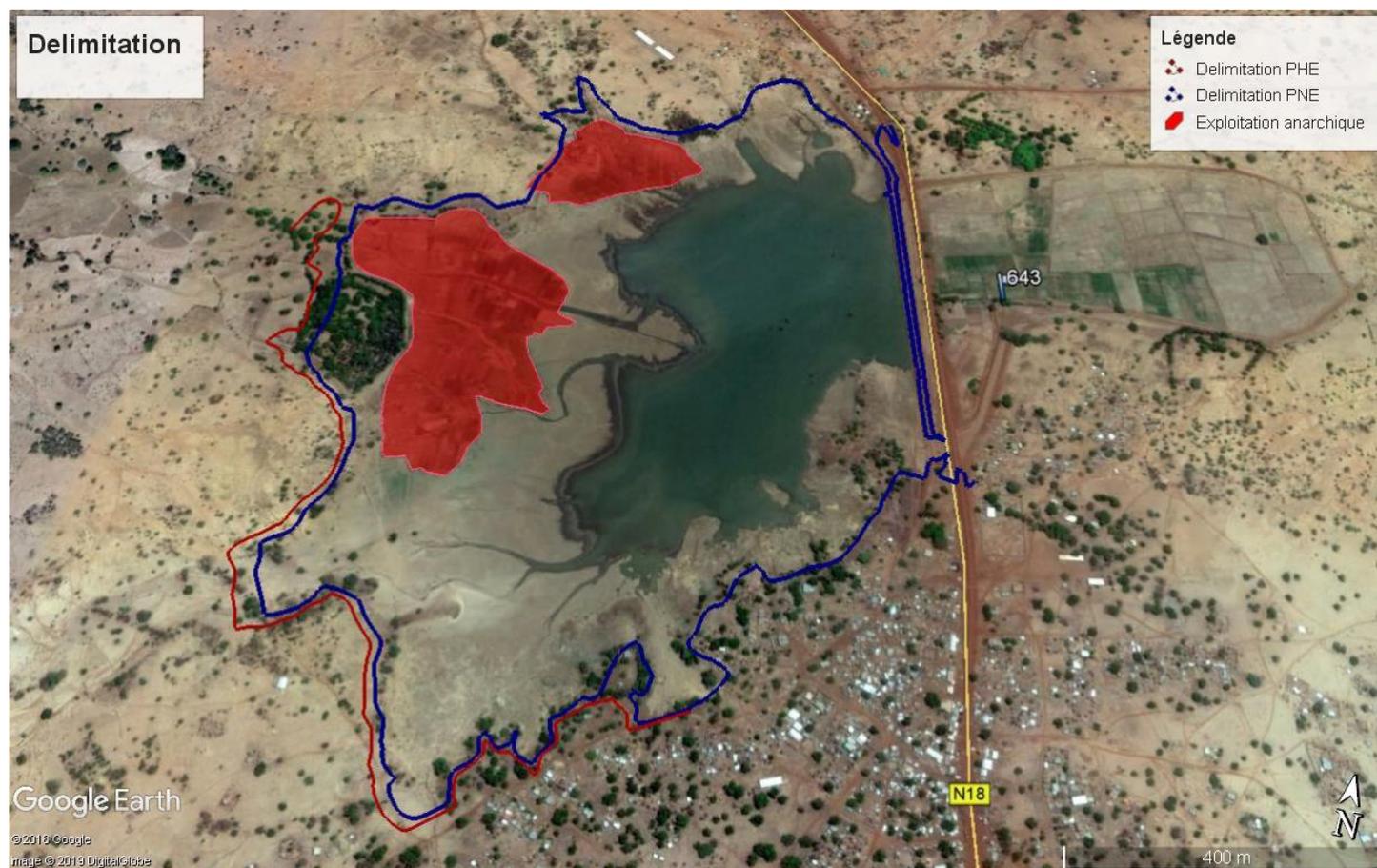


Figure 14: Emprise du barrage en fonction du PHE ET PNE

Tableau 29: Mesures de bonifications

Composantes du milieu	Impacts potentiels	Mésures d'atténuation
Eaux	<ul style="list-style-type: none"> -risques de pollution des eaux de surface -Risque de pollution des souterraines par l'utilisation par l'utilisation des engrais azotés et des pesticides -Disponibilité des eaux – Risques de surpâturage 	<ul style="list-style-type: none"> – Collecte et le traitement des déchets du chantier et des basses vies. –Respect de la bande de servitude du barrage – Concernant la prévention de la pollution des eaux par les intrants chimiques, la formation des exploitants à la bonne utilisation des engrais chimiques et pesticides sera inscrite au programme des actions d'appui
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> -Poussière et fumés -Nuisance sonore 	<ul style="list-style-type: none"> – Arroser le site des travaux et les pistes des déviations – régler correctement les moteurs des engins et faire un contrôle rigoureux de l'état des engins du chantier – limitation des vitesses des engins du chantier afin de réduire les soulèvements de poussières – Limiter les opérations et travaux trop bruyants à certaines heures de la journée pour ne pas déranger les populations
Végétation	<ul style="list-style-type: none"> -Déboisement 	<ul style="list-style-type: none"> -Plantation d'arbre en vue de compenser ceux qui seront détruits dans la cuvette du barrage. – Plantation d'arbres moins consommatrice d'eau autour du barrage et du périmètre maraicher pour limité l'évapotranspiration

<p>Sols</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Risques d'érosion et de pollution – Risque de dégradation de la Texture sol et de sa qualité 	<ul style="list-style-type: none"> –Maintenir les véhicules de transport et la machinerie en bon état de fonctionnement afin d'éviter les fuites d'huiles, de carburant. –Proscrire l'implantation d'installations de chantier dans les zones boisées -Veillez à la collecte régulière des déchets solides engendrés lors des travaux -Former les exploitants sur les types d'engrais et de pesticides à utiliser et définir clairement les doses d'engrais chimiques, leurs périodes et modalités d'application et inciter les exploitants à l'utilisation d'engrais organiques, -Mettre à la disposition des exploitants des produits chimiques (engrais, pesticides) homologués ; –Renforcer les capacités des producteurs en nouvelle technique de production agricole et sur la production de la fumure organique. –Inciter les populations à donner un temps de repos au sol avant du démarrage de chaque saison
<p>Santé</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Risques d'infections sexuellement transmissibles (IST) VIH/SIDA -Risque de prévalences des maladies liées à l'eau tel que le paludisme, les maladies hydriques (bilharziose et de l'onchocercose etc.) -Maladies et nuisances liées à la poussière et fumée 	<ul style="list-style-type: none"> –Information et sensibilisation sur les maladies sexuellement transmissibles – Fourniture de préservatifs gratuits aux ouvriers et habitants de Bilanga –Renforcer les capacités d'accueil et d'intervention de centres de santé afin de faciliter la prise en charge des malades – sensibiliser à l'utilisation des moustiquaires imprégnées; –Port des masques anti poussières obligatoires pour les travailleurs,
<p>Sécurité</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Risque d'accident de chantiers aussi bien pour les travailleurs que pour la population 	<ul style="list-style-type: none"> -Implantation des panneaux de signalisation et sensibilisation des villageois aux dangers de la circulation -Limiter l'accès aux zones de travaux a toutes personnes qui n'y travaillent pas -Clôture et le gardiennage des bases vie, des zones de travaux – Port obligatoire des tenues de sécurité (pour les ouvriers)

Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

<p>Population et cohésion sociale</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Risques d'introduction des mauvais comportements qui vont dépraver les mœurs – Risques de conflits dans la gestion de l'eau d'irrigation pendant l'exploitation –Risque de conflits dans le partage des parcelles 	<ul style="list-style-type: none"> –Sensibilisation et animation de la population -Discipliner les irriguant au respect du tour d'eau -Prioriser les anciens propriétaires et intégrer les producteurs de l'aménagement anarchique – Recasement de la population déplacée ; –Dédommagement des biens ; –Facilitation à l'accès à la terre
<p>Habitations et champs agricoles</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Risque d'inondation de certaines habitations situées à moins de 200 m du barrage -Inondation des exploitations anarchiques situées dans la cuvette 	<ul style="list-style-type: none"> Délocaliser les habitations situées à moins de 200 m de la bande de la bande de servitude -Interdire les exploitations anarchiques et les délocaliser dans la partie étendue du périmètre
<p>Emploi</p>	<ul style="list-style-type: none"> –Création d'emplois temporaires lors de la réhabilitation – et permanents lors de l'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> -Favoriser l'embauche locale lors des travaux (extraction de sable, petits ouvrages). –Respecter l'âge minimal et éviter les travaux dangereux ou nécessitant un effort considérable pour les femmes

VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic du périmètre irrigué et de la ressource en eau a permis de dresser l'état physique du périmètre, d'analyser les contraintes liées à leur exploitation et éventuellement d'apporter des solutions adaptées.

De cette analyse il est ressorti qu'effectivement le volume que dispose le barrage est insuffisant pour satisfaire aux besoins des cultures du périmètre pendant les deux saisons conformes à l'une des hypothèses posées. Cette situation est accentuée par la présence des exploitations anarchiques dans la cuvette du barrage. Au niveau du périmètre, le réseau d'irrigation est marqué par une dégradation avancée et un vieillissement accéléré causé par le manque d'entretien primaire et l'absence d'une structure bien organisée. Par ailleurs le calage interne du réseau d'irrigation ne lui permet pas d'être performant concernant la desserte en eau sur la parcelle.

Ces dernières analyses ont confirmé les hypothèses émises dans la présente étude et de contribuer à l'élaboration de nouvelles stratégies de réhabilitation et extension de l'aménagement de façon durable et rentable.

A cet effet il a été proposé de rehausser le déversoir du barrage de 60cm et de réaménager et étendre le périmètre irrigué sur une superficie totale de 20ha ha pouvant être fonctionnelles en toutes saisons. Le principe d'aménagement adopté est une irrigation gravitaire faite à partir de l'ancien ouvrage de prise du barrage.

Le canevas de l'aménagement est composé d'un réseau d'irrigation, ainsi que de drainage avec des canaux en terre et d'un réseau de circulation facilitant l'accès au périmètre.

À la fin de notre étude, nous avons proposé un mode de gestion de l'aménagement afin de conserver de bonnes performances des ouvrages et de la production agricole.

En outre la notice d'impact sur l'environnement a permis d'identifier les impacts potentiels et de proposer des mesures d'atténuation conséquentes.

Cependant nous suggérons avant l'exécution des travaux une étude d'impact plus poussée quant aux conséquences du rehaussement du déversoir.

BIBLIOGRAPHIE

- AGIP AFRIQUE, et KFW. 2012. « PLAN COMMUNALE DE DEVELOPPEMENT SECTORIEL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT DE LA COMMUNE DE BILANGA ». Rapport d'études techniques. Ouagadougou.
- Barro, Soma Etienne. 2018. « INVESTIGATIONS PEDOLOGIQUES ». ETUDES APD POUR LA REHABILITATION DU PERIMETRE IRRIGUE DE BILANGA. Ouagadougou.
- CIEH, ORSTOM, et LTC-CEMAGREF-ENGREF. 1996. *Crues et apports : Manuel pour l'estimation des crues decennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahelienne et tropicale seche*. Cemagref.
- compaoré, M.I. 1998. *Les données de bases de l'irrigation*. Ouagadougou.
- Dembélé, Youssouf, Jean Duchesse, Sibiri Ouattara, et Zacharie Zida. 1999. « Evolution des besoins en eau du riz en fonction des dates de repiquage (Burkina Faso, Région du centre) ». Etudes. Région du centre Burkina Faso: INERA.
- DGPAAT. 2014. « Les politiques agricoles a travers le monde ». www.agriculture.gouv.fr.
- DURAND, Jean-Maurice, Paul ROYET, et Patrice MERIAUX. 1999. *Techniques des petits barrages en Afrique Sahelienne et equatoriale*. Cemagref.
- Heibloem, C, et C Brouwer. 1986. *IRRIGATION WATER NEEDS Training manual no. 4*. FAO. Vol. 4. 10 vol. training manuals on Irrigation 4. Rome, Italy: FAO.
- Heibloem, M, et C Brouwer. 1986. *IRRIGATION WATER MANAGEMENT Training manual no. 3*. 1986^{éd}. Vol. 3. 10 vol. Training manuals on Irrigation 3. Rome, Italy: FAO. <http://www.fao.org/docrep/S2022E/s2022e07.htm> consulté le 12/04/2013.
- Huet, Jean- Michel. 2016. « l'eau en Afrique », n° 4(décembre).
- Kambou, Koumbou K.A. 2008. « Evaluation du stress hydrique en riziculture de bas fond en fonction des varietes et des dates de semis ».

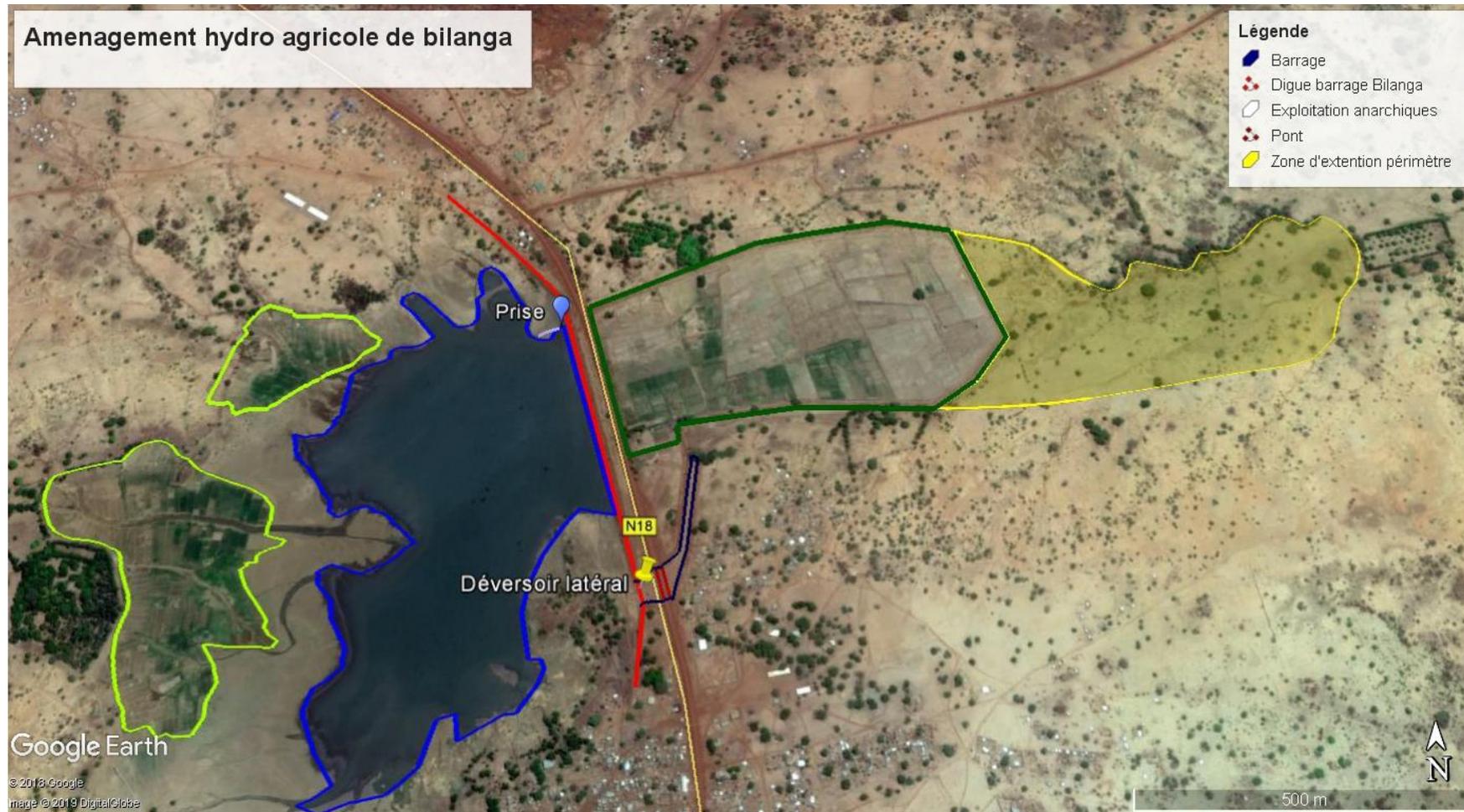
Analyse diagnostique et proposition de réhabilitation et extension du périmètre irrigué et de sa ressource en eau : cas de Bilanga dans la province de la Gnagna

ANNEXES

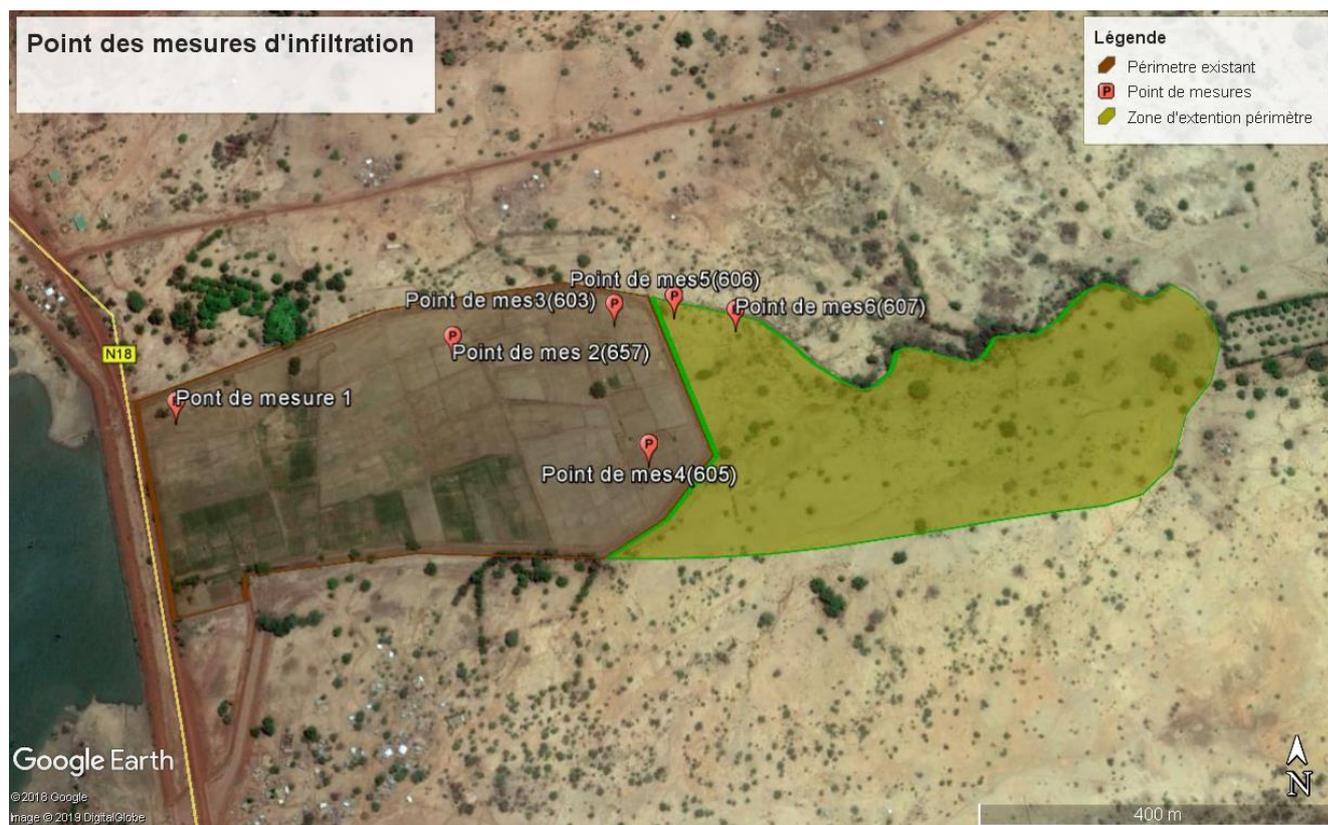
ANNEXES

ANNEXE I : Présentation de la zone d'emplacement de la superficie extensible du périmètre	I
ANNEXE II : Emplacement des différents points de mesures sur le site	II
ANNEXE III : Calcul des besoins en eau des cultures	III
ANNEXE IV :Calcul les besoins en eau du nouveau périmètre	VI
ANNEXE V :Calcul des pertes par évaporations et par infiltration	VIII
ANNEXE VI : Étude de la cuvette.....	VIII
ANNEXE VII : Paramètres d'irrigation pour la culture la plus contraignante en chaque saison	XIII
ANNEXE VIII : Paramètres d'arrosage.....	XIV
ANNEXE IX :Calages des canaux d'irrigation et des drains.....	XVIII
ANNEXE X : Plans et profil.....	XXXVII

ANNEXE 1 : Présentation de la zone d'emplacement de la superficie extensible du périmètre



ANNEXE II : Emplacement des différents points de mesures sur le site



Références	Latitude	Longitude
Point 1	12°33'23.72''N	0°1'40.08''O
Point 2	12°33'26.38''N	0°1'29.25''O
Point 3	12°33'27.74''N	0°1'22.77''O
Point 4	12°33'22.06''N	0°1'21.34''O
Point 5	12°33'28.05''N	0°1'20.34''O
Point 6	12°33'27.49''N	0°1'17.85''O

ANNEXE III : Calcul des besoins en eau des cultures

Les besoins en eau du riz pour le diagnostic du périmètre existant

Elles ont été calculées de deux manières en suivant celle recommandée par la FAO et ensuite celle recommandée par le bureau d'étude

➤ FAO

Date de Préparation	4e décade	ÉVALUATION DES BESOINS DU RIZ (septembre à novembre)					
Mois	JUILLET	AOÛT		SEP	OCTOBRE		NOV.(28-10)
Phase		Reprise	Tallage/Montaison		Épiaison		Maturation
Nbre de jours/phase (j)		23	8	24	6	31	18
Nbre de jours/mois (j)		31		30	31		30
ETP (mm)		128,96		133,5	160,6		92,28193548
Kc par phase		1,05	1,1		1,15		1
Kc par mois		1,06		1,11	1,15		1
Mise en eau Me (mm)	50,00			0,00	0,00		0,00
Remplissage(mm)	150,00	0,00					0,00
Entretien(mm)	0,00	180,00		180,00	180,00		108,00
ETM(mm)		137,07		148,16	184,71		92,28
P(mm)	203,20	281,96		154,19	48,12		0,00
Pe.(mm)	137,56	200,57		98,35	18,87		0,00
BN(mm)	62,44	116,50		229,81	345,84		200,28
Efficiencie	0,65	0,65		0,65	0,65		0,65
BB(mm)	96,08	179,27		353,61	532,15		308,18
Surface net (ha)	15,00	15,00		15,00	15,00		15,00
BB(m ³ /ha)	960,78	1792,67		3536,15	5321,53		3081,78
BB(m ³)	14411,67	26890,09		53042,24	79822,97		46226,73
BB total (m ³)		220393,70					
Dfc (l/s/ha)	0,79	0,77		1,57	2,28		2,23
DMP (l/s/ha)	1,91	1,84		3,78	5,47		5,35

➤ Recommandé par le bureau d'étude

date de Préparation		ÉVALUATION DES BESOINS DU RIZ (septembre à novembre)					
Mois	JUILLET	AOÛT		SEP	OCTOBRE		NOV.(28-10)
Phase		Reprise	Tallage/Montaison		Épiaison		Maturation
Nbre de jours/phase (j)		23	8	24	6	31	18
Nbre de jours/mois (j)		31		30	31		30
ETP (mm)		128,96		133,5	160,6		92,28
Kc par phase		1,05	1,1		1,15		1
Kc par mois		1,06		1,11	1,15		1
Mise en eau Me (mm)	50,00			0	0		0
Remplissage(mm)	150,00	0,00		0,00	0,00		0,00

