



**Conception et dimensionnement d'un système
d'irrigation de type semi-californien de 40ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques/Eaux agricoles**

Présenté et soutenu le 17 Janvier 2017 par
Lalaïcha OUEDRAOGO

Travaux dirigés par :

Mr Bassirou BOUBE Enseignant en Hydraulique et Irrigation à 2iE

Mr Zackaria BELEM Ingénieur Génie Civil, Directeur Technique de AC3E

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Amadou KEÏTA

Lecteurs : Dr. Dial NIANG

M. Roland YONABA

M. Bassirou BOUBE

REMERCIEMENT

Tout d'abord, mes sincères remerciements sont adressés au bon Dieu puis à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué au bon déroulement de cette formation. Plus particulièrement mon encadreur :

- ❖ **Monsieur BOUBE Bassirou**, Enseignant au 2iE pour son assistance, sa disponibilité et tous les conseils prodigués tout au long de ce présent mémoire.
- ❖ Tous les enseignants de 2iE ;

Je remercie également :

- ❖ **Monsieur Adama OUEDRAOGO** Directeur Général de AC3E, qui a bien voulu m'accepter dans son bureau d'étude ;
- ❖ **Monsieur Zakaria BELEM**, Directeur Technique à AC3E et maître de stage pour m'avoir proposé ce thème <<conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40ha à Kouforpissiga : République du Bénin>> du présent mémoire ;
- ❖ **Monsieur Issaka CONGO** Ingénieur en Génie Civil à AC3E,
Monsieur KOUDOUGOU Barnabé Ingénieur Génie Rural au sein de AC3E sans oublier tout le personnel de AC3E pour leur assistance, leur disponibilité à répondre à toutes mes questions et à me fournir tous les documents nécessaires au bon déroulement de ce mémoire.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire de fin d'étude :

- ❖ A ma mère, **Pauline OUEDRAGO** pour toutes ses années d'efforts et de sacrifices. Pour son dévouement sans faille et sans fin, ses conseils et ses prières pour m'a réussite ;

- ❖ A mon père, El hadj **Abdoulaye OUEDRAOGO** pour son soutien, ses prières et son attention particulière pour la réussite de tous ses enfants ;

- ❖ A mes frères et sœurs et à toute la **famille OUEDRAOGO** ;

- ❖ A tous le personnel de AC3E particulièrement à **Monsieur Adama OUEDRAOGO** Directeur Général de AC3E pour sa grande générosité, ses conseils et soutiens.

RESUME

Le projet porte sur un aménagement hydro-agricole de 40ha à Kouforpissiga, un village du département d'Atakora, de la commune de Matéri au Bénin. Le périmètre sur la rive droite cours d'eau temporaire de Brouwanga, est à l'aval du barrage de Kouforpissiga présentement défectueux. Compte tenu de l'état vétuste du barrage et le rechargeant temporaire du cours d'eau, l'option d'utiliser l'eau souterraine devient une solution incontournable. C'est dans cette optique que trois forages de **31 m³/h** au total ont été réalisés pour servir de ressource.

Le réseau sémi-californien est le système adopté pour irriguer les spéculations choisies (l'oignon violet de Galmi, la tomate, le chou et le piment) en saison sèche et assurer l'irrigation du riz pluvial pendant les périodes d'irrégularité des pluies. Le choix de ces spéculations a été fait en fonction des types de sols rencontrés, de la haute valeur ajoutée de ces spéculations, mais aussi des habitudes culturelles de la zone.

La ressource en eau ne permet que l'irrigation de **10ha** avec le semi-californien. Pour optimiser la rentabilité une extension de **15ha** est prévue dans l'étude dans le cas d'une augmentation de la ressource en eau. La superficie de **10ha** est subdivisée en soixante-sept (**67**) parcelles de **0,15ha**. Il est prévu une station de pompage, un réservoir et