Entretien(mm)	0,00	105,00	105,00	105,00	63,00
ETM(mm)		137,07	148,16	184,71	92,28
P(mm)	203,20	281,96	154,19	48,12	0,00
Pe.(mm)	137,56	200,57	98,35	18,87	0,00
BN(mm)	62,44	41,50	154,81	270,84	155,28
Efficienc	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
BB(mm)	96,06	63,86	238,21	416,75	238,94
Surface net (ha)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
BB(m³ /ha)	960,62	638,63	2382,11	4167,49	2389,36
BB(m³)	14409,23	9579,47	35731,62	62512,35	35840,36
BB total (m³)	158073,02				
Dfc (l/s/ha)	0,53	0,27	1,06	1,79	1,73
DMP (l/s/ha)	1,91	0,66	2,54	4,29	4,15

➤ Les besoins en eau de la tomate

date de Préparation	ÉVALUATION DES BESOINS de la tomate (Decembre à mars)						
Mois	15 Déc.	JANV.		FÉVR.		MARS	
Phase	Initiale		Develop		Mi- Saison		Arrière sai
Nbre de jours/phase (j)	16,00	7,00	24,00	7,00	21,00	10,00	20,00
Nbre de jours/mois (j)	16,00	31,00		28,00		30,00	
ETP (mm)	83,61	149,71		131,24		187,89	
Kc par phase	0,45		0,75		1,15		0,80
Kc par mois	0,45	0,68		0,98		0,92	
ETM(mm)	37,63	102,14		128,62		172,23	
P(mm)	0,00	0,00		5,02		2,40	
Pe.(mm)	0,00	0,00		0,00		0,00	
BN(mm)	37,63	102,14		128,62		172,23	
Efficienc	0,65	0,65		0,65		0,65	
BB(mm)	57,90	157,17		197,90		265,02	
Surface net (ha)	15,00	15,00		15,00		15,00	
BB(m³ /ha)	578,96	1571,66		1979,03		2650,18	
BB(m³)	8684,35	23574,96		29685,45		39752,69	
BB total (m³)	101697,45						
Dfc (l/s/ha)	0,48	0,67		0,95		1,18	
DMP (l/s/ha)	1,15	1,62		2,29		2,83	

➤ Les besoins en eau de l'oignon

datent de Préparation	16 Déc.	ÉVALUATION DES BESOINS DE L'OIGNON(Decembre à Mai)						
Mois	DEC	JANV.	FÉVR.	MARS	AVRIL	MAI		
Phase	Initiale	Develop	Mi-Saison			Arrière Sai		
Nbre de jours/phase (j)	15	25	6	28	31	5	25	15
Nbre de jours/mois (j)	15,00	31,00		28,00	31,00	30,00		15,00
ETP (mm)	78,39	149,71		131,24	187,89	186,09		89,32
Kc par phase	0,50	0,75	1,05			0,85		
Kc par mois	0,50	0,81		1,05	1,05	0,88		0,85
ETM(mm)	39,19	120,98		137,80	197,28	164,38		75,92
P(mm)	0,00	0,00		5,02	2,40	39,65		71,00
Pe.(mm)	0,00	0,00		0,00	0,00	13,79		31,80
BN(mm)	39,19	120,98		137,80	197,28	150,59		44,12
Efficiencie	0,65	0,65		0,65	0,65	0,65		0,65
BB(mm)	60,31	186,15		212,04	303,57	231,72		67,89
Surface nette (ha)	15,00	15,00		15,00	15,00	15,00		15,00
BB(m³ /ha)	603,08	1861,47		2120,39	3035,66	2317,15		678,95
BB(m³)	9046,20	27922,11		31805,84	45534,90	34757,31		10184,23
BB total (m³)	159250,58							
Dfc (l/s/ha)	0,54	0,80		1,02	1,35	1,03		0,60
DMP (l/s/ha)	1,29	1,92		2,45	3,24	2,48		1,45

ANNEXE IV : Calcul les besoins en eau du nouveau périmètre

➤ Les besoins en eau du riz pour le nouveau périmètre

datent de Préparation		20-juin	ÉVALUATION DES BESOINS DU RIZ (JUIN à octobre)						
Mois	06-juin	Jun	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE		OCTOBRE		
Phase		Reprise	Tallage/Montaison		Épiaison	Maturation			
Nbre de jours/phase (j)		10	13	18	14	17	20	10	8
Nbre de jours/mois (j)		10	31		31	30		8	
ETP (mm)		48,37	139,8		129,0	133,48		41,45	
Kc par phase		1,05		1,1		1,15	1		
Kc par mois		1,05	1,08		1,13	1,1		1	
Mise en eau Me (mm)	50,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	
Remplissage(mm)	150,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	
Entretien(mm)	0,00	105,00	105,00		105,00	105,00		28,00	
ETM(mm)	0,00	50,79	150,88		145,39	146,83		41,45	
P(mm)	71,00	125,62	203,20		281,96	154,19		48,12	
Pe.(mm)	31,80	75,50	137,56		200,57	98,35		18,87	
BN(mm)	168,20	80,30	118,32		49,82	153,48		50,58	
BN(mm/jr)	12,01	8,03	3,82		1,61	5,12		6,32	
Efficiencie	0,65	0,65	0,65		0,65	0,65		0,65	
BB(mm)	258,77	123,55	182,06		76,67	236,16		77,83	
Surface nette (ha)	20,00	20,00	20,00		20,00	20,00		20,00	
BB(m³ /ha)	5175,38	1235,53	1820,63		766,65	2361,57		778,26	
BB(m³)	103507,69	24710,64	36412,65		15333,06	47231,38		15565,19	
BB total (m³)		242760,61							
Dfc (l/s/ha)	4,28	1,59	0,78		0,33	1,05		1,29	
DMP (l/s/ha)	4,28	3,81	1,95		0,79	4,10		3,09	

➤ Les besoins en eau de l'oignon pour le nouveau périmètre

datent de Préparation	21-nov	ÉVALUATION DES BESOINS DE L'OIGNON(novembre à avril)					
Mois	NOVEMBRE	DÉCEMBRE		JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL
Phase	Initiale		Developpement	Mi-Saison			Arrière Saison
Nbre de jours/phase (j)	9	6	25	31	28	11	20
Nbre de jours/mois (j)	9	31		31	28	31	20
ETP (mm)	15,893	162		149,71	131,24	187,89	130,263
Kc par phase	0,5		0,75	1,05			0,85
Kc par mois	0,50	0,70		1,05	1,05	0,95	0,85
ETM(mm)	7,9465	113,6612903		157,1955	137,802	178,80865	110,72355
P(mm)	0	0		0	5,02	2,4	39,65
Pe.(mm)	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	13,79
BN(mm)	7,95	113,66		157,20	137,80	178,81	96,93
BN(mm)/jr	0,88	3,67		5,07	4,92	5,77	4,85
Efficiencie	0,65	0,65		0,65	0,65	0,65	0,65
BB(mm)	12,23	174,89		241,88	212,04	275,14	149
Surface net (ha)	20,00	20,00		20,00	20,00	20,00	20,00
BB(m³ /ha)	122,27	1748,93		2418,80	2120,39	2751,37	1491,54
BB(m³)	2445,49	34978,62		48376,03	42407,79	55027,36	29830,76
BB total (m³)	213 066,05						
Dfc (l/s/ha)	0,11	0,75		1,17	0,94	1,22	1,33
DMP (l/s/ha)	0,42	1,80		2,80	2,45	2,83	2,30

ANNEXE V : Calcul des pertes par évaporations et par infiltration

Pertes par évaporation selon POUYAUD												
Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nombre jours	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Evap bac A (mm)	276,1	288,2	339,2	314,5	259,8	197,8	143,2	116,3	124,8	172,3	222,7	254,1
Evap lac (mm/j)	6,21	6,63	7,03	6,85	5,98	5,18	4,18	3,69	3,93	4,67	5,56	5,90
Evap retenue (mm)	192,4 1	192,2 8	217,8 0	205,4 1	185,4 9	155,3 7	129,6 0	114,3 4	117,7 5	144,8 6	166,8 7	183,0 3
TOTAL	2005,21											

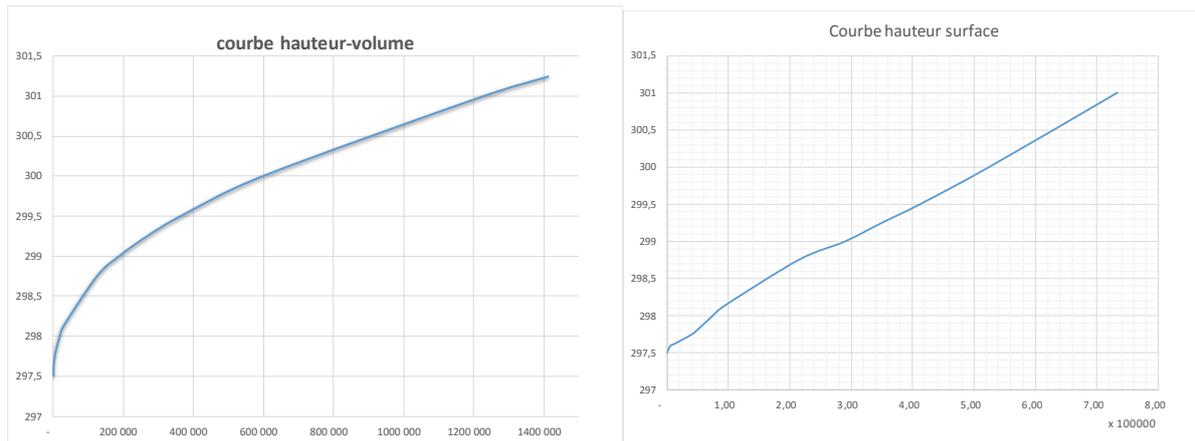
Perte par infiltration												
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Nbre jours	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Infiltration/mois	93	87	93	90	93	90	93	93	90	93	90	93
TOTAL	1098 mm											

ANNEXE VI : Étude de la cuvette

- La courbe hauteur volume

Le levé bathymétrique de la cuvette nous ont permis d'obtenir les résultats suivants

cote	surface	H	Volume élémentaire	Volume cumulé
297,5	208,41	0	-	-
297,6	5 999,32	0,1	310,39	310
297,625	12 706,28	0,025	233,82	544
297,75	40 682,13	0,125	3 336,78	3 881
297,8	48 114,37	0,05	2 219,91	6 101
297,875	58 265,07	0,075	3 989,23	10 090
298	74 573,57	0,125	8 302,41	18 393
298,125	91 992,12	0,125	10 410,36	28 803
298,75	214 044,85	0,625	95 636,55	124 439
299	289 797,82	0,25	62 980,33	187 420
299,25	349 651,66	0,25	79 931,18	267 351
299,5	411 791,74	0,25	95 180,43	362 531
300	524 263,22	0,5	234 013,74	596 545
301	733 091,07	1	628 677,14	1 225 222
301,25	773 677,89	0,25	188 346,12	1 413 568



➤ **Caractéristiques du bassin versant**

Le bassin versant a été délimité sur le logiciel global Mapper

- **Indice de forme : coefficient de compacité de Gravelius**

Il correspond au rapport du périmètre du bassin versant à celui d'un cercle de même forme et est encore appelé coefficient de forme.

$$KG = 0,282 \cdot P/S^{0,5}$$

- **Pente moyenne**

Elle est obtenue à l'aide de la relation suivante

$$Imoy = (Hmax - Hmin)/S^{0,5}$$

- **Longueur du rectangle équivalent**

Le rectangle équivalent se définit comme le rectangle qui a même surface et même périmètre que le bassin versant. Sa longueur s'exprime en km et s'obtient à l'aide de la relation suivante :

$$Leq = P + \sqrt{\frac{(P^2 - 16 \cdot S)}{4}}$$

- **Densité de drainage Dd**

C'est rapport entre le linéaire total du *cours d'eau* dans un bassin et la superficie de ce dernier. Elle s'exprime en km/km²

$$Dd = \Sigma Li/S$$

- **Indice global de pente Ig**

C'est un paramètre caractéristique du relief du bassin versant. Il est exprimé en m/km et est obtenu grâce à l'expression suivante :

$$Ig = D/Leq$$

D s'exprime en m et représente la dénivelée entre les altitudes correspondant à 95 % et 5 % de la surface totale du bassin. Ces altitudes sont déterminées à l'aide de la courbe hypsométrique qui montre la répartition de la superficie à l'intérieur du bassin en fonction de l'altitude.

- **Dénivelée spécifique**

Exprimée en m, elle permet de caractériser le relief du bassin versant et s'obtient par la formule suivante :

$$Ds = Ig \cdot S^{0,5}$$

- **Pente transversale**

Pour un bassin versant à faible relief, on peut assimiler la pente transversale I_t égale à 2 % de la pente moyenne I_{moy} .

$$I_t = 0,02 \times I_{moy}$$

- **Pente longitudinale**

Il s'agit d'un paramètre dont dépend fortement le débit puisqu'il influence la vitesse d'écoulement. Elle s'obtient à l'aide de la formule simplifiée de GRESILLON.

$$I_{long} = 0,026/S^{0,5}$$

S est la superficie du bassin versant en km²

Selon le tableau de classification du relief des bassins, nous donnerons la classe du bassin versant pouvons dire que notre bassin versant est de classe R2 (bassin de plaine : faible pente).

- **Indice global de pente corrigé**

$$I_{gcor} = \frac{(n-1)Ig + I_t}{n}$$

- **Infiltrabilité des sols**

Elle s'est effectuée à partir du tableau de classification qualitative adoptée par Rodier et Auvray suite à des expériences. Il comprend six classes (l'indice placé entre parenthèses correspond à l'ancienne nomenclature utilisée par Rodier et Auvray, 1965).

Définition	valeur	Observations
Superficie du Bassin Versant (km ²)	15,89	10 km ² < S < 200 km ² → Petit Bassin Versant
Périmètre (km)	24,57	
Longueur du cours d'eau le plus long (m)	8700,00	
Indice de Gravelius (KG) ou I_{comp}	1,74	KG ≈ 1,74 > 1 → Bassin Versant de forme allongée et le réseau hydrographique est de type dendritique
Longueur du rectangle équivalent	10,82	5Km < L < 25Km → n= 3
Longueur des affluents (km)	52,87	
Densité de drainage (km/km ²)	3,33	
Pente longitudinale (m/km)	6,52	5(m/km) < Pente longitudinale < 10(m/km) → Pentes modérées : Bassin intermédiaire (entre zone à plaine et zone à ondulation)
Pente moyenne (m/km)	13,55	
Indice global de pente I_g (m/km)	3,00	

Dénivelée spécifique (m)	11,96	Ds < 50m → Relief faible et on peut considérer la pente transversale à 2% de la pente moyenne
Infiltrabilité	RI(P3)	Relativement imperméable
Pente transversale It (m/km)	0,27	
Ig corrigé (m/km) n=3	2,09	L'indice global de pente étant petit nous avons décidé de conduire le reste des calculs avec Ig=3m/Km
Ig (m/km)	3,00	Valeur retenue

➤ Prédétermination de la crue de projet

Le déversoir de Bilanga a été redimensionné pour évacuer la crue centennale, c'est-à-dire la crue susceptible de se produire une fois tous les 100 ans.

La détermination des débits de crue se fera par la méthode déterministe de l'ORSTOM de AUVRAY et RODIER et la méthode CIEH de régressions linéaires de PUECH et CHABI.

Méthode ORSTOM de AUVRAY et RODIER

Détermination des différents paramètres donne les résultats suivants :

Superficie du Bassin Versant (km ²)	15,89
Coefficient d'abattement	0,84
Pluie moyenne décennale Pm10 (mm)	68,26
Coefficient de ruissellement pour P = 70 mm Kr70	15,49
Coefficient de ruissellement pour P = 100 mm Kr100	18,97
Coefficient de ruissellement Kr10	16,83
Temps de base Tb10 (min)	958,16
Débit moyen de la crue Qm10 (m ³ /s)	318,09
Temps de montée Tm10 (min)	338,27
Lame d'eau ruisselé Lr10 (mm)	11,49
Volume ruisselé Vr10 (m ³)	182 505,25
Débit moyen de ruissellement Qmr10 (m ³ /s)	3,17
Débit maximal de pointe Qr10 (m ³ /s)	8,25
<u>Débit de pointe Q10 (m³/s)</u>	<u>8,50</u>

Q10 = 8,5 m³/s

Méthode de CIEH

<u>Équations</u>	valeur de corrélation	cstante	Exposant des paramètres de l'équation				Paramètres de l'équation				Débit
			N°	R ²	a	b(S)	c (Pm10)	d (Ig)	e (Kr10)	S (km ²)	
12	0,795	0,095	0,643	0	0,406	1,038	15,89	68,26	3	16,83	16,46
10	0,806	0,0833	0,696	0	0,953	0,534	15,89	68,26	3	16,83	7,35
40	0,824	0,254	0,462	0	0,101	0,976	15,89	68,26	3	16,83	16,01

Q10= 13.27 m3/s

La méthode du Gradex

En Afrique de l'Ouest et du Centre la crue centenaire Q100 se calcule à l'aide de la méthode du Gradex qui se base sur une déduction à partir de la crue décennale à l'aide d'un coefficient de sécurité C (Coef. de majoration > 1) .

CIEH	ORSTOM	GRADEX	
Q10(m ³ /s)		C	Q100(m ³ /s)
8,50	13,27	3,01	39,95

ANNEXE VII : Paramètres d'irrigation pour la culture la plus contraignante en chaque saison

La culture la plus contraignante en saison pluvieuse est le riz et en saison sèche c'est l'oignon

➤ L'OIGNON

date de Préparation	3e décade	ÉVALUATION DES BESOINS DE L'OIGNON(novembre à avril)				
Mois	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL
Phase	Initiale	Develop	Mi-Saison		Arrière Sai	
Nj	8,00	27,00	27,00	24,00	27,00	18,00
BB(mm)	12,23	174,89	241,88	212,04	275,14	149,15
BB(mm/jr)	1,53	6,48	8,96	8,83	10,19	8,29
BN(mm)/jr	0,88	3,67	5,07	4,92	5,77	4,85
Zr(dm)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
RU(mm)	222,30	222,30	222,30	222,30	222,30	222,30
RFU(mm)_Dose pratique	148,20	148,20	148,20	148,20	148,20	148,20
Rcalculé OU Tcalculé	96,96	22,88	16,54	16,77	14,54	17,88
Rchoisi OU Tchoisi(jr)	4,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00
Ncalculé	2,00	5,40	5,40	4,80	9,00	3,60
Nretenu	2,00	6,00	6,00	5,00	6,00	4,00
Dose réelle	6,11	32,39	44,79	44,17	30,57	41,43
DMP(l/s/ha)	0,35	1,50	2,07	2,05	2,57	1,92

➤ Le RIZ

date de Préparation		3e décade	ÉVALUATION DES BESOINS DU RIZ (JUN à octobre)			
Mois	Jun	Jun	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
Phase		Reprise	Tallage/Montaison	Épiaison	Maturation	
Nj	14	10	27	27	26	7
BB(mm)	258,77	123,55	182,06	76,67	236,16	77,83

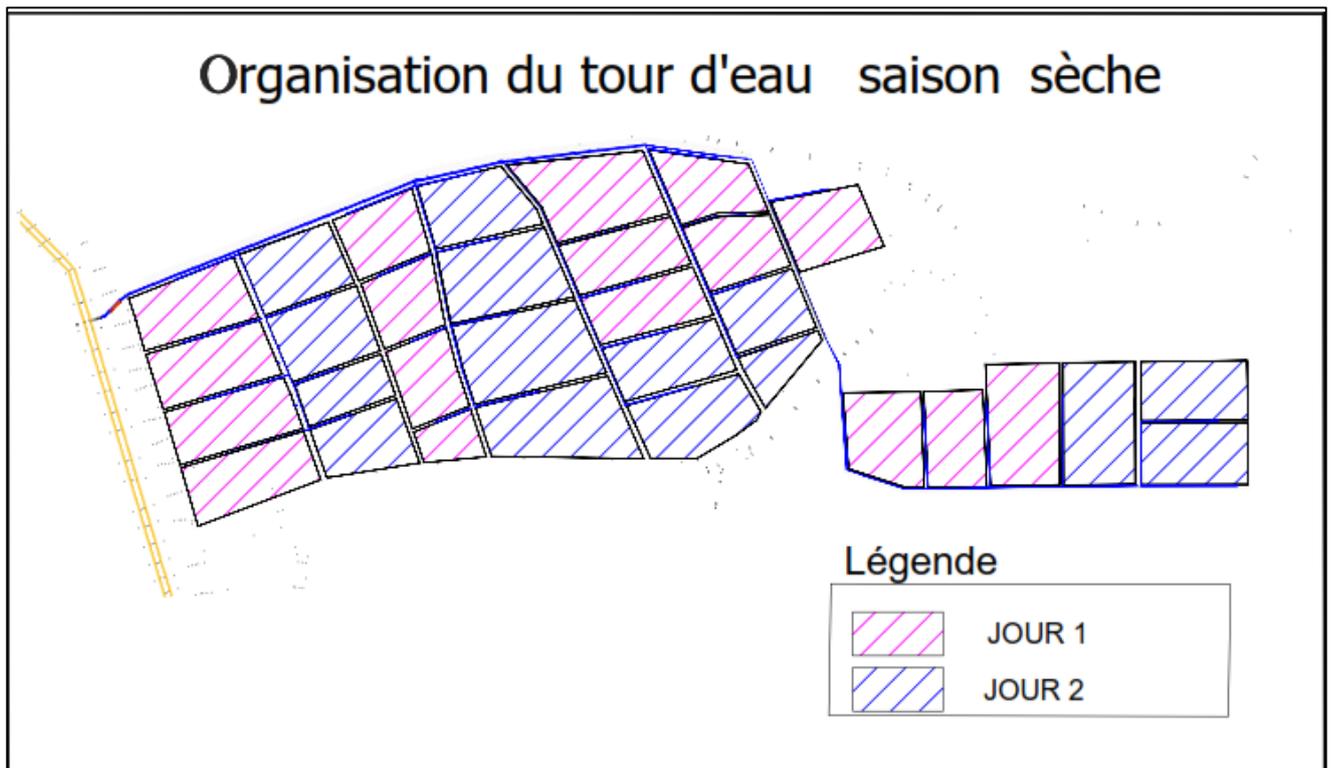
BB(mm/jr)	18,48	12,36	6,74	2,84	9,08	11,12
BN(mm/jr)	12,01	8,03	3,82	1,61	5,12	6,32
Zr(dm)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
RU(mm)	119,70	119,70	119,70	119,70	119,70	119,70
RFU(mm)_Dose pratique	79,80	79,80	79,80	79,80	79,80	79,80
Rcalculé OU Tcalculé	6,46	6,46	11,83	28,10	8,79	7,18
Rchoisi OU Tchoisi(jr)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ncalculé	7,00	3,33	9,00	9,00	8,67	2,33
Nretenu	7,00	5,00	14,00	14,00	13,00	4,00
Dose réelle	55,45	37,07	20,23	8,52	27,25	33,35
DMP	4,28	2,86	1,56	0,66	2,10	2,57

ANNEXE VIII : Paramètres d'arrosage

➤ Campagne sèche

Jour	Canaux de desserte	N° Parcelles	Superficie	Main d'eau m en l/s	
Jour 1(5h30)	CS1	CT1.1D	A1.1D	0,7	10
Jour 1(5h30)		CT1.2D	A1.2D	0,68	10
Jour 1(5h30)		CT1.3D	A1.3D	0,68	10
Jour 1(5h30)		CT1.4D	A1.4D	0,7	10
Jour 2(5h30)		CT1.1G	A1.1G	0,6	10
Jour 2(5h30)		CT1.2G	A1.2G	0,63	10
Jour 2(5h30)		CT1.3G	A1.3G	0,39	10
Jour 2(5h30)		CT1.4G	A1.4G	0,53	10
			4,91		
Jour 1(5h30)	CS2	CT2.1D	A2.1D	0,52	10
Jour 1(5h30)		CT2.2D	A2.2D	0,48	10
Jour 1(5h30)		CT2.3D	A2.3D	0,5	10
Jour 1(5h30)		CT2.4D	A2.4D	0,25	10
Jour 2(5h30)		CT2.1G	A2.1G	0,64	10
Jour 2(5h30)		CT2.2G	A2.2G	0,85	15
Jour 2(5h30)		CT2.3G	A2.3G	1,01	15
Jour 2(5h30)		CT2.4G	A2.4G	0,94	15
			5,19		
Jour 1(5h30)	CS3	CT3.1	A3.1	0,9	15

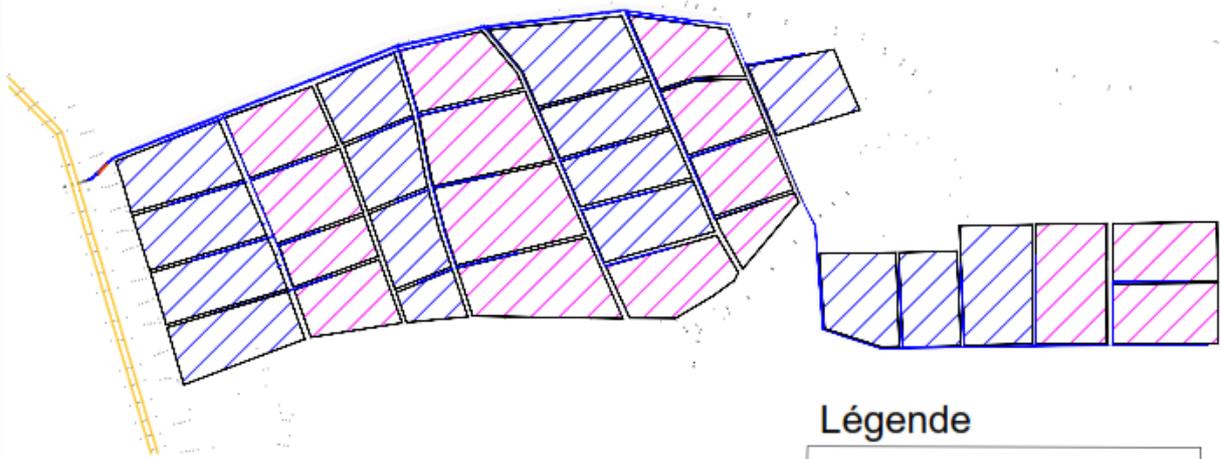
Jour 1(5h30)		CT3.2	A3.2	0,6	15
Jour 1(5h30)		CT3.3	A3.3	0,58	10
Jour 2(5h30)		CT3.4	A3.4	0,64	10
Jour 2(5h30)		CT3.5	A3.5	0,71	10
				3,43	10
Jour 1(5h30)	CS4	CT4.1	A4.1	0,52	10
Jour 1(5h30)		CT4.2	A4.2	0,54	10
Jour 2(5h30)		CT4.3	A4.3	0,53	10
Jour 2(5h30)		CT4.4	A4.4	0,27	10
				1,86	10
Jour 1(5h30)	CS5	CT5.1	A5.1	0,6	10
Jour 1(5h30)		CT5.2	A5.2	0,65	10
Jour 1(5h30)		CT5.3	A5.3	0,55	10
Jour 1(5h30)		CT5.4	A5.4	0,85	15
Jour 2(5h30)		CT5.5	A5.5	0,85	10
Jour 2(5h30)		CT5.6	A5.6	0,63	10
Jour 2(5h30)		CT5.7	A5.7	0,61	10
				4,74	



➤ Campagne rizicole

Jour	Réseaux	N° Parcelles	Superficie	Débits (l/s)	Main d'eau tertiaire(l/s)	Mains d'eau tertiaires(l/s)
Jour 1(11h)	CS1	A1.1D	0,7	3,00	10	40
Jour 1(11h)		A1.2D	0,68	2,91	10	
Jour 1(11h)		A1.3D	0,68	2,91	10	
Jour 1(11h)		A1.4D	0,7	3,00	10	
Jour 2(11h)		A1.1G	0,6	2,57	10	
Jour 2(11h)		A1.2G	0,63	2,70	10	
Jour 2(11h)		A1.3G	0,39	1,67	10	
Jour 2(11h)		A1.4G	0,53	2,27	10	
			4,91	21,01		
Jour 1(11h)	CS2	A2.1D	0,52	2,22	10	50
Jour 1(11h)		A2.2D	0,48	2,05	10	
Jour 1(11h)		A2.3D	0,5	2,14	10	
Jour 1(11h)		A2.4D	0,24	1,03	10	
Jour 1(11h)		A2.1G	0,64	2,74	10	
Jour 2(11h)		A2.2G	0,85	3,64	15	
Jour 2(11h)		A2.3G	1,01	4,32	15	
Jour 2(11h)		A2.4G	0,94	4,02	15	
			5,18	22,16		
Jour 1(11h)	CS3	A4.1	0,9	3,85	15	45
Jour 1(11h)		A4.2	0,6	2,57	10	
Jour 1(11h)		A4.3	0,58	2,48	10	
Jour 1(11h)		A4.4	0,64	2,74	10	
Jour 2(11h)		A4.5	0,71	3,04	10	
			3,43	9,71	10	
Jour 2(11h)	CS4	A5.1	0,52	2,22	10	50
Jour 2(11h)		A5.2	0,54	2,31	10	
Jour 2(11h)		A5.3	0,53	2,27	10	
Jour 2(11h)		A5.4	0,27	1,16	10	
			1,86	7,96	10	
Jour 1(11h)	CS5	A6.1	0,6	2,57	10	45
Jour 1(11h)		A6.2	0,65	2,78	10	
Jour 1(11h)		A6.3	0,55	2,35	10	
Jour 1(11h)		A6.4	0,85	3,64	10	
Jour 2(11h)		A6.5	0,85	3,64	15	
Jour 2(11h)		A6.6	0,63	2,70	15	
Jour 2(11h)		A6.7	0,61	2,61	15	
			4,74	20,280525		

Organisation du tour d'eau saison pluvieuse



Légende

	JOUR 1
	JOUR 2

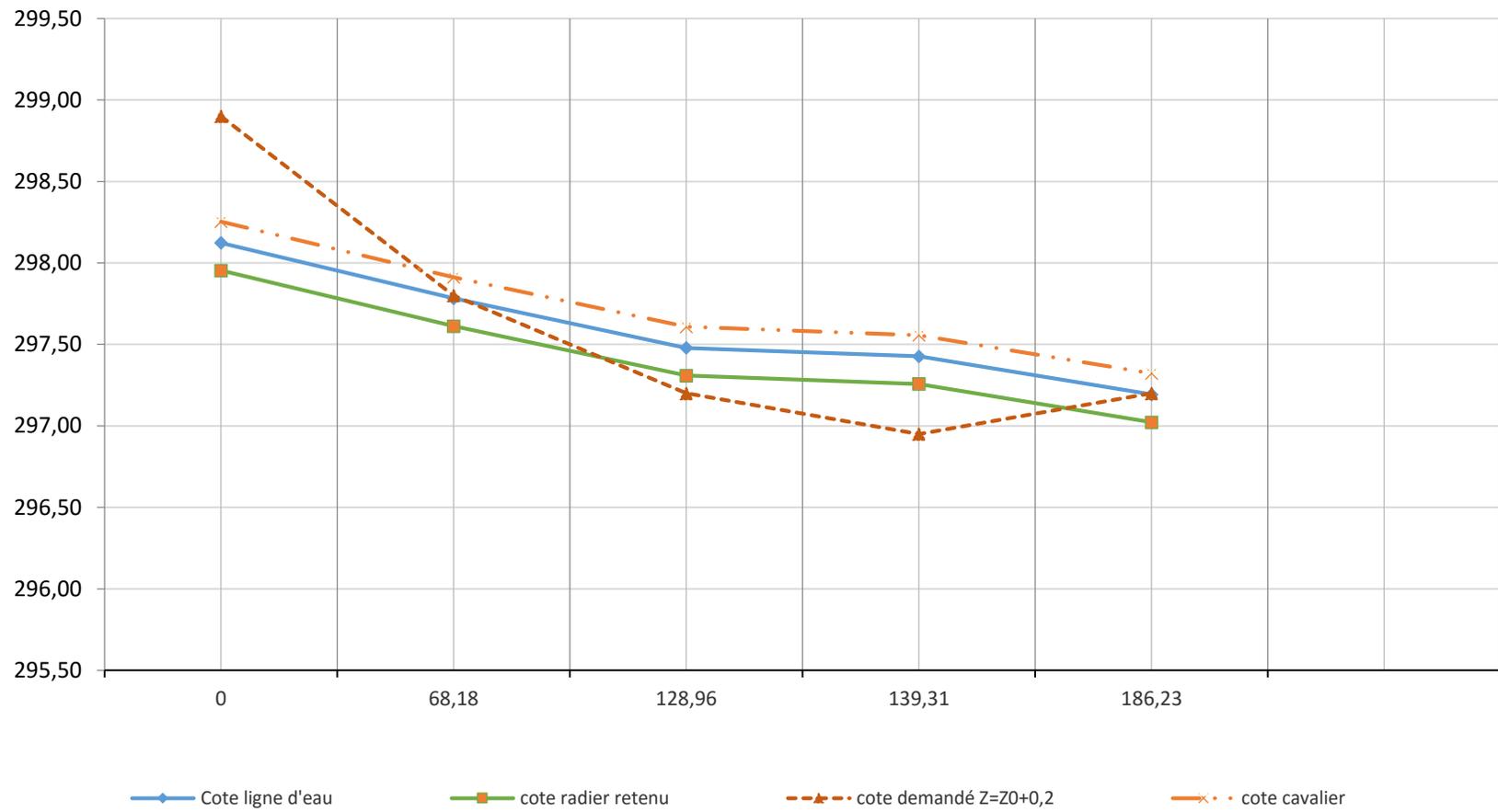
ANNEXE IX : Calages des canaux d'irrigation et des drains

➤ Calages des canaux d'irrigation

Canal secondaire 1

		X partielle de L'aval vers l'amont	Xcumulé de l'amont vers l'aval	Pente retenue	côte demandée Z=Z0+0,2	côte imposent par la pente	COTE FINALE	cote radier retenue	Côte ligne d'eau	cote cavalier
CS1	CT1.1	68,18	0	0,005	298,9	298,13115	298,23115	297,953255	298,123255	298,253255
	CT1.2	60,78	68,18	0,005	297,8	297,79025	297,89025	297,612355	297,782355	297,912355
	CT1.3D	10,35	128,96	0,005	297,2	297,48635	297,58635	297,308455	297,478455	297,608455
	CT1.3G	46,92	139,31	0,005	296,95	297,4346	297,5346	297,256705	297,426705	297,556705
	CT1.4D	0	186,23	0,005	297,2	297,2	297,3	297,022105	297,192105	297,322105

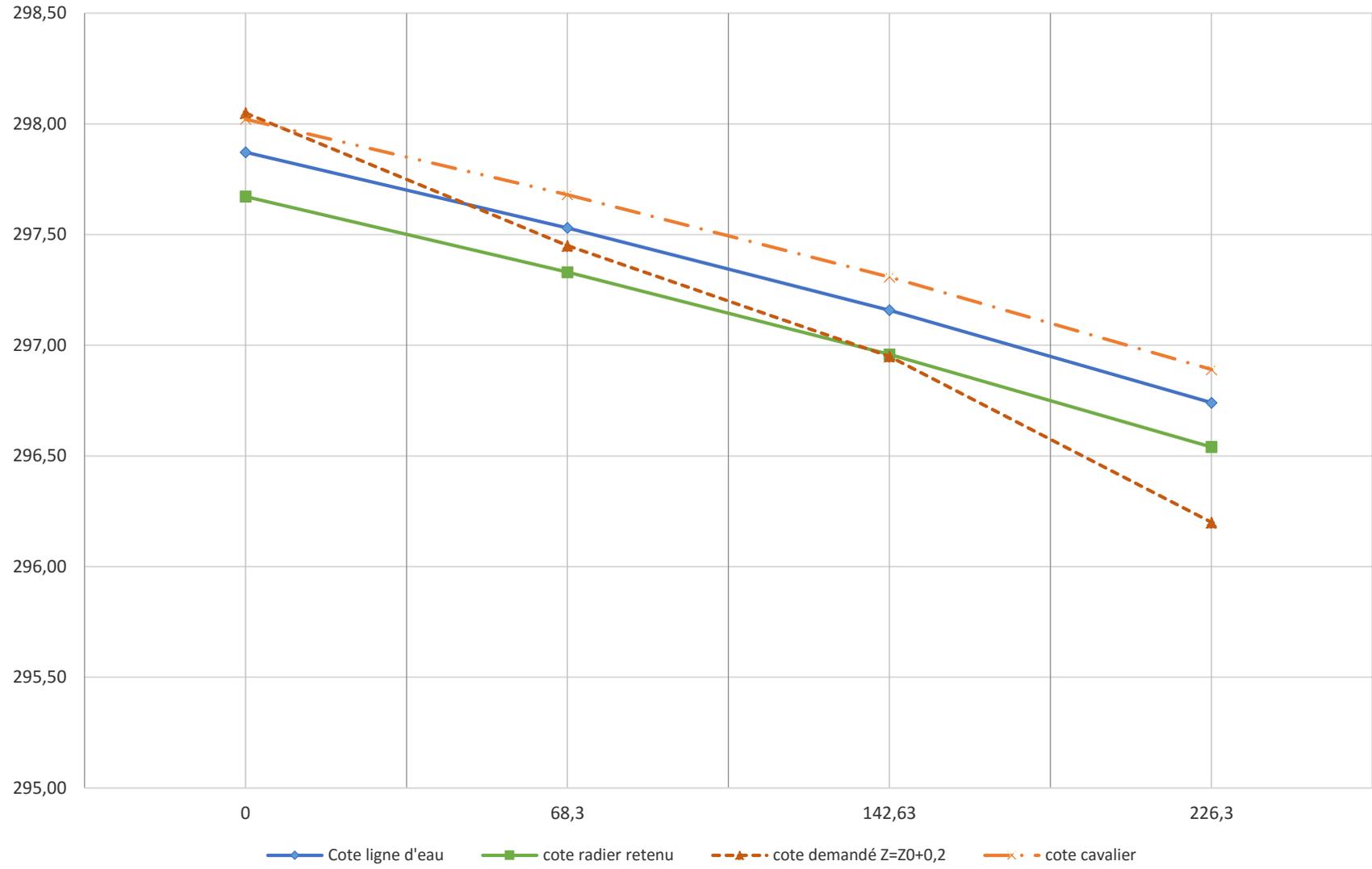
CANAL SECONDAIRE1



Canal secondaire2

		X partielle de l'aval vers l'amont	Cumulé de l'amont vers l'aval	Pente retenue	cote demandée $Z=Z0+0,2$	cotes imposent par la pente	COTE FINALE	cote radier retenue	Cote ligne d'eau	cote cavalier
CS2	CT2.1	68,3	0	0,005	298,05	297,3315	297,4315	297,6719	297,8719	298,0219
	CT2.2	74,33	68,3	0,005	297,45	296,99	297,09	297,3304	297,5304	297,6804
	CT2.3	83,67	142,63	0,005	296,95	296,61835	296,71835	296,95875	297,15875	297,30875
	CT2.4	0	226,3	0,005	296,2	296,2	296,3	296,5404	296,7404	296,8904

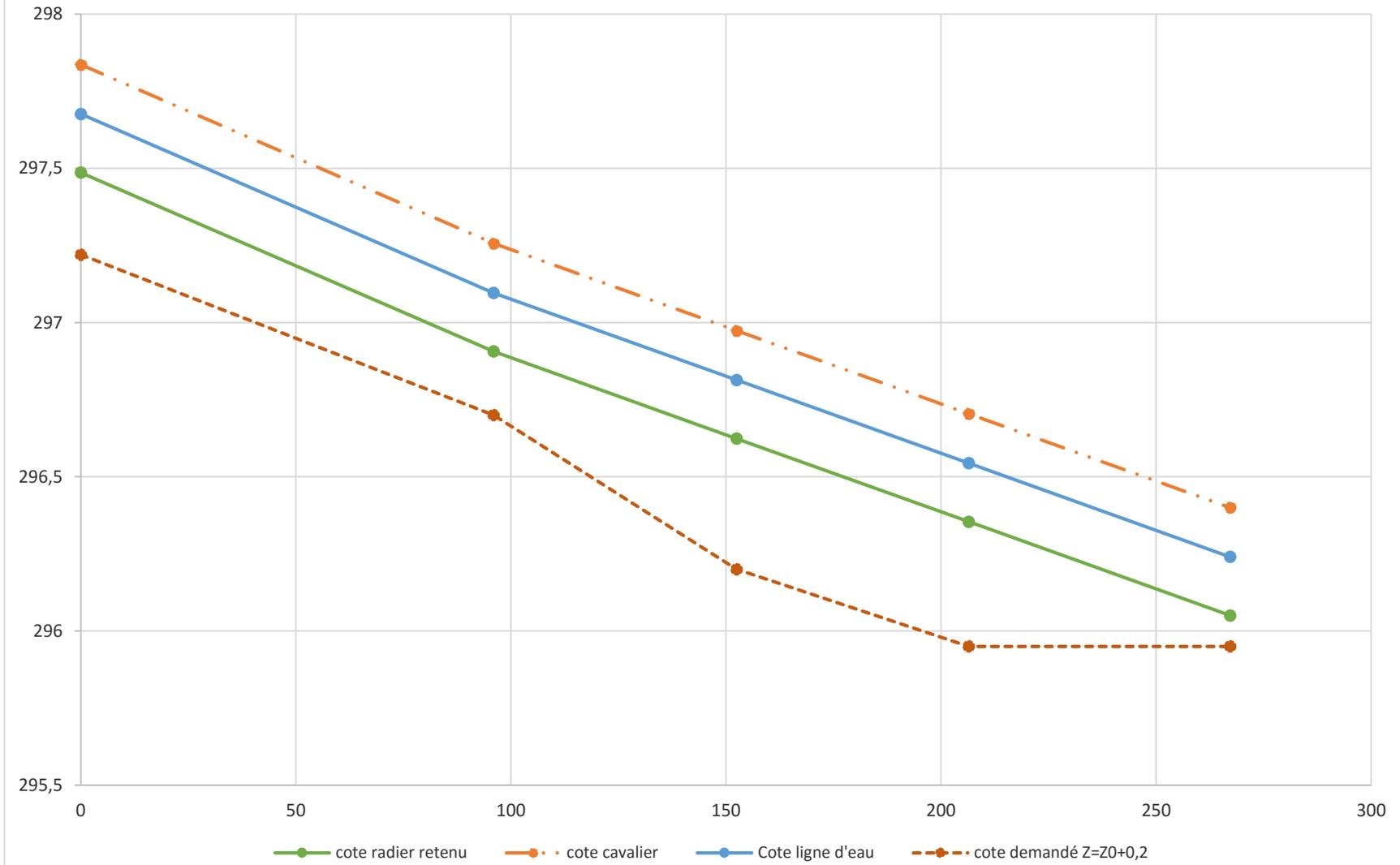
Canal secondaire 2



Canal secondaire 3

		X partielle de l'aval vers l'amont	Cumulé de l'amont vers l'aval	Pente retenue	cote demandée $Z=Z0+0,2$	cote imposent par la pente	COTE FINAL	cote radier retenue	Cote ligne d'eau	cote cavalier
CS3	CT3.1	95,98	0	0,005	297,22	297,2861	297,4861	297,4861	297,6761	297,8361
	CT3.2	56,49	95,98	0,005	296,7	296,8062	296,9062	296,9062	297,0962	297,2562
	CT3.3	53,98	152,47	0,005	296,2	296,52375	296,62375	296,62375	296,81375	296,97375
	CT3.4	60,77	206,45	0,005	295,95	296,25385	296,35385	296,35385	296,54385	296,70385
	CT3.5	0	267,22	0,005	295,95	295,95	296,05	296,05	296,24	296,4

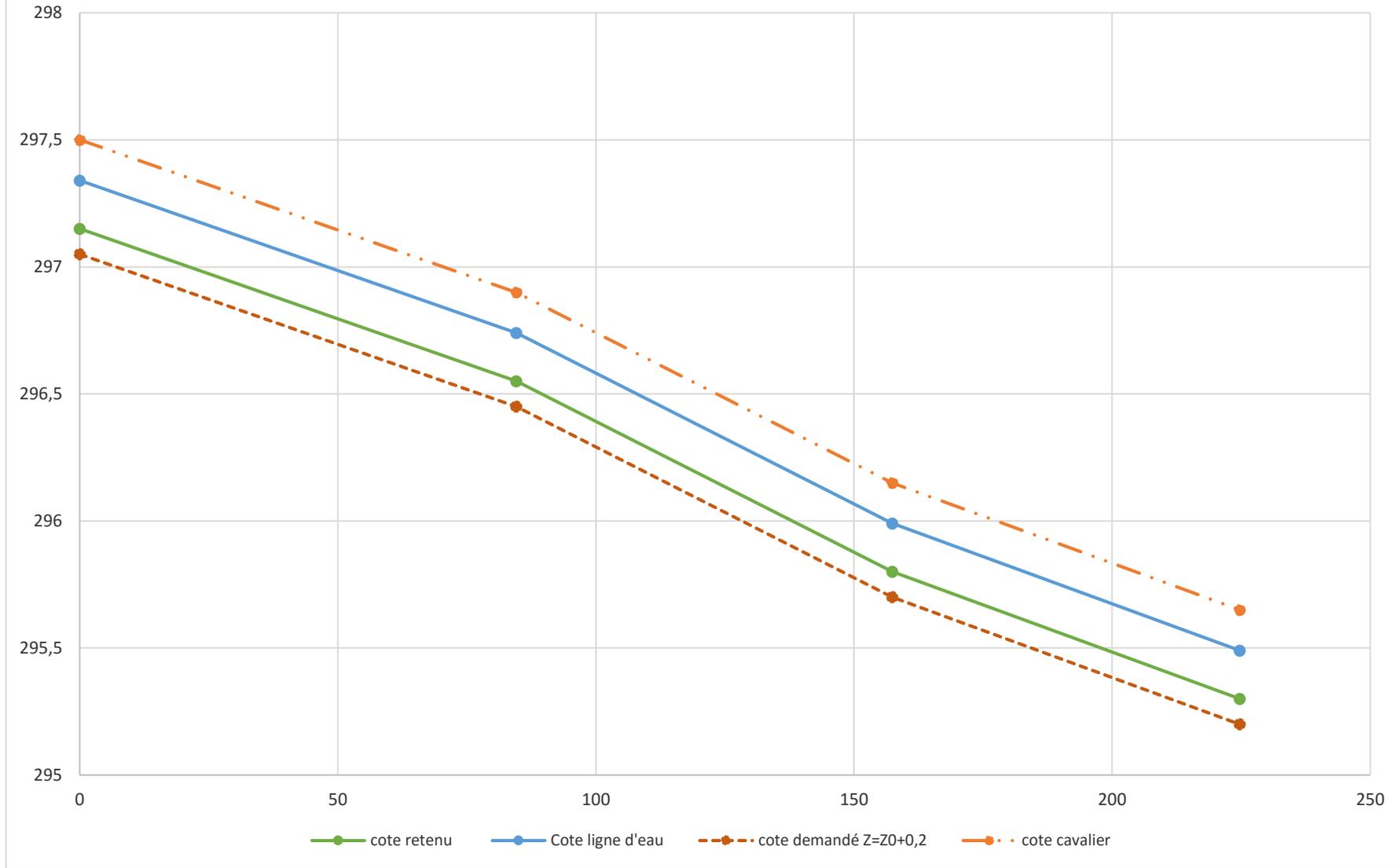
Canal secondaire 3



Canal secondaire 4

		X partielle de l'aval vers l'amont	Cumulé de l'amont vers l'aval	Pente retenue	cote demandée $Z=Z0+0,2$	cote imposent par la pente	COTE FINALE	cote retenue	Cote ligne d'eau	cote cavalier
CS4	CT4.1	84,56	0	0,005	297,05	296,3237	296,4237	297,15	297,34	297,5
	CT4.2	72,87	84,56	0,005	296,45	295,9009	296,0009	296,55	296,74	296,9
	CT4.3	67,31	157,43	0,005	295,7	295,53655	295,63655	295,8	295,99	296,15
	CT4.4	0	224,74	0,005	295,2	295,2	295,3	295,3	295,49	295,65

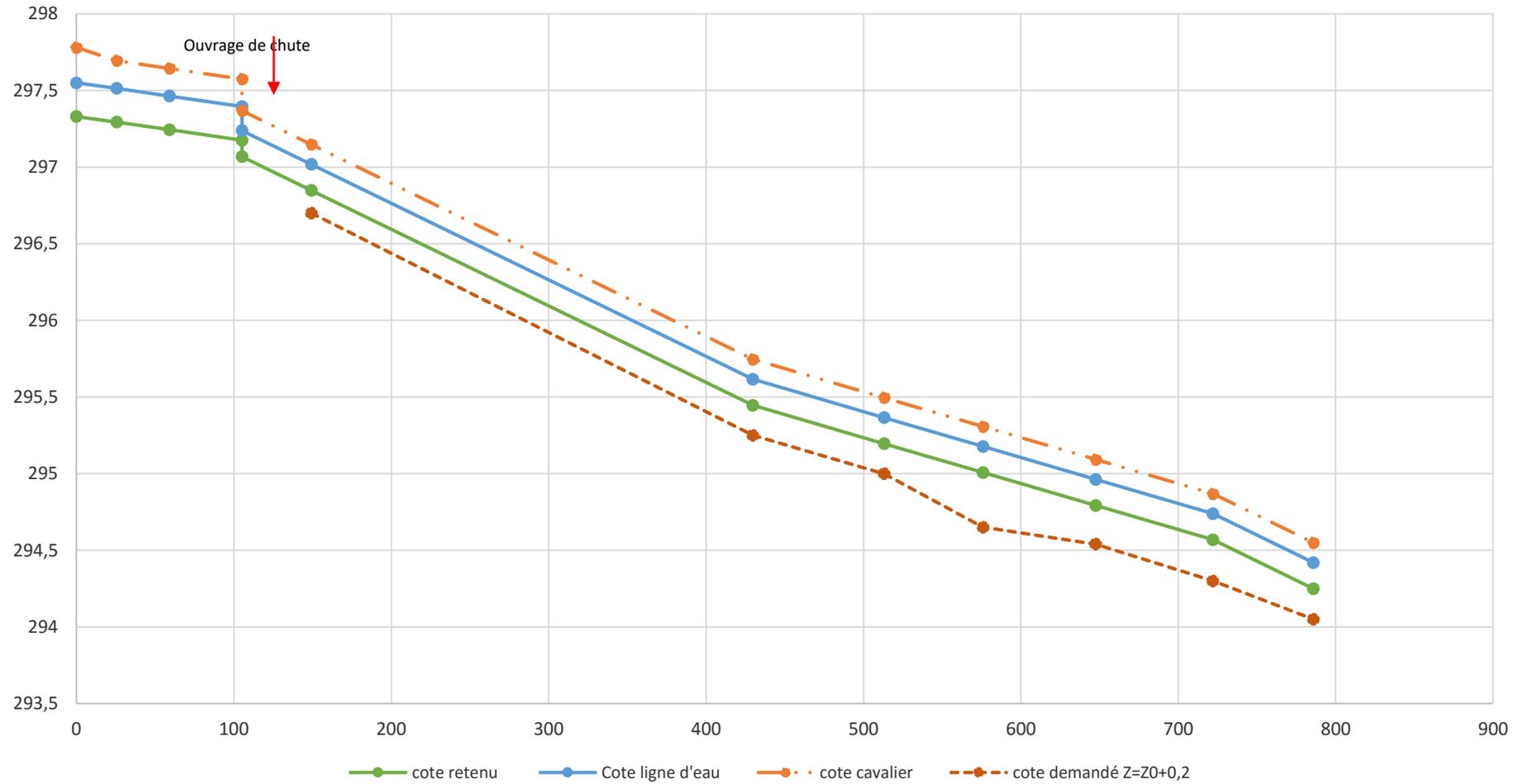
Canal Secondaire 4



Canal secondaire 5

		X partielle de l'aval vers l'amont	Cumulé de l'amont vers l'aval	Pente retenue	cote demandée $Z=Z0+0,2$	cote imposent par la pente	COTE FINALE	cote retenue	Cote ligne d'eau	cote cavalier
CS5	1er tronçon de CS5	0	0	0,005				297,33	297,55	297,78
		25,66	25,66	0,005				297,29426	297,51426	297,69426
		33,44	59,1	0,005				297,2441	297,4641	297,6441
		46,07	105,17	0,005				297,174995	297,394995	297,574995
	Prise CS5		105,17	0,003		296,86868	297,06868	297,06868	297,23868	297,36868
	CT5.1	44,08	149,25	0,003	296,7	296,64828	296,84828	296,84828	297,01828	297,14828
	CT5.2	280,5	429,75	0,003	295,25	295,24578	295,44578	295,44578	295,61578	295,74578
	CT5.3	83,4	513,15	0,003	295	294,99558	295,19558	295,19558	295,36558	295,49558
	CT5.4	62,82	575,97	0,003	294,65	294,80712	295,00712	295,00712	295,17712	295,30712
	CT5.5	71,57	647,54	0,003	294,54	294,59241	294,79241	294,79241	294,96241	295,09241
	CT5.6	74,47	722,01	0,003	294,3	294,369	294,569	294,569	294,739	294,869
	CT5.7	63,8	785,81	0,003	294,05	294,05	294,25	294,25	294,42	294,55

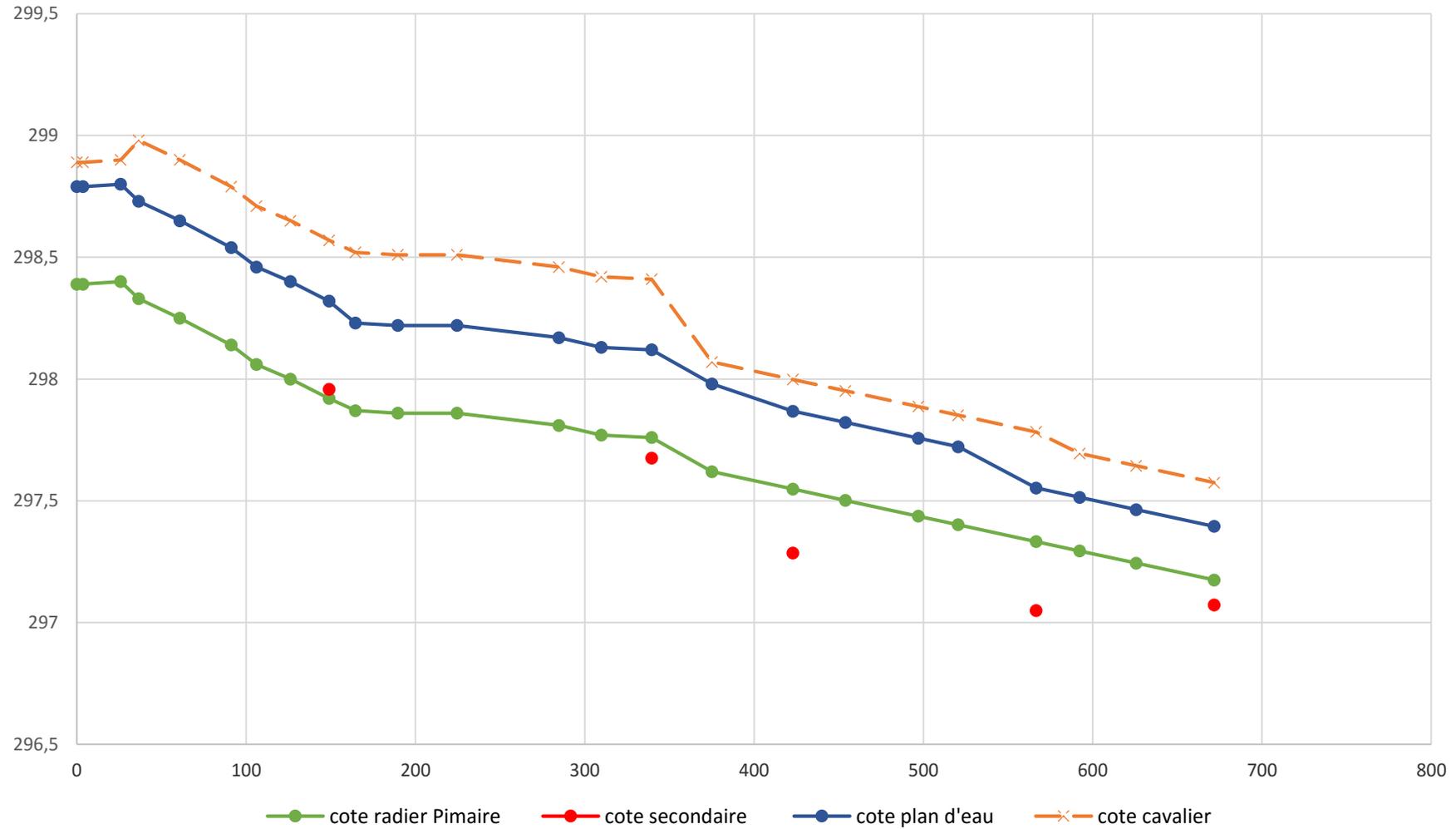
Canal secondaire5



Canal Primaire

	Distance	distance partielle	Pente	cote radier Pimaire	cote plan d'eau	cote secondaire	Profondeur	cote cavalier
Tronçon à garder	0			298,39	298,79		0,5	298,89
	3,63	3,63		298,39	298,79		0,5	298,89
	25,89	22,26		298,4	298,8		0,5	298,9
	36,54	10,65		298,33	298,73		0,65	298,98
	60,82	24,28		298,25	298,65		0,65	298,9
	91,1	30,28		298,14	298,54		0,65	298,79
	106,12	15,02		298,06	298,46		0,65	298,71
	126,12	20		298	298,4		0,65	298,65
	148,94	22,82		297,92	298,32	298	0,65	298,57
	164,57	15,63		297,87	298,23		0,65	298,52
	189,62	25,05		297,86	298,22		0,65	298,51
	224,53	34,91		297,86	298,22		0,65	298,51
	284,65	60,12		297,81	298,17		0,65	298,46
	309,81	25,16		297,77	298,13		0,65	298,42
	339,51	29,7		297,76	298,12	298	0,65	298,41
375,11	35,6		297,62	297,98		0,45	298,07	
Tronçon à reprendre	422,91	47,8	0,0015	297,5483	297,8683	297	0,45	297,9983
	453,91	31	0,0015	297,5018	297,8218		0,45	297,9518
	497,01	43,1	0,0015	297,43715	297,75715		0,45	297,88715
	520,61	23,6	0,0015	297,40175	297,72175		0,45	297,85175
	566,61	46	0,0015	297,33275	297,55275	297	0,45	297,78275
	592,27	25,66	0,0015	297,29426	297,51426		0,40	297,69426
	625,71	33,44	0,0015	297,2441	297,4641		0,40	297,6441
	671,78	46,07	0,0015	297,174995	297,394995	297	0,40	297,574995

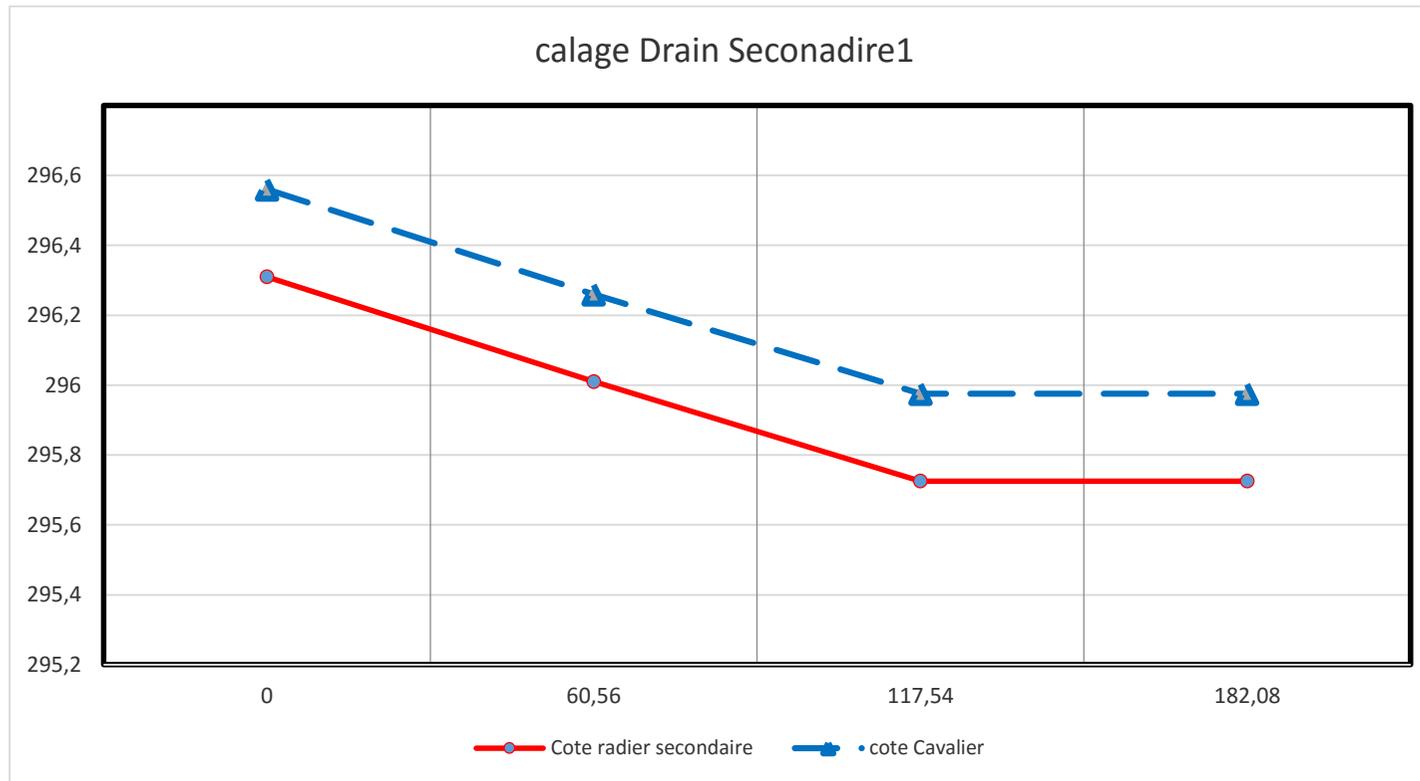
Calage Primaire



➤ CALAGE DES DRAINS

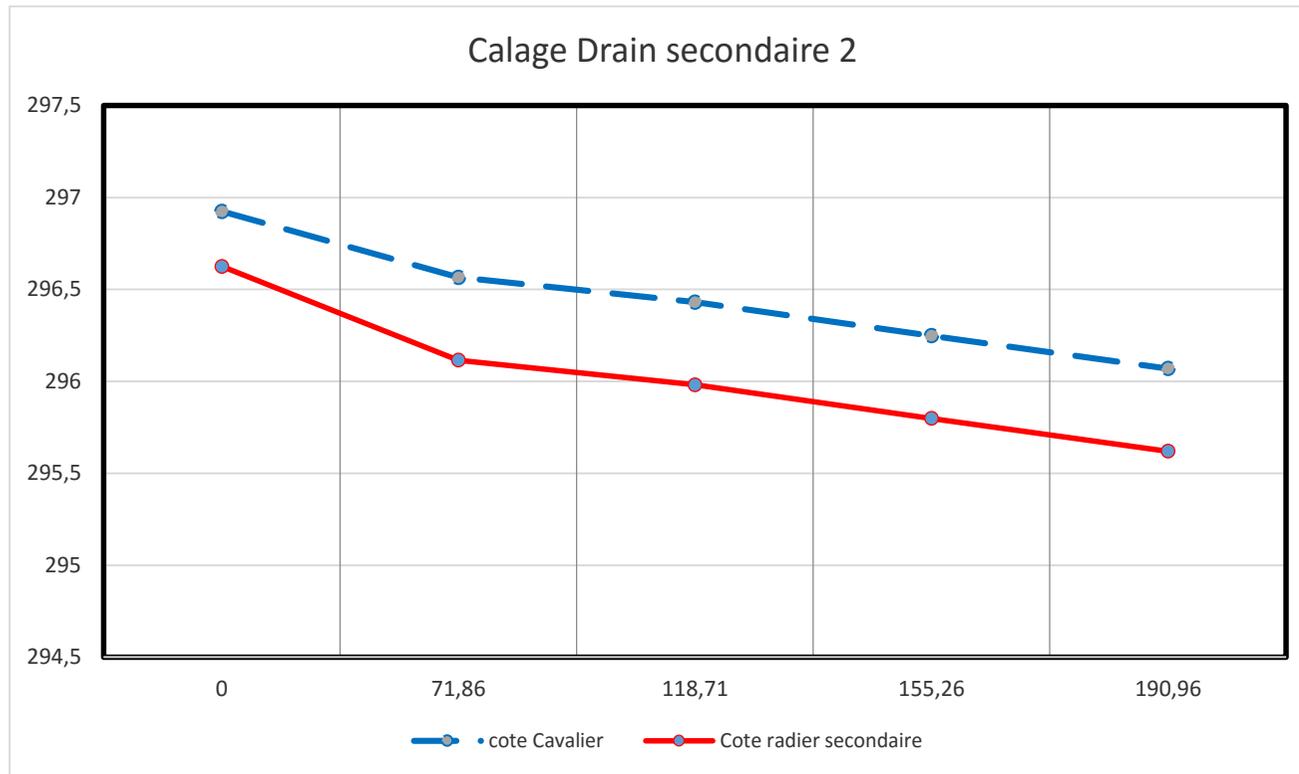
Drain secondaire 1

		distance	distance cumule	pen	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DS1	DT1.1	60,56	0	0,005	0,25	297,59	296,56	296,31
	DT1.2	56,98	60,56	0,005	0,25	296,26	296,26	296,01
	DT1.3	64,54	117,54	0,005	0,25	296,17	295,9751	295,7251
		0	182,08	0,005	0,25	296,1	295,9751	295,7251



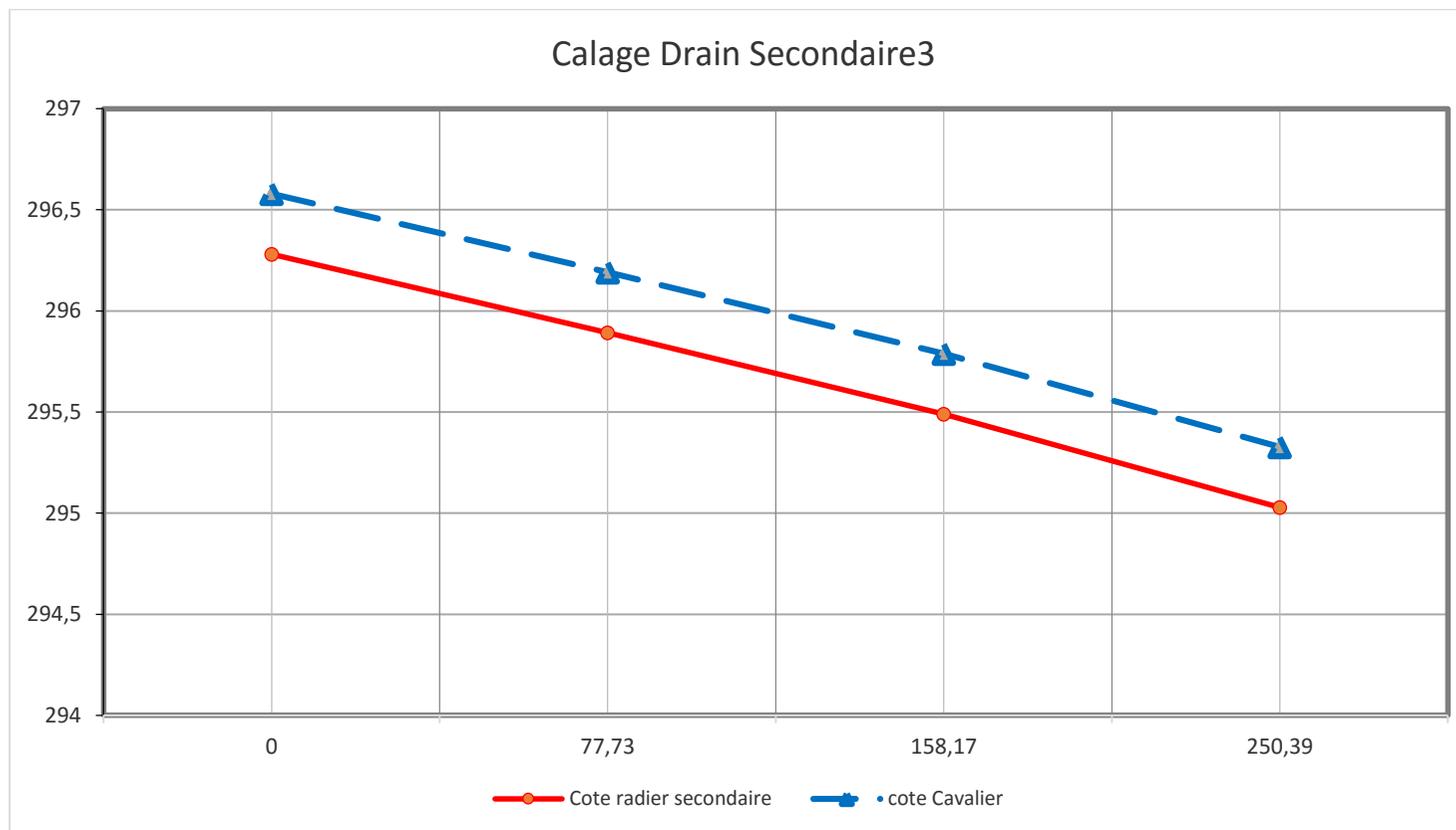
Drain secondaire 2

		distance	distance cumule	penne	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DS2	DT2.1	71,86	0	0,005	0,3	297,09	296,9248	296,6248
	DT2.2	46,85	71,86	0,005	0,3	296,48	296,5655	296,1155
	DT2.3D	36,55	118,71	0,005	0,3	296,34	296,43125	295,98125
	DT2.3G	35,7	155,26	0,005	0,3	296,14	296,2485	295,7985
		0	190,96	0,005	0,3	296,07	296,07	295,62



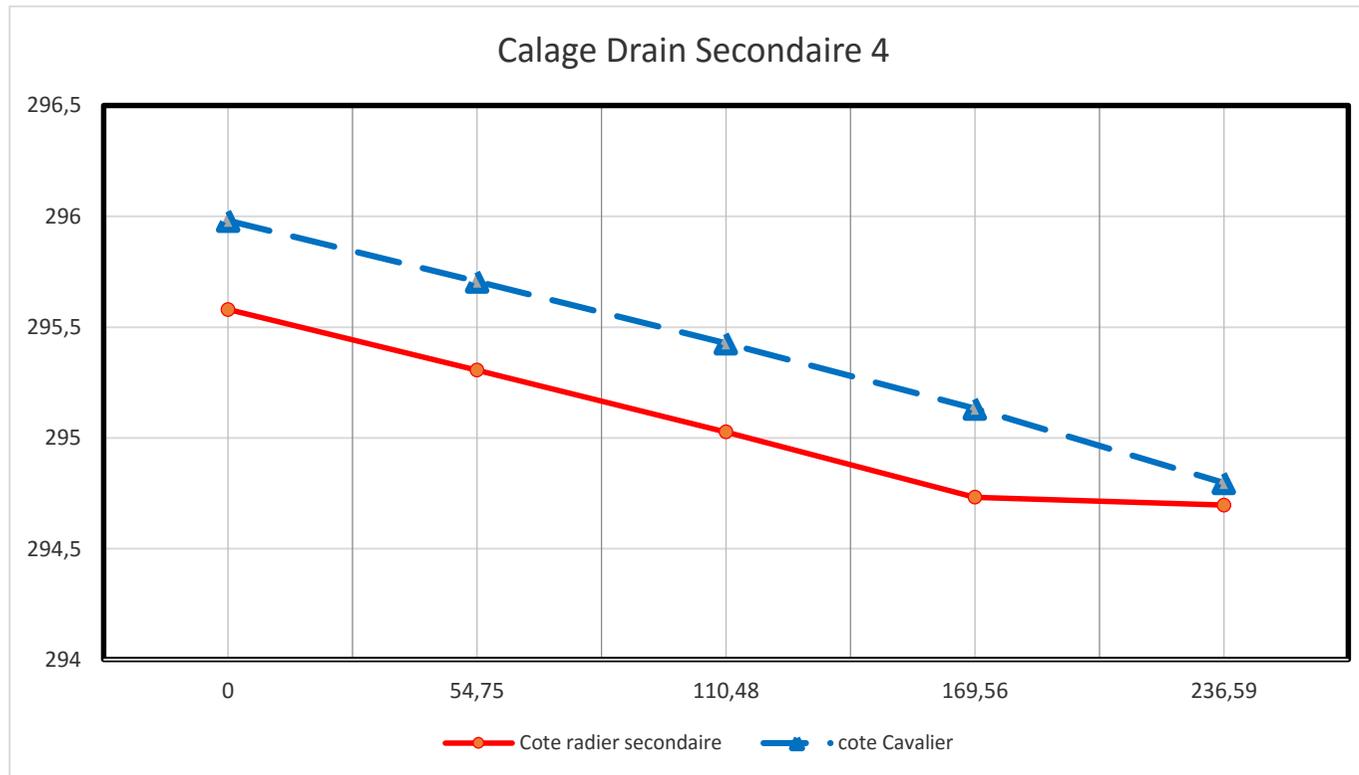
Drain secondaire 3

		distance	distance cumule	pente	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DS3	DT3.1	77,73	0	0,005	0,25	296,58	296,58	296,28
	DT3.2	80,44	77,73	0,005	0,25	296,21	296,19135	295,89135
	DT3.3	92,22	158,17	0,005	0,25	295,82	295,78915	295,48915
		0	250,39	0,005	0,25	295,31	295,32805	295,02805



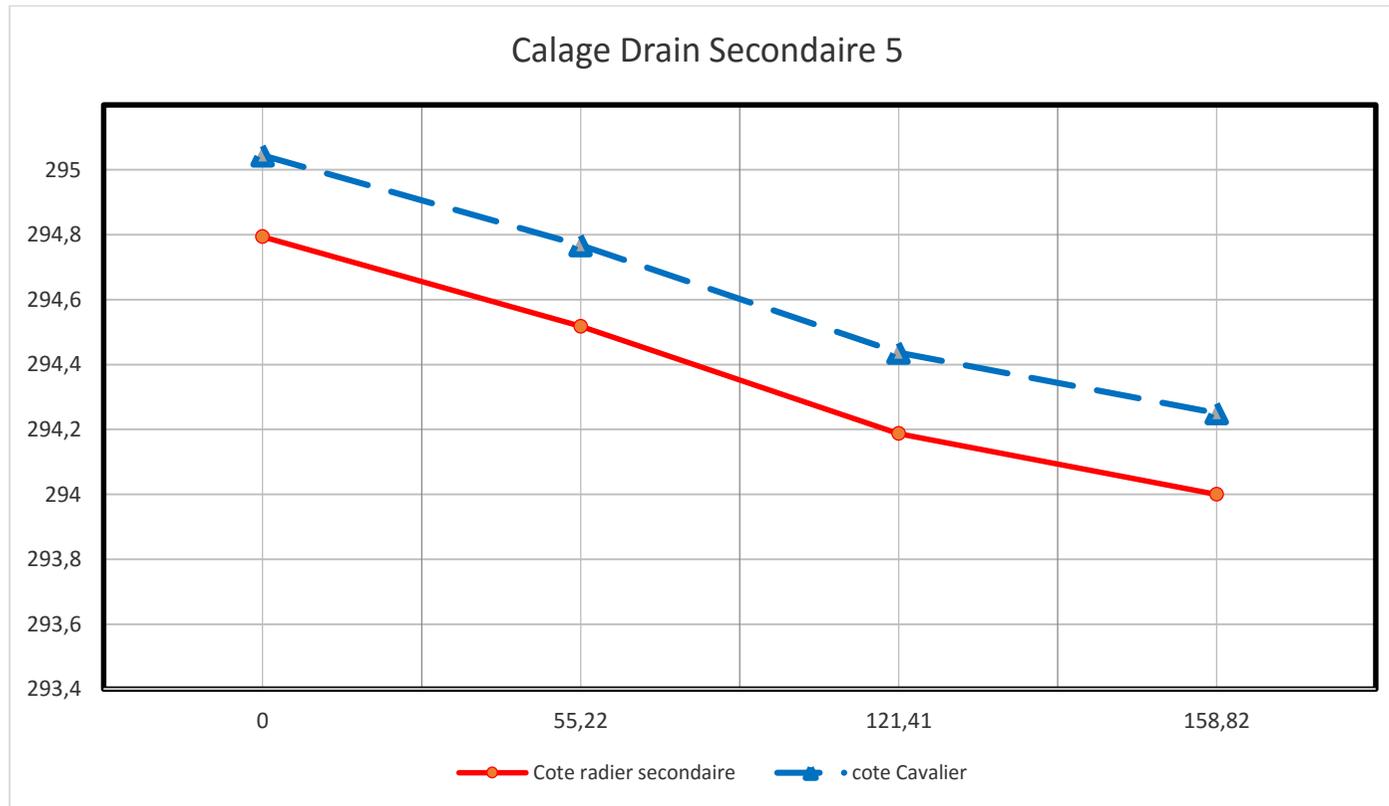
Drain secondaire 4

		distance	distance cumule	pente	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DS4	DT4.1	54,75	0	0,005	0,3	295,98	295,98	295,58
	DT4.2	55,73	54,75	0,005	0,3	295,66	295,70625	295,30625
	DT4.3	59,08	110,48	0,005	0,3	295,32	295,4276	295,0276
	DT4.4	67,03	169,56	0,005	0,3	295,09	295,1322	294,7322
		0	236,59	0,005		295,06	294,79705	294,69705



Drain secondaire 4

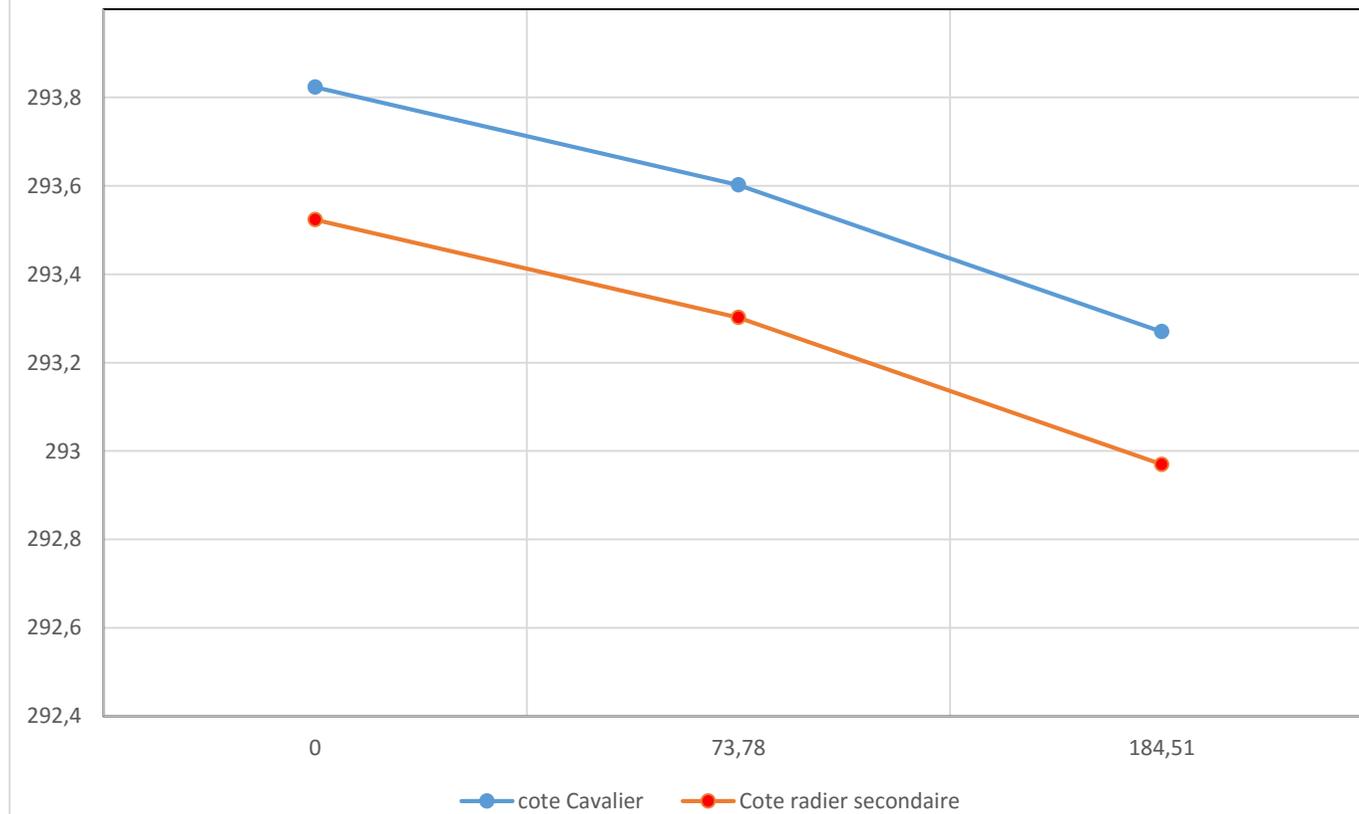
		distance	distance cumule	pente	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DS5	DT5.1	55,22	0	0,005	0,25	296,04	295,0441	294,7941
	DT5.2	66,19	55,22	0,005	0,25	295,19	294,768	294,518
	DT5.3	37,41	121,41	0,005	0,25	294,92	294,43705	294,18705
		0	158,82	0,005	0,25	294,25	294,25	294



Drain secondaire 5

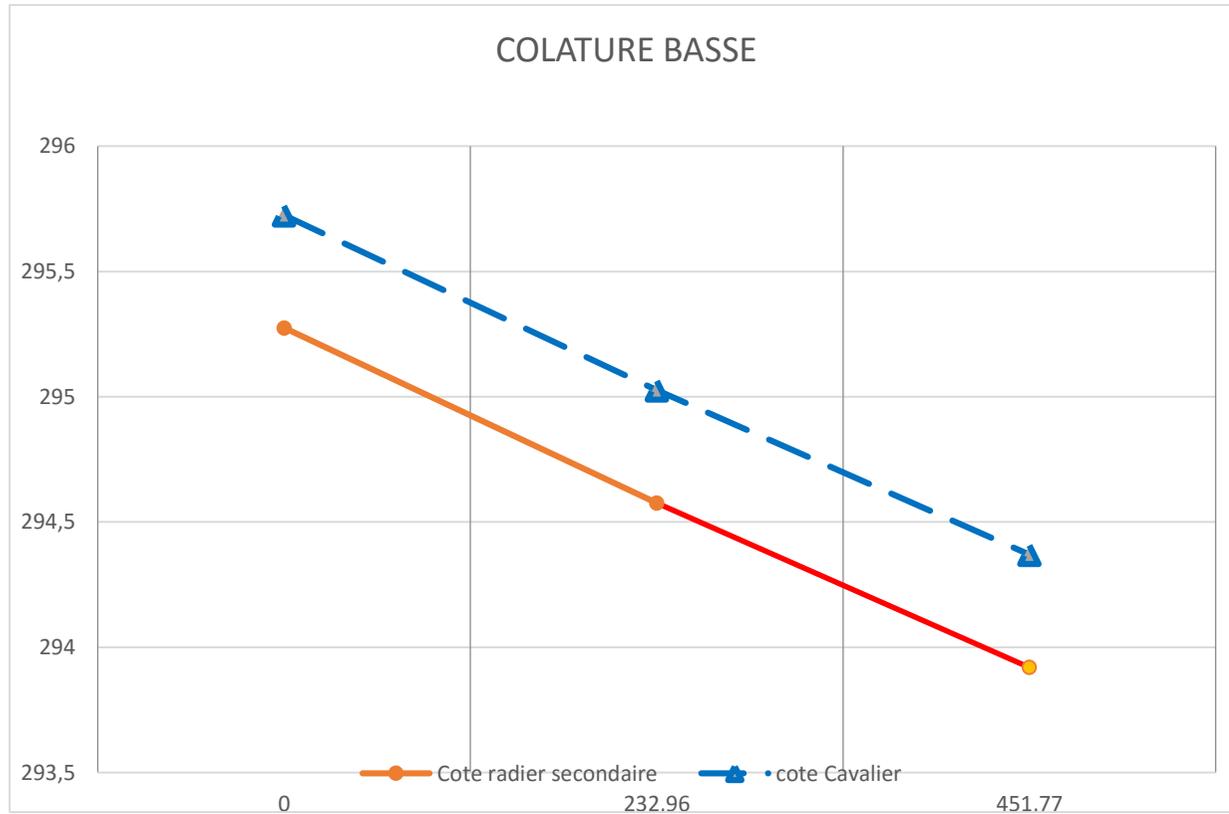
	distance	distance cumule	pente	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
DT6.3	73,78	0	0,003	0,3	294,11	293,82353	293,52353
DT6.2	110,73	73,78	0,003	0,3	293,88	293,60219	293,30219
DT6.1	0	184,51	0,003	0,3	293,27	293,27	292,97

Drain secondaire 6



Colature basse

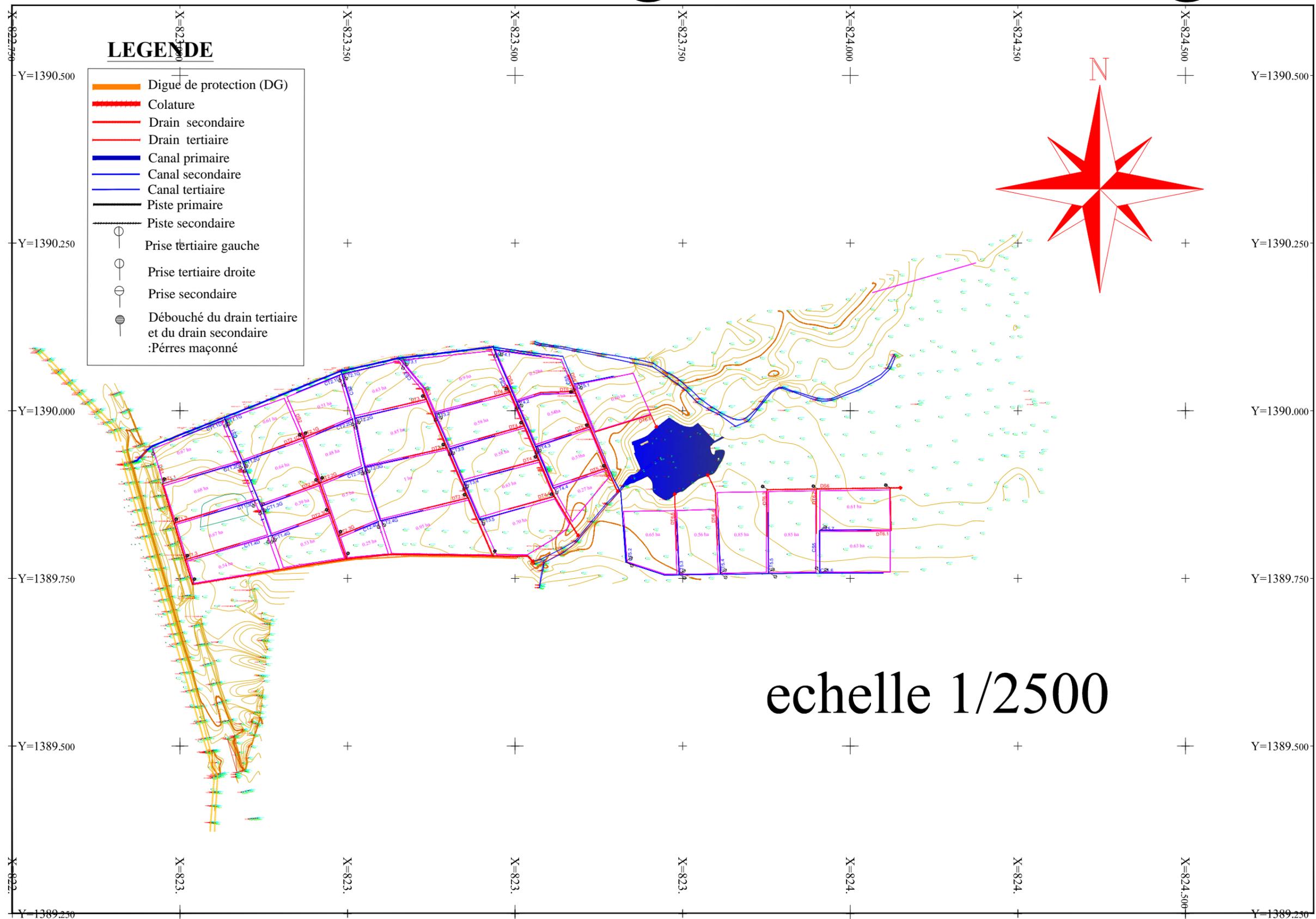
		distance	distance cumule	pente	Profondeur	Cote amont radier tertiaire	cote Cavalier	Cote radier secondaire
Colature basse	DS1	0	0	0,003	0,45	295,7251	295,7251	295,2751
	DS2	232,96	232,96	0,003	0,45	295,62	295,02622	294,57622
	DS3	218,81	451,77	0,003	0,45	295,02805	293,67091	293,22091



ANNEXE X : Plans et profil

- ✓ Plan de l'aménagement
- ✓ Profil en long canal
- ✓ Profil en long drain
- ✓ Profil en travers

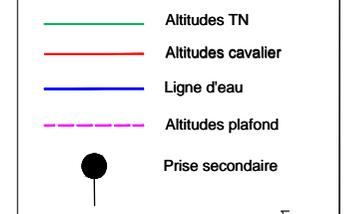
Périmètre irriguée de Bilanga



Extension du périmètre irrigué de Bilanga

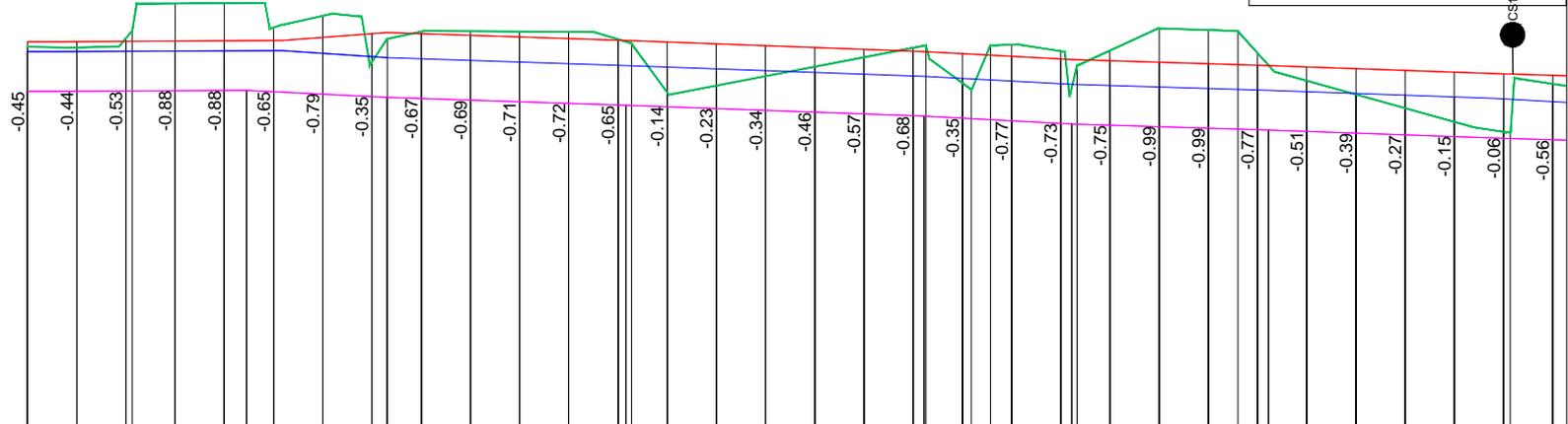
26/04/2019

Axe : Canal Primaire



Echelle X : 1/750
Echelle Z : 1/75

Plan Comp : 295.00



Numéro de tabulation			P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32					
Altitude TN			298.84	298.83	298.92	298.99	299.28	299.28	299.03	299.15	298.69	298.92	298.99	298.99	298.91	298.87	298.38	298.45	298.54	298.64	298.73	298.83	298.85	298.47	298.40	298.85	298.79	298.65	298.80	299.02	299.01	299.00	298.78	298.50	298.36	298.22	298.08	297.98	298.46
Cote cavalier			298.89	298.89	298.89	298.90	298.90	298.90	298.90	298.93	298.97	298.97	298.95	298.94	298.92	298.90	298.88	298.87	298.85	298.83	298.81	298.79	298.77	298.74	298.72	298.70	298.68	298.67	298.65	298.64	298.62	298.60	298.58	298.57	298.55	298.55	298.55	298.55	298.55
Ligne d'eau			298.79	298.79	298.79	298.80	298.80	298.80	298.80	298.77	298.74	298.72	298.70	298.69	298.67	298.65	298.63	298.62	298.60	298.58	298.56	298.54	298.52	298.49	298.47	298.45	298.43	298.42	298.40	298.39	298.37	298.35	298.33	298.31	298.29	298.29	298.29	298.29	
Altitudes plafond	Z		298.39	298.39	298.39	298.40	298.40	298.39	298.36	298.34	298.33	298.32	298.30	298.29	298.27	298.25	298.23	298.22	298.20	298.18	298.16	298.14	298.12	298.09	298.07	298.05	298.03	298.02	298.00	297.99	297.97	297.95	297.93	297.92	297.90	297.90	297.90		
Distance cumulée	D		0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	22.26	25.00	30.00	35.00	36.54	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	60.82	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	91.10	95.00	100.00	105.00	106.12	110.00	115.00	120.00	126.12	130.00	135.00	140.00	145.00	150.00	155.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 185 B(cm) =35 h(cm) = 65 m = 1.5																																						

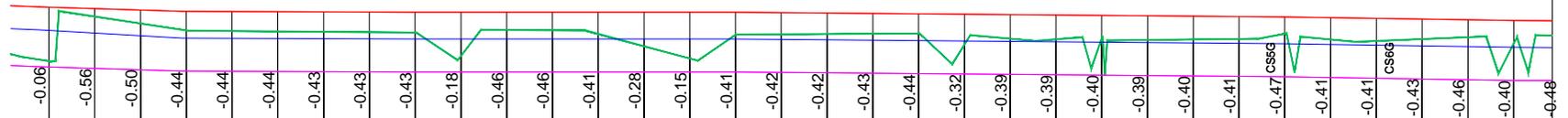
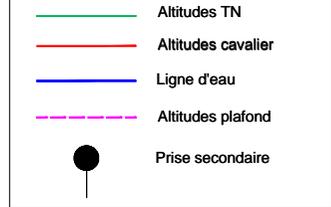
PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/4

Mensura Genius

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal Primaire



Echelle X : 1/750
Echelle Z : 1/75

Plan Comp : 295.00

Numéro de tabulation	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	P 44	P 45	P 46	P 47	P 48	P 49	P 50	P 51	P 52	P 53	P 54	P 55	P 56	P 57	P 58	P 59	P 60	P 61	P 62	P 63																				
Altitude TN	-297.98	-298.46	-298.39	-298.31	-298.31	-298.30	-298.30	-298.29	-298.29	-298.04	-298.32	-298.32	-298.27	-298.14	-298.01	-298.26	-298.27	-298.27	-298.28	-298.28	-298.16	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.21	-298.22	-298.22	-298.21	-298.22	-298.28	-298.21	-298.20	-298.22	-298.24	-298.17																	
Cote cavalier	-298.57	-298.55	-298.53	-298.52	-298.52	-298.52	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.51	-298.50	-298.50	-298.49	-298.49	-298.48	-298.48	-298.48	-298.48	-298.47	-298.47	-298.46	-298.46	-298.45	-298.44	-298.44	-298.43	-298.42	-298.42																		
Ligne d'eau	-298.31	-298.29	-298.26	-298.23	-298.23	-298.23	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.22	-298.21	-298.21	-298.21	-298.20	-298.20	-298.19	-298.19	-298.19	-298.19	-298.18	-298.18	-298.18	-298.17	-298.17	-298.16	-298.15	-298.15	-298.14	-298.13	-298.13																	
Altitudes plafond	-297.92	-297.90	-297.88	-297.87	-297.87	-297.87	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.86	-297.85	-297.85	-297.84	-297.84	-297.83	-297.83	-297.83	-297.82	-297.82	-297.81	-297.81	-297.80	-297.79	-297.79	-297.78	-297.77	-297.77	-297.77	-297.77																	
Distance cumulée	5.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	130.00	135.00	140.00	145.00	150.00	155.00	160.00	165.00	170.00	175.00	180.00	185.00	190.00	195.00	200.00	205.00	210.00	215.00	220.00	225.00	230.00	235.00	240.00	245.00	250.00	255.00	260.00	265.00	270.00	275.00	280.00	285.00	290.00	295.00	300.00	305.00	310.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 145 B(cm) = 35 h(cm) = 65 m = 1.5																																																				

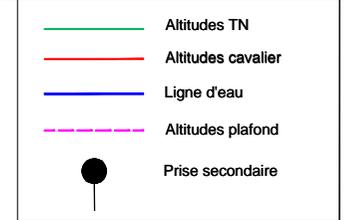
PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	2/4

Mensura Genius

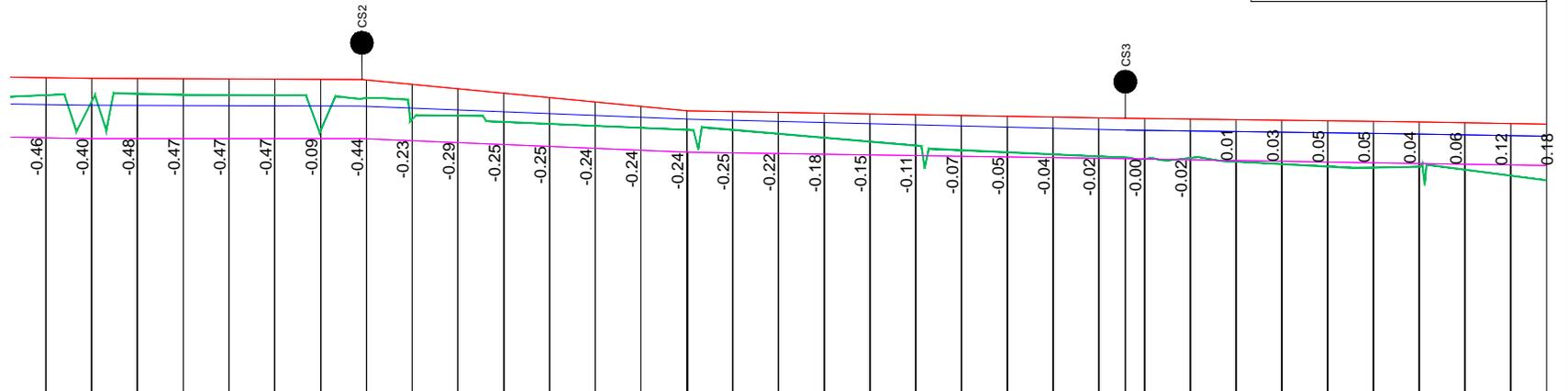
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal Primaire



Echelle X : 1/750
Echelle Z : 1/75
Plan Comp : 295.00



Numéro de tabulation	P 62	P 63	P 64	P 65	P 66	P 67	P 68	P 69	P 70	P 71	P 72	P 73	P 74	P 75	P 76	P 77	P 78	P 79	P 80	P 81	P 82	P 83	P 84	P 85	P 86	P 87	P 88	P 89	P 90	P 91	P 92	P 93	P 94	
Altitude TN	298.24	298.17	298.25	298.24	298.24	298.24	297.86	298.21	297.98	298.02	297.95	297.93	297.91	297.89	297.86	297.87	297.82	297.78	297.74	297.69	297.64	297.62	297.60	297.58	297.55	297.56	297.52	297.49	297.47	297.46	297.43	297.37		
Cote cavalier	298.43	298.42	298.42	298.42	298.41	298.41	298.41	298.36	298.31	298.26	298.21	298.17	298.12	298.12	298.07	298.06	298.05	298.05	298.04	298.03	298.02	298.01	298.00	297.99	297.99	297.98	297.97	297.97	297.96	297.96	297.95	297.94	297.93	
Ligne d'eau	298.14	298.13	298.13	298.13	298.12	298.12	298.12	298.10	298.08	298.06	298.04	298.02	298.00	297.98	297.97	297.96	297.94	297.93	297.93	297.92	297.90	297.89	297.88	297.87	297.86	297.85	297.84	297.84	297.83	297.83	297.82	297.81	297.80	
Altitudes plafond	297.78	297.77	297.77	297.77	297.77	297.77	297.77	297.75	297.73	297.70	297.68	297.66	297.64	297.62	297.61	297.61	297.60	297.59	297.58	297.58	297.57	297.56	297.55	297.55	297.55	297.54	297.53	297.52	297.51	297.51	297.50	297.49	297.48	
Distance cumulée	305.00	310.00	315.00	320.00	325.00	330.00	335.00	340.00	345.00	350.00	355.00	360.00	365.00	370.00	375.00	380.00	385.00	390.00	395.00	400.00	405.00	410.00	415.00	420.00	422.91	425.00	430.00	435.00	440.00	445.00	450.00	455.00	460.00	465.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 145 B(cm) =35 h(cm) = 65 m = 1										Q(l/s) = 145 B(cm) =35 h(cm) = 65 m = 1.5										Q(l/s) =95 B(cm) =35 h(cm) = 45 m = 1													

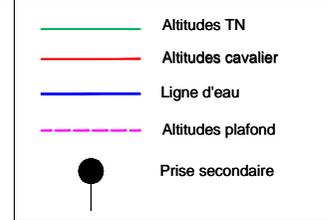
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	3/4

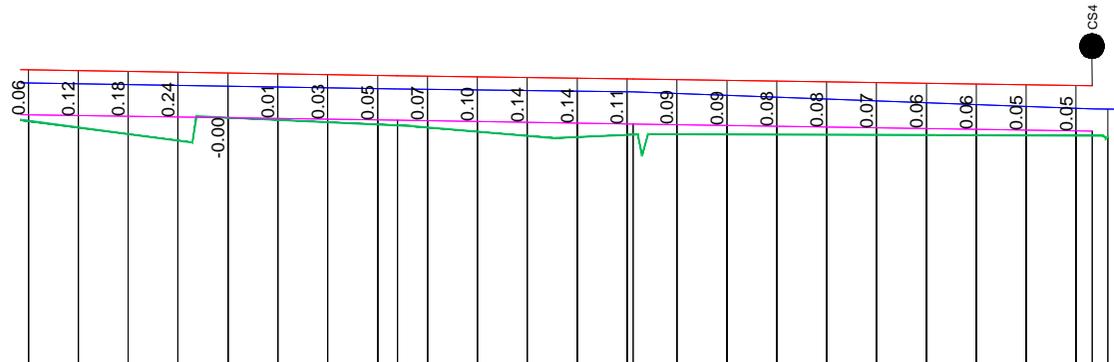
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal Primaire



Echelle X : 1/750
 Echelle Z : 1/75
 Plan Comp : 295.00



Numéro de tabulation		P 94	P 95	P 96	P 97	P 98	P 99	P 100	P 101	P 102	P 103	P 104	P 105	P 106	P 107	P 108	P 109	P 110	P 111	P 112	P 113	P 114	P 115
Altitude TN		-297.37	-297.30	-297.23	-297.47	-297.44	-297.42	-297.40	-297.36	-297.32	-297.28	-297.27	-297.29	-297.30	-297.30	-297.29	-297.29	-297.29	-297.29	-297.29	-297.29	-297.29	-297.27
Cote cavalier		-297.93	-297.92	-297.92	-297.91	-297.90	-297.89	-297.88	-297.88	-297.87	-297.86	-297.86	-297.85	-297.84	-297.84	-297.83	-297.82	-297.81	-297.81	-297.80	-297.79	-297.78	-297.78
Ligne d'eau		-297.80	-297.79	-297.79	-297.78	-297.77	-297.76	-297.75	-297.75	-297.74	-297.73	-297.73	-297.72	-297.70	-297.69	-297.67	-297.65	-297.63	-297.61	-297.59	-297.57	-297.56	-297.55
Altitudes plafond	Z	-297.48	-297.48	-297.47	-297.46	-297.46	-297.45	-297.44	-297.44	-297.43	-297.42	-297.41	-297.40	-297.39	-297.39	-297.38	-297.37	-297.36	-297.36	-297.35	-297.34	-297.33	-297.33
Distance cumulée	D	465.00	470.00	475.00	480.00	485.00	490.00	495.00	497.01	500.00	505.00	510.00	515.00	520.00	525.00	530.00	535.00	540.00	545.00	550.00	555.00	560.00	565.00
Caracteristiques		Q(l/s) =95 B(cm) =35 h(cm) = 45 m = 1.5																					

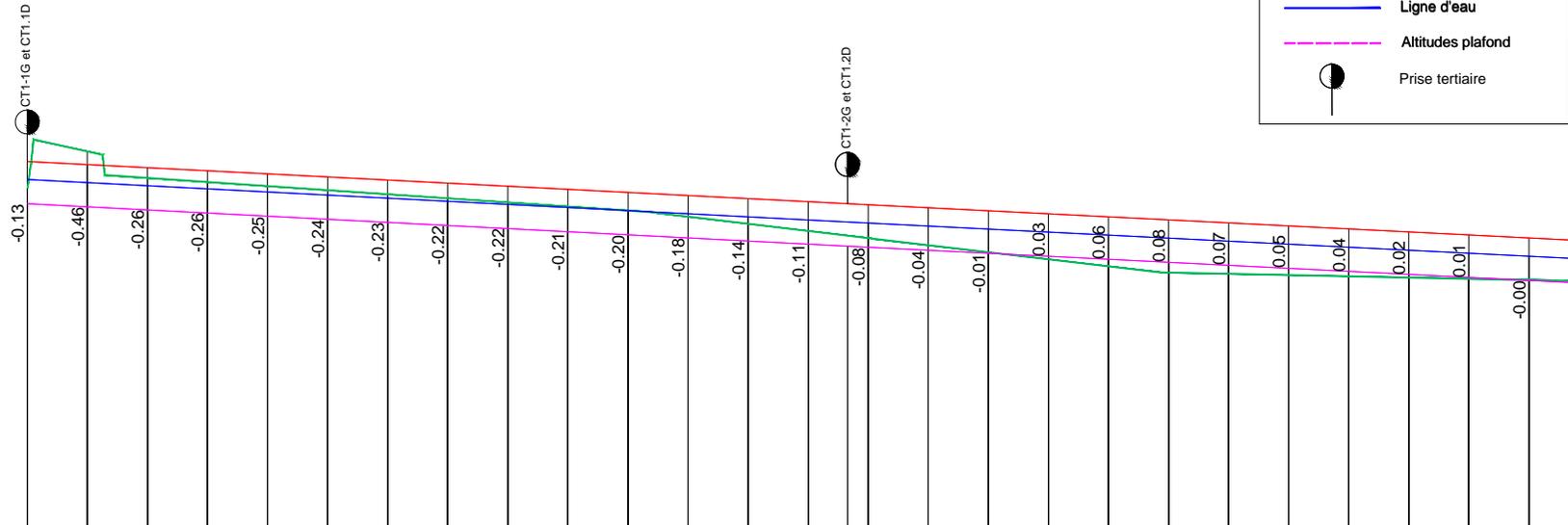
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	4/4

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

29/04/2019

Axe : Canal secondaire 2



Echelle X : 1/600
Echelle Z : 1/60

Plan Comp : 295.00

Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26		
Altitude TN	-297.81	-298.11	-297.89	-297.86	-297.83	-297.79	-297.76	-297.72	-297.69	-297.66	-297.62	-297.57	-297.51	-297.46	-297.40	-297.34	-297.28	-297.22	-297.16	-297.11	-297.10	-297.09	-297.08	-297.08	-297.06	-297.05		
Cote cavalier	-298.03	-298.00	-297.98	-297.95	-297.93	-297.90	-297.88	-297.85	-297.83	-297.80	-297.77	-297.75	-297.72	-297.70	-297.67	-297.65	-297.62	-297.60	-297.57	-297.55	-297.52	-297.50	-297.47	-297.45	-297.42	-297.40		
Cote ligne d'eau	-297.88	-297.85	-297.83	-297.80	-297.78	-297.75	-297.73	-297.70	-297.68	-297.65	-297.62	-297.60	-297.57	-297.55	-297.52	-297.50	-297.47	-297.45	-297.42	-297.40	-297.37	-297.35	-297.32	-297.30	-297.27	-297.25		
Altitudes plafond	-297.68	-297.65	-297.63	-297.60	-297.58	-297.55	-297.53	-297.50	-297.48	-297.45	-297.42	-297.40	-297.37	-297.35	-297.32	-297.30	-297.27	-297.25	-297.22	-297.20	-297.17	-297.15	-297.12	-297.10	-297.07	-297.05		
Distance cumulée	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	68.30	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	
Caracteristiques	Q(l/s) = 40 B(cm) = 30 h(cm) = 35 m = 0																											

Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CS2		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/2

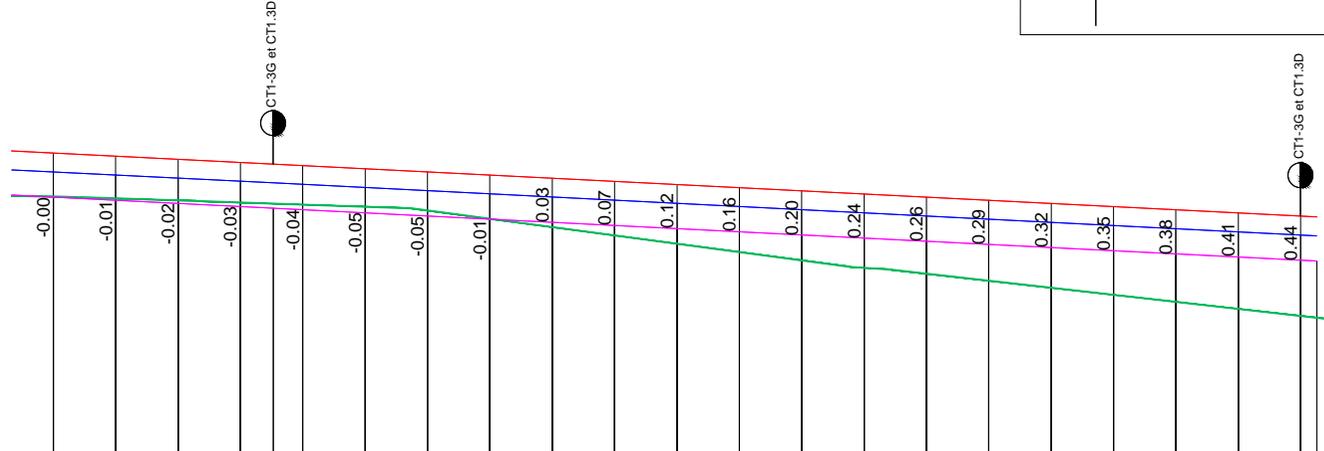
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal secondaire 2

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- Ligne d'eau
- - - Altitudes plafond
-  Prise tertiaire



Echelle X : 1/600
Echelle Z : 1/60

Plan Comp : 295.00

Numéro de tabulation			P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	P 44	P 45	P 46
Altitude TN	—		-297.05	-297.04	-297.02	-297.01	-296.99	-296.98	-296.94	-296.88	-296.82	-296.75	-296.68	-296.61	-296.54	-296.48	-296.44	-296.38	-296.33	-296.27	-296.21	-296.16	-296.10
Cote cavalier	—		-297.40	-297.37	-297.35	-297.32	-297.30	-297.27	-297.25	-297.22	-297.20	-297.17	-297.15	-297.12	-297.10	-297.07	-297.05	-297.02	-297.00	-296.97	-296.95	-296.92	-296.90
Cote ligne d'eau	—		-297.25	-297.22	-297.20	-297.17	-297.15	-297.12	-297.10	-297.07	-297.05	-297.02	-297.00	-296.97	-296.95	-296.92	-296.90	-296.87	-296.85	-296.82	-296.80	-296.77	-296.75
Altitudes plafond	- - -		-297.05	-297.02	-297.00	-296.97	-296.95	-296.92	-296.90	-296.87	-296.85	-296.82	-296.80	-296.77	-296.75	-296.72	-296.70	-296.67	-296.65	-296.62	-296.60	-296.57	-296.55
Distance cumulée	N		125.00	130.00	135.00	140.00	142.63	145.00	150.00	155.00	160.00	165.00	170.00	175.00	180.00	185.00	190.00	195.00	200.00	205.00	210.00	215.00	220.00
	D		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 40 B(cm) =30 h(cm) = 35 m = 0																						

Mensura Genius

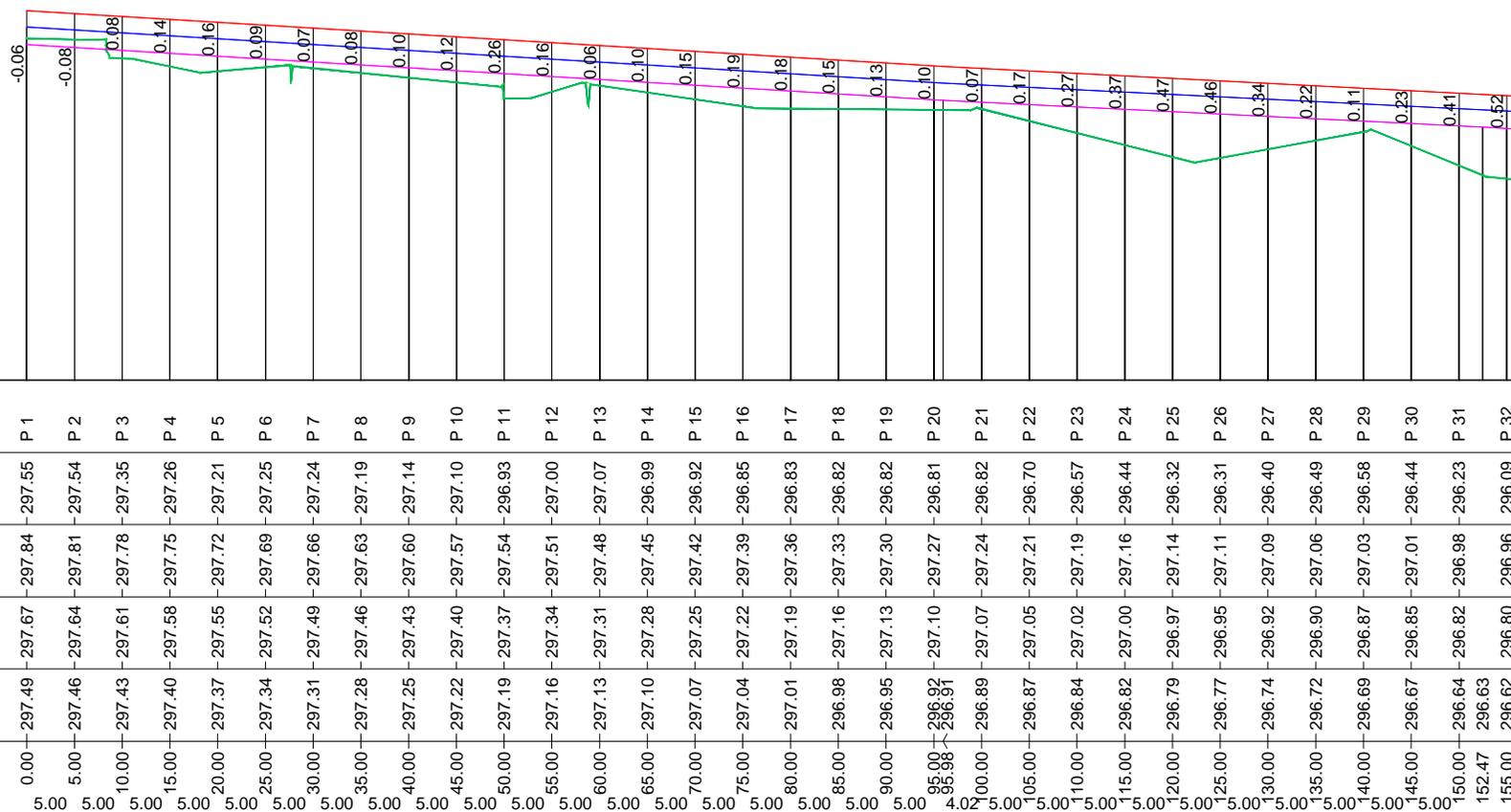
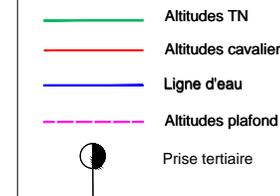
PROFIL EN LONG : CS2

Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	2/2

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal secondaire 3



Echelle X : 1/750
Echelle Z : 1/75

Plan Comp : 294.00

Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32
Altitude TN		-297.55	-297.54	-297.35	-297.26	-297.21	-297.25	-297.24	-297.19	-297.14	-297.10	-296.93	-297.00	-297.07	-296.99	-296.92	-296.85	-296.83	-296.82	-296.82	-296.81	-296.82	-296.70	-296.57	-296.44	-296.32	-296.31	-296.40	-296.49	-296.58	-296.44	-296.23	-296.09
Cote cavalier		-297.84	-297.81	-297.78	-297.75	-297.72	-297.69	-297.66	-297.63	-297.60	-297.57	-297.54	-297.51	-297.48	-297.45	-297.42	-297.39	-297.36	-297.33	-297.30	-297.27	-297.24	-297.21	-297.19	-297.16	-297.14	-297.11	-297.09	-297.06	-297.03	-297.01	-296.98	-296.96
Cote ligne d'eau		-297.67	-297.64	-297.61	-297.58	-297.55	-297.52	-297.49	-297.46	-297.43	-297.40	-297.37	-297.34	-297.31	-297.28	-297.25	-297.22	-297.19	-297.16	-297.13	-297.10	-297.07	-297.05	-297.02	-297.00	-296.97	-296.95	-296.92	-296.90	-296.87	-296.85	-296.82	-296.80
Altitudes plafond	Z	-297.49	-297.46	-297.43	-297.40	-297.37	-297.34	-297.31	-297.28	-297.25	-297.22	-297.19	-297.16	-297.13	-297.10	-297.07	-297.04	-297.01	-296.98	-296.95	-296.92	-296.89	-296.87	-296.84	-296.82	-296.79	-296.77	-296.74	-296.72	-296.69	-296.67	-296.64	-296.63
Distance cumulée	D	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	130.00	135.00	140.00	145.00	150.00	155.00
Caracteristiques		Q(l/s) =45 B(cm) =30 h(cm) = 35 m = 0																															

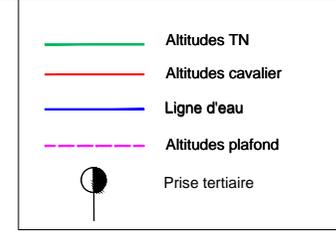
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CS3		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/1

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal secondaire4



Echelle X : 1/750
 Echelle Z : 1/75
 Plan Comp : 294.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30
Altitude TN	-297.27	-297.22	-297.24	-297.00	-296.96	-296.92	-296.90	-296.88	-296.86	-296.84	-296.82	-296.80	-296.78	-296.76	-296.74	-296.64	-296.51	-296.37	-296.23	-296.10	-295.99	-296.14	-296.28	-296.42	-296.44	-296.41	-296.38	-296.35	-296.37	-296.34
Cote cavalier	-297.50	-297.46	-297.43	-297.39	-297.36	-297.32	-297.29	-297.25	-297.22	-297.18	-297.15	-297.11	-297.07	-297.04	-297.00	-296.97	-296.93	-296.90	-296.84	-296.79	-296.74	-296.69	-296.64	-296.59	-296.53	-296.48	-296.43	-296.38	-296.33	-296.27
Cote ligne d'eau	-297.34	-297.30	-297.27	-297.23	-297.20	-297.16	-297.13	-297.09	-297.06	-297.02	-296.99	-296.95	-296.91	-296.88	-296.84	-296.81	-296.77	-296.74	-296.68	-296.63	-296.58	-296.53	-296.48	-296.43	-296.37	-296.32	-296.27	-296.22	-296.17	-296.11
Altitudes plafond	-297.15	-297.11	-297.08	-297.04	-297.01	-296.97	-296.94	-296.90	-296.87	-296.83	-296.80	-296.76	-296.72	-296.69	-296.65	-296.62	-296.58	-296.55	-296.49	-296.44	-296.39	-296.34	-296.29	-296.24	-296.18	-296.13	-296.08	-296.03	-295.98	-295.92
Distance cumulée	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	130.00	135.00	140.00	145.00
Caracteristiques	Q(l/s)=50 B(cm)=30 h(cm)=35 m=0																													

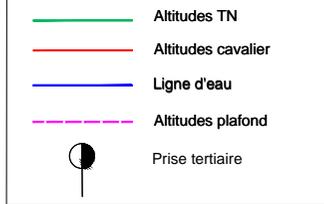
Mensura Geniura

PROFIL EN LONG : CS4		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/2

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

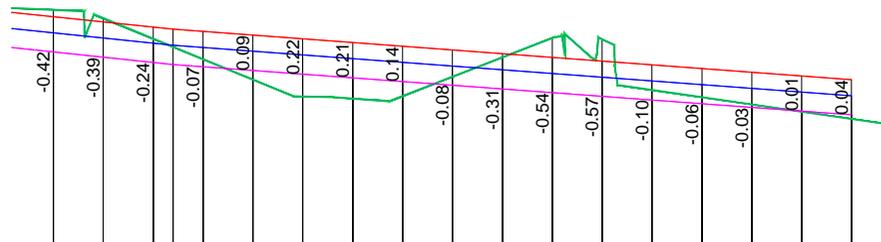
26/04/2019

Axe : Canal secondaire4



Echelle X : 1/750
Echelle Z : 1/75

Plan Comp : 294.00



Numéro de tabulation	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	P 44	P 45	P 46	P 47
Altitude TN	-296.34	-296.26	-296.06	-295.85	-295.65	-295.48	-295.46	-295.49	-295.68	-295.87	-296.06	-296.05	-295.55	-295.48	-295.40	-295.33	-295.26	-295.21
Cote cavalier	-296.27	-296.22	-296.17	-296.15	-296.09	-296.05	-296.02	-295.98	-295.94	-295.91	-295.87	-295.83	-295.80	-295.76	-295.72	-295.69	-295.65	-295.61
Cote ligne d'eau	-296.11	-296.06	-296.01	-296.15	-295.97	-295.93	-295.89	-295.86	-295.82	-295.78	-295.75	-295.71	-295.67	-295.64	-295.60	-295.56	-295.53	-295.49
Altitudes plafond	-295.92	-295.87	-295.82	-295.80	-295.78	-295.74	-295.70	-295.67	-295.63	-295.59	-295.56	-295.52	-295.48	-295.45	-295.41	-295.37	-295.34	-295.30
Distance cumulée	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	130.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 50 B(cm) = 30 h(cm) = 35 m = 0																	

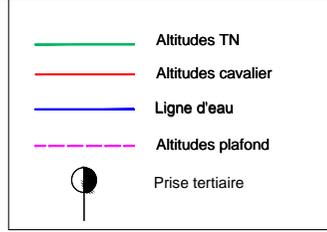
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CS4		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	2/2

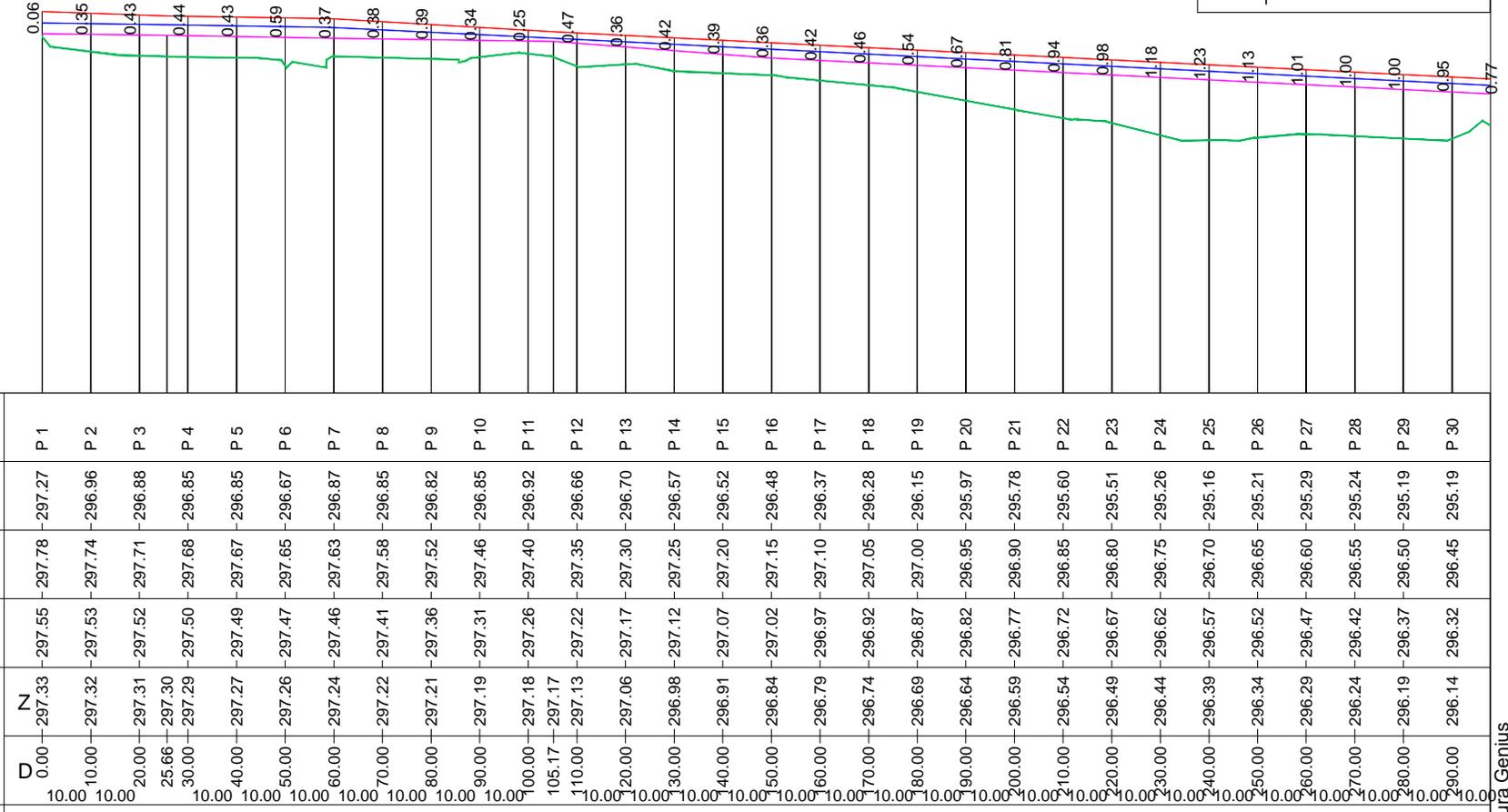
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal Secondaire5



Echelle X : 1/1400
Echelle Z : 1/140
Plan Comp : 290.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30		
Altitude TN	-297.27	-296.96	-296.88	-296.85	-296.85	-296.67	-296.87	-296.85	-296.82	-296.85	-296.92	-296.66	-296.70	-296.57	-296.52	-296.48	-296.37	-296.28	-296.15	-295.97	-295.78	-295.60	-295.51	-295.26	-295.16	-295.21	-295.29	-295.24	-295.19	-295.19		
Cote cavalier	-297.78	-297.74	-297.71	-297.68	-297.67	-297.65	-297.63	-297.58	-297.52	-297.46	-297.40	-297.35	-297.30	-297.25	-297.20	-297.15	-297.10	-297.05	-297.00	-296.95	-296.90	-296.85	-296.80	-296.75	-296.70	-296.65	-296.60	-296.55	-296.50	-296.45		
Ligne d'eau	-297.55	-297.53	-297.52	-297.50	-297.49	-297.47	-297.46	-297.41	-297.36	-297.31	-297.26	-297.22	-297.17	-297.12	-297.07	-297.02	-296.97	-296.92	-296.87	-296.82	-296.77	-296.72	-296.67	-296.62	-296.57	-296.52	-296.47	-296.42	-296.37	-296.32		
Altitudes plafond	-297.33	-297.32	-297.31	-297.30	-297.29	-297.27	-297.24	-297.22	-297.21	-297.19	-297.18	-297.17	-297.13	-297.06	-296.98	-296.91	-296.84	-296.79	-296.74	-296.69	-296.64	-296.59	-296.54	-296.49	-296.44	-296.39	-296.34	-296.29	-296.24	-296.19	-296.14	
Distance cumulée	0.00	10.00	20.00	25.66	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	105.17	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	200.00	210.00	220.00	230.00	240.00	250.00	260.00	270.00	280.00	290.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 40 B(cm) = 30 h(cm) = 35 m = 0																															

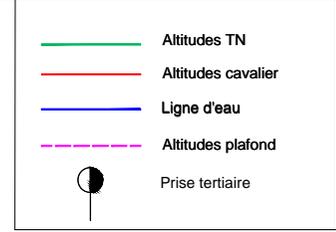
PROFIL EN LONG : CS5		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/3

Mensura Genius

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

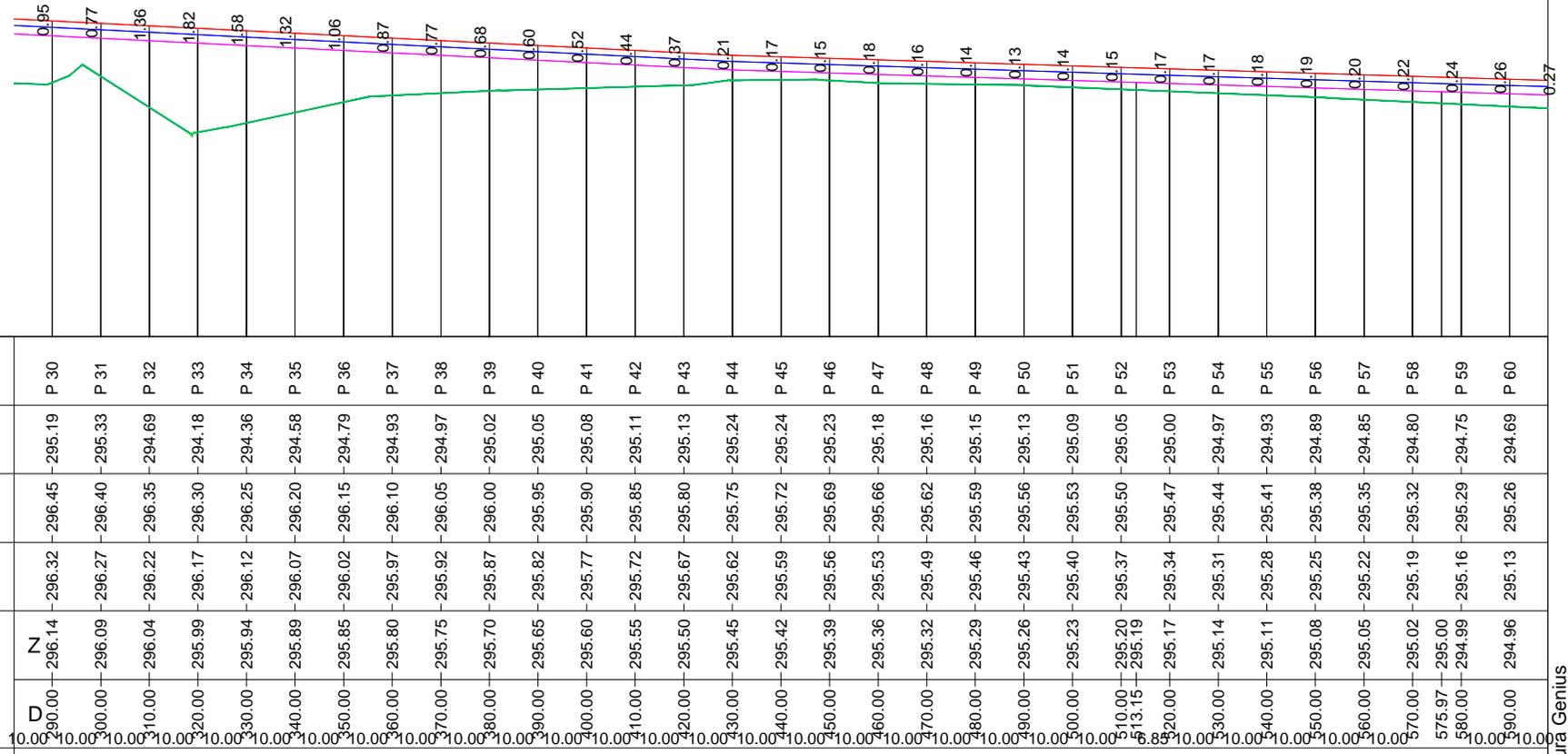
26/04/2019

Axe : Canal Secondaire5



Echelle X : 1/1400
Echelle Z : 1/140

Plan Comp : 290.00



Numéro de tabulation	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	P 44	P 45	P 46	P 47	P 48	P 49	P 50	P 51	P 52	P 53	P 54	P 55	P 56	P 57	P 58	P 59	P 60		
altitude TN	295.19	295.33	294.69	294.18	294.36	294.58	294.79	294.93	294.97	295.02	295.05	295.08	295.11	295.13	295.24	295.23	295.18	295.16	295.15	295.13	295.09	295.05	295.00	294.97	294.93	294.89	294.85	294.80	294.75	294.69			
Cote cavalier	296.45	296.40	296.35	296.30	296.25	296.20	296.15	296.10	296.05	296.00	295.95	295.90	295.85	295.80	295.75	295.72	295.69	295.66	295.62	295.59	295.53	295.53	295.50	295.47	295.44	295.41	295.38	295.35	295.32	295.26			
Ligne d'eau	296.32	296.27	296.22	296.17	296.12	296.07	296.02	295.97	295.92	295.87	295.82	295.77	295.72	295.67	295.62	295.59	295.56	295.53	295.49	295.46	295.43	295.40	295.37	295.34	295.31	295.28	295.25	295.22	295.19	295.13			
Altitudes plafond	296.14	296.09	296.04	295.99	295.94	295.89	295.85	295.80	295.75	295.70	295.65	295.60	295.55	295.50	295.45	295.42	295.39	295.36	295.32	295.29	295.26	295.23	295.20	295.19	295.17	295.14	295.11	295.08	295.05	294.96			
Distance cumulée	290.00	300.00	310.00	320.00	330.00	340.00	350.00	360.00	370.00	380.00	390.00	400.00	410.00	420.00	430.00	440.00	450.00	460.00	470.00	480.00	490.00	500.00	510.00	513.15	520.00	530.00	540.00	550.00	560.00	570.00	575.97	580.00	590.00
Caracteristiques	Q(l/s) =40 B(cm) =30 h(cm) = 32 m = 0																																

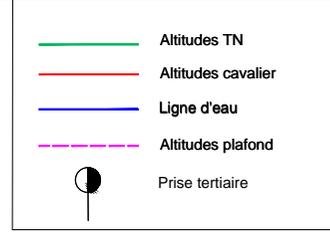
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CS5		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	2/3

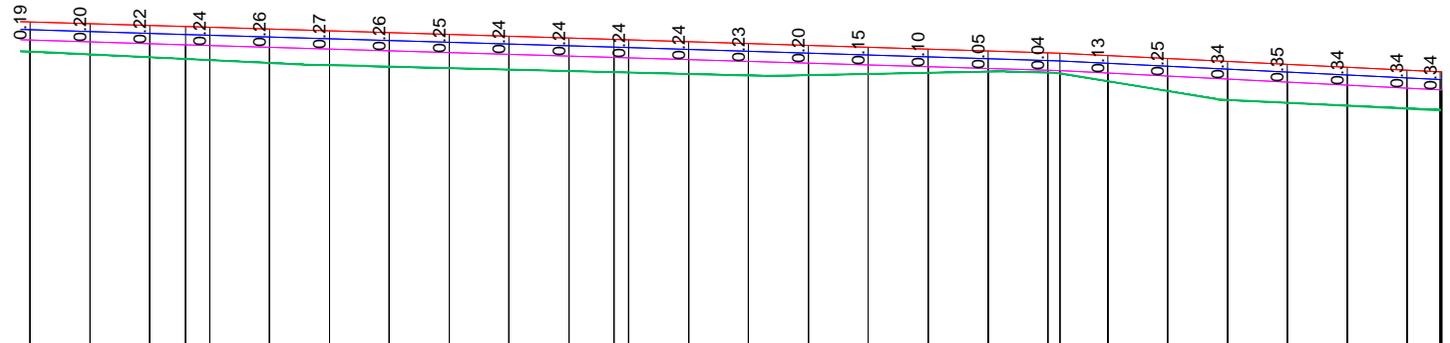
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

26/04/2019

Axe : Canal Secondaire5



Echelle X : 1/1250
 Echelle Z : 1/125
 Plan Comp : 290.00



Numéro de tabulation		P 57	P 58	P 59	P 60	P 61	P 62	P 63	P 64	P 65	P 66	P 67	P 68	P 69	P 70	P 71	P 72	P 73	P 74	P 75	P 76	P 77	P 78	P 79	P 80			
Altitude TN		-294.85	-294.80	-294.75	-294.69	-294.66	-294.64	-294.62	-294.60	-294.57	-294.54	-294.52	-294.49	-294.50	-294.52	-294.53	-294.55	-294.54	-294.40	-294.23	-294.09	-294.03	-293.99	-293.94	-293.92			
Cote cavalier		-295.35	-295.32	-295.30	-295.26	-295.23	-295.20	-295.17	-295.14	-295.11	-295.09	-295.08	-295.05	-295.02	-294.99	-294.96	-294.93	-294.90	-294.87	-294.77	-294.72	-294.68	-294.63	-294.58	-294.55			
Ligne d'eau		-295.22	-295.19	-295.16	-295.13	-295.10	-295.07	-295.04	-295.01	-294.98	-294.95	-294.92	-294.89	-294.86	-294.83	-294.80	-294.77	-294.74	-294.69	-294.64	-294.59	-294.55	-294.50	-294.45	-294.42			
Altitudes plafond	N	-295.05	-295.02	-295.00	-294.99	-294.96	-294.93	-294.90	-294.87	-294.84	-294.81	-294.79	-294.78	-294.75	-294.72	-294.69	-294.66	-294.64	-294.61	-294.58	-294.57	-294.53	-294.48	-294.43	-294.38	-294.33		
Distance cumulée	D	560.00	570.00	575.97	580.00	590.00	600.00	610.00	620.00	630.00	640.00	647.54	650.00	660.00	670.00	680.00	690.00	700.00	710.00	720.00	722.01	730.00	740.00	750.00	760.00	770.00	780.00	785.56
Caracteristiques	Q(l/s) =40 B(cm) =30 h(cm) = 32 m = 0																											

PROFIL EN LONG : CS5		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	3/3

Mensura Genius

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

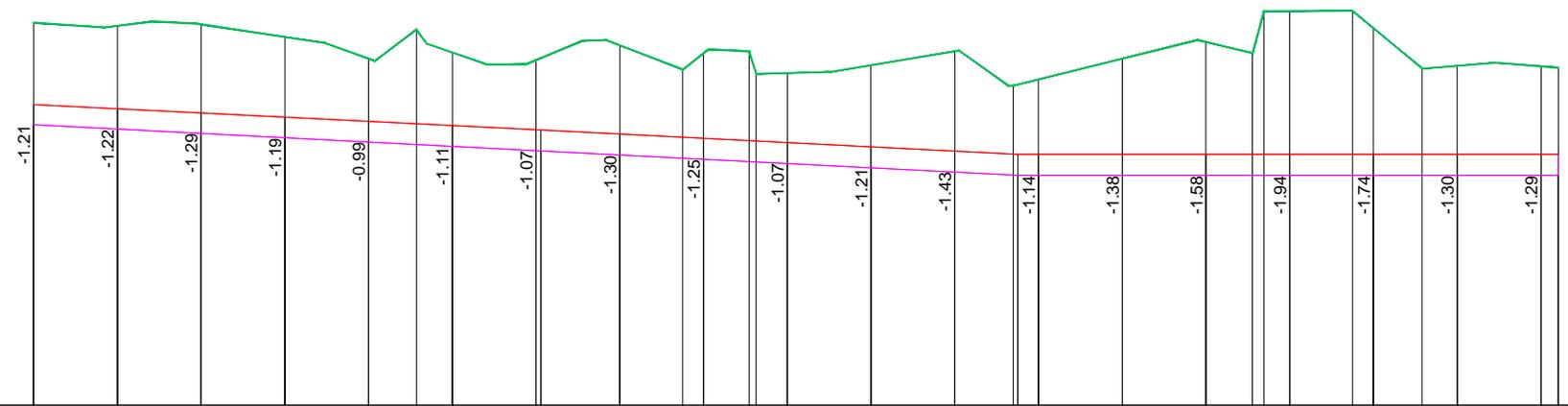
20/05/2019

Axe : Drain Secondaire 1

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- - - Altitudes plafond

Echelle X : 1/857
 Echelle Z : 1/86
 Plan Comp : 293.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
Altitude TN	-297.53	-297.49	-297.51	-297.36	-297.10	-297.44	-297.17	-297.09	-297.26	-296.97	-297.16	-297.19	-296.78	-296.86	-297.10	-297.30	-297.66	-297.46	-296.98	-297.01
cote cavalier	-296.56	-296.51	-296.46	-296.41	-296.36	-296.31	-296.26	-296.21	-296.16	-296.11	-296.06	-296.01	-295.97	-295.97	-295.97	-295.97	-295.97	-295.97	-295.97	-295.97
Altitudes plafond	N	-296.32	-296.27	-296.22	-296.17	-296.12	-296.06	-296.01	-295.96	-295.91	-295.86	-295.81	-295.76	-295.72	-295.72	-295.72	-295.72	-295.72	-295.72	-295.72
	D	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	117.54	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 24		B(cm) = 20				h(cm) = 25				m = 1.5									

Mensura Genius

PROFIL EN LONG : DS		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/1

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

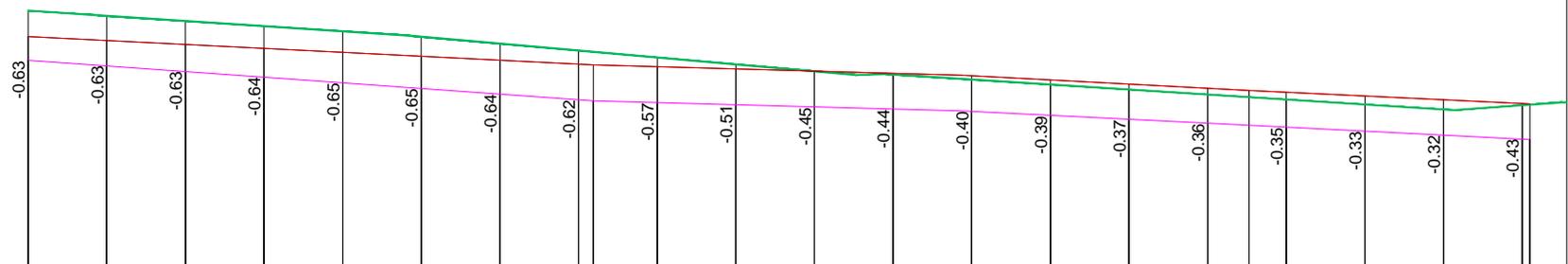
20/05/2019

Axe : DS2

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- - - Altitudes plafond

Echelle X : 1/900
 Echelle Z : 1/90
 Plan Comp : 294.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20		
Cote cavalier —	296.92	296.87	296.82	296.77	296.72	296.67	296.62	296.57	296.54	296.51	296.48	296.45	296.42	296.37	296.32	296.27	296.24	296.22	296.17	296.12	296.07	296.07
Terrain —	297.25	297.18	297.11	297.04	296.98	296.92	296.83	296.75	296.66	296.57	296.48	296.44	296.38	296.31	296.25	296.19	296.24	296.12	296.06	296.00	296.05	296.05
Projet - - -	N	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	190.00
	D	296.62	296.55	296.48	296.41	296.34	296.27	296.19	296.12	296.09	296.06	296.03	296.00	295.97	295.92	295.88	295.83	295.80	295.78	295.73	295.68	295.62
caracteristiques	Q(l/s) = 48		B(cm) = 20		h(cm) = 30		m = 1.5															

Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/1

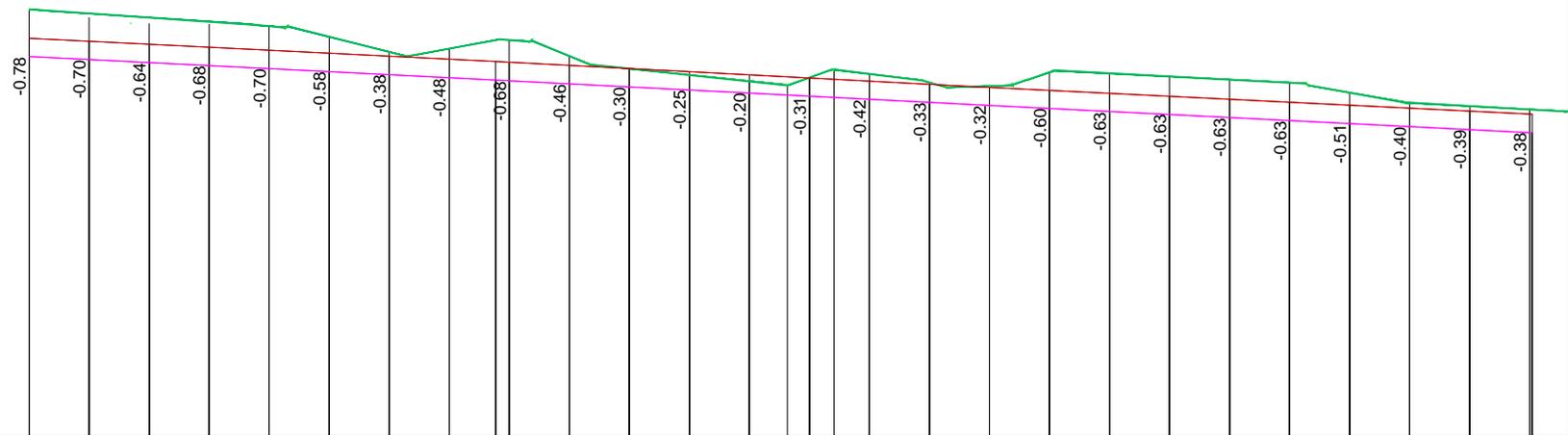
Extension du périmètre irrigué de Bilanga

20/05/2019

Axe : Drain Secondaire 3

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- - - Altitudes plafond



Echelle X : 1/1200

Echelle Z : 1/120

Plan Comp : 290.00

Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26		
Terrain	-297.06	-296.93	-296.82	-296.81	-296.78	-296.61	-296.36	-296.41	-296.55	-296.29	-296.08	-295.98	-295.87	-295.81	-295.93	-296.07	-295.99	-295.85	-295.79	-296.02	-296.00	-295.95	-295.90	-295.85	-295.68	-295.52	-295.47	-295.41
cote cavalier	-296.58	-296.53	-296.48	-296.43	-296.38	-296.34	-296.29	-296.24	-296.20	-296.14	-296.08	-296.03	-295.98	-295.93	-295.87	-295.82	-295.77	-295.72	-295.67	-295.62	-295.58	-295.53	-295.48	-295.43	-295.38	-295.33	-295.28	
Altitudes plafond	N	-296.28	-296.23	-296.18	-296.13	-296.08	-296.03	-295.98	-295.93	-295.88	-295.83	-295.78	-295.73	-295.67	-295.62	-295.57	-295.52	-295.47	-295.42	-295.37	-295.32	-295.27	-295.22	-295.17	-295.12	-295.07	-295.02	
	D	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	77.73	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	200.00	210.00	220.00	230.00	240.00	250.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 24		B(cm) = 20				h(cm) = 25				m = 1.5																	

Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/1

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

20/05/2019

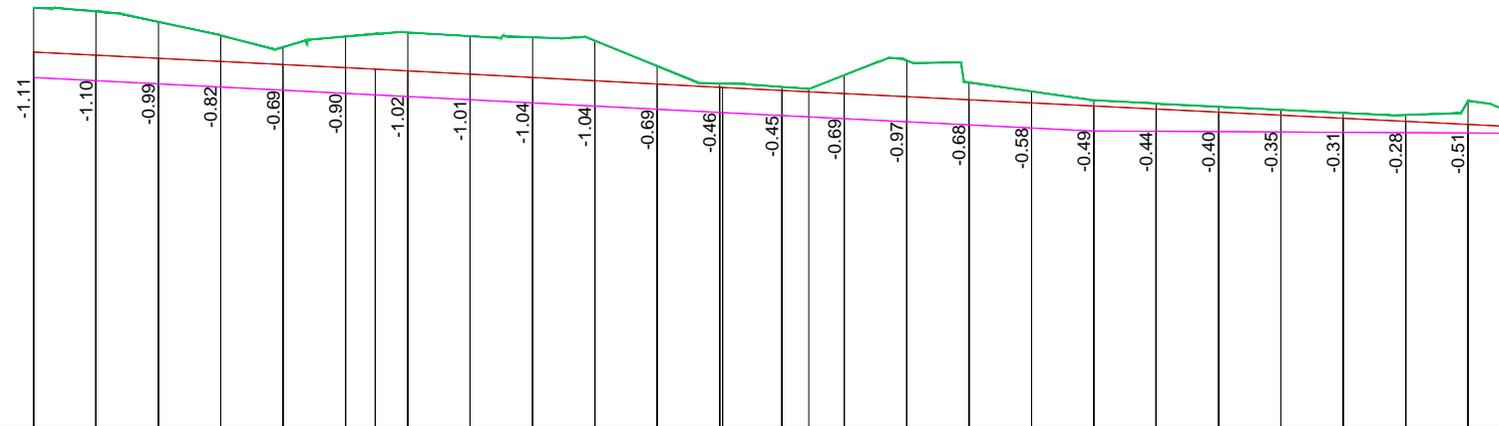
Axe : Drain Secondaire 4

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- - - Altitudes plafond

Echelle X : 1/1200
Echelle Z : 1/120

Plan Comp : 290.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	
Terrain	296.69	296.63	296.46	296.25	296.06	296.23	296.30	296.24	296.22	296.17	295.76	295.48	295.43	295.62	295.85	295.50	295.36	295.22	295.16	295.12	295.06	295.01	294.98	295.20	
Altitudes plafond	N	295.58	295.53	295.48	295.43	295.38	295.32	295.22	295.17	295.12	295.07	295.02	295.02	294.97	294.92	294.88	294.83	294.78	294.73	294.72	294.72	294.71	294.71	294.70	294.69
	D	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	54.75	60.00	70.00	80.00	90.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	200.00	210.00	220.00	230.00
Cote cavalier	295.98	295.93	295.88	295.83	295.78	295.73	295.71	295.68	295.63	295.58	295.53	295.42	295.42	295.32	295.28	295.23	295.18	295.13	295.08	295.03	294.98	294.93	294.88	294.83	
Caracteristiques	Q(l/s) = 32		B(cm) = 20				h(cm) = 30				m = 1.5														

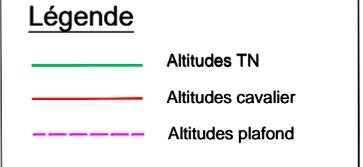
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/1

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

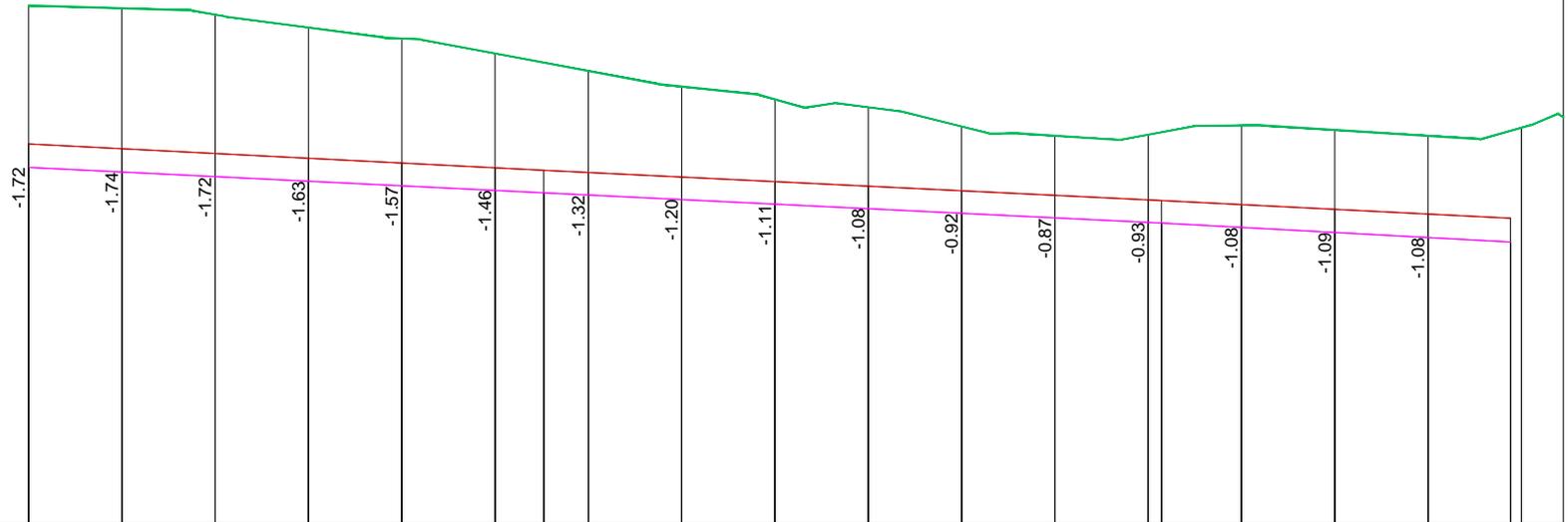
20/05/2019

Axe : Drain Secondaire 5



Echelle X : 1/800
Echelle Z : 1/80

Plan Comp : 291.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17
Terrain —	296.51	296.48	296.41	296.28	296.16	296.00	295.82	295.65	295.51	295.43	295.22	295.13	295.14	295.24	295.19	295.13	295.20
Cote cavalier —	295.04	294.99	294.94	294.89	294.84	294.79	294.76	294.69	294.64	294.59	294.54	294.50	294.45	294.40	294.35	294.29	294.25
Altitudes plafond - - -	N 294.79	294.74	294.69	294.64	294.59	294.55	294.52	294.45	294.40	294.35	294.30	294.26	294.21	294.15	294.10	294.05	294.00
	D 0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	55.22	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	140.00	150.00	158.82
Caracteristiques	Q(l/s) = 24		B(cm) = 20			h(cm) = 25			m = 1.5								

Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/1

Extension du périmètre irrigué de Bilanga

27/05/2019

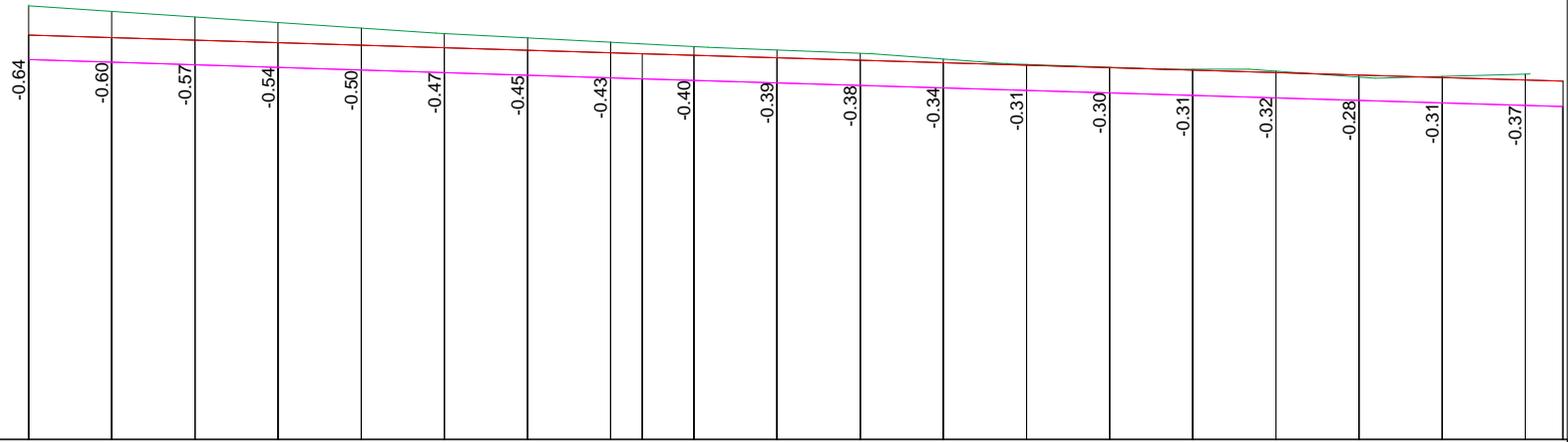
Axe : Drain Secondaire 6

Légende

- Altitudes TN
- Altitudes cavalier
- - - Altitudes plafond

Echelle X : 1/900
Echelle Z : 1/90

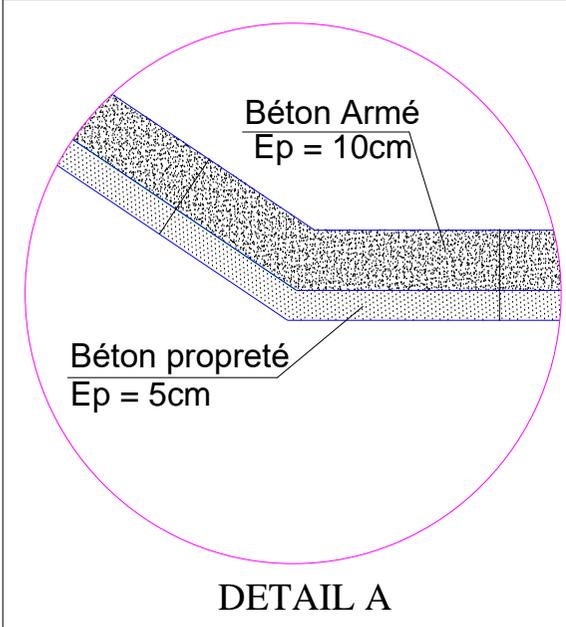
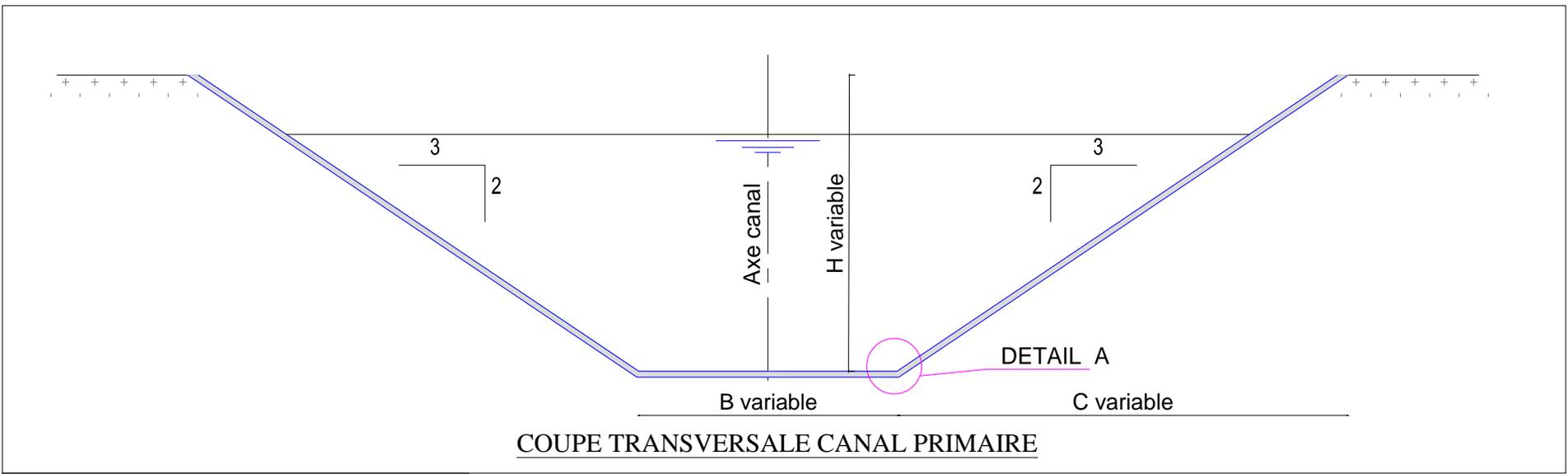
Plan Comp : 289.00



Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19
Cote TN —	294.17	294.10	294.04	293.97	293.91	293.84	293.79	293.74	293.68	293.64	293.60	293.53	293.47	293.44	293.41	293.39	293.32	293.33	293.36
COTE CAVALIER —	293.82	293.79	293.76	293.73	293.70	293.67	293.64	293.61	293.58	293.55	293.52	293.49	293.46	293.43	293.40	293.37	293.34	293.31	293.28
Altitudes plafond - - -	N	293.53	293.50	293.47	293.44	293.41	293.37	293.34	293.31	293.25	293.22	293.19	293.16	293.13	293.10	293.07	293.04	293.01	292.98
	D	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00
Caracteristiques	Q(l/s) = 32			B(cm) = 30				h(cm) = 25				m = 1.5							

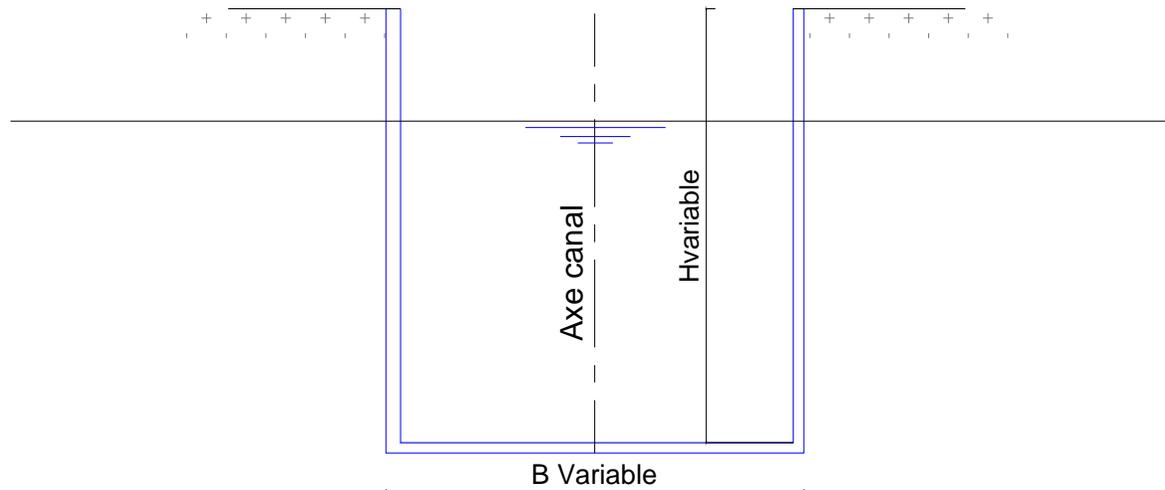
Mensura Genius

PROFIL EN LONG : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/1



Tronçons	B(m)	H(m)
CP Prim-CS1	0.35	0.65
CP bief CS1-CS2	0.35	0.65
CP bief CS2-CS3	0.35	0.45
CP bief CS3-CS4	0.35	0.45

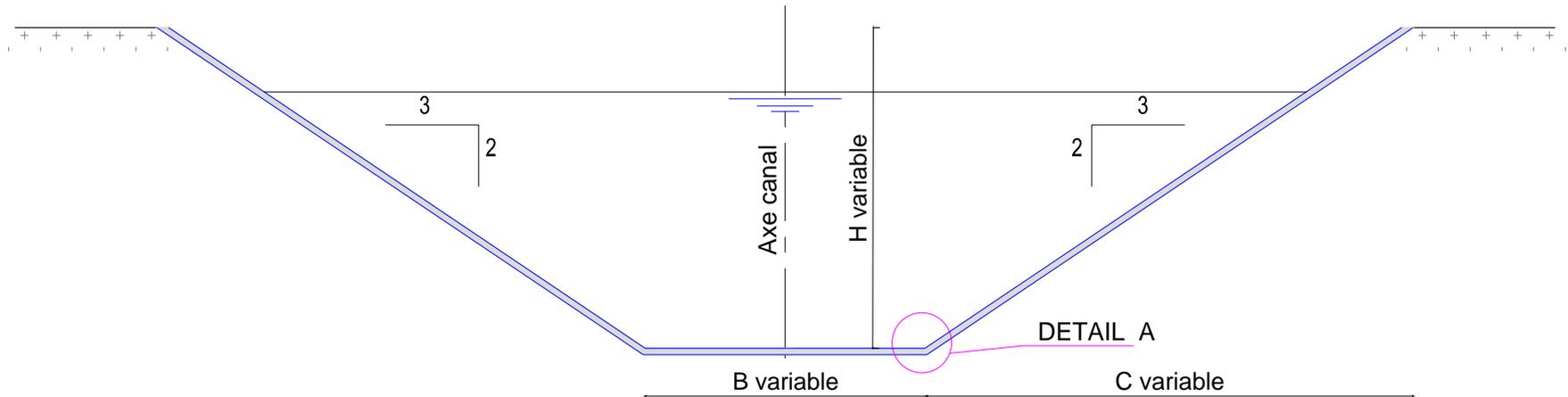
PROFIL EN TRAVERS : CP		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/1



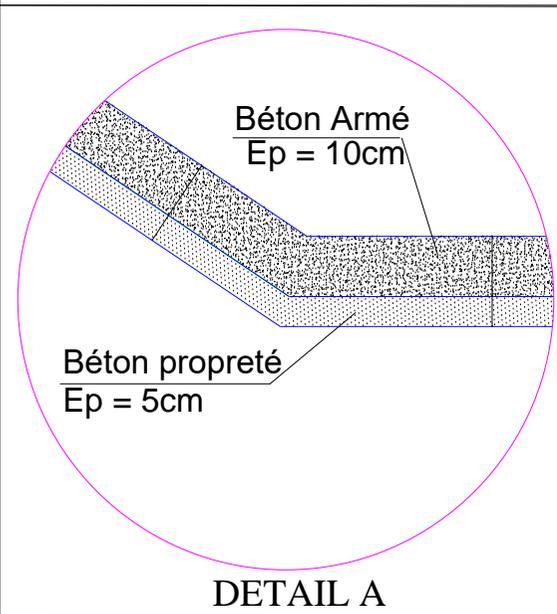
COUPE TRANSVERSALE CANAL SECONDAIRE

Tronçons	B(m)	H(m)
CS1	0.3	0.30
CS2	0.3	0.35
CS3	0.3	0.35
CS4	0.3	0.35
CS5 B	0.3	0.32

PROFIL EN TRAVERS: CS		
Date	N° PLAN	PAGE
Juin 2019	1.1	1/1



COUPE TRANSVERSALE CANAL SECONDAIRE CS5A



Tronçons	B(m)	H(m)
CS5 A	0.35	0.40

PROFIL EN TRAVERS: CS		
Date	N° PLAN	PAGE
Jun 2019	1.1	1/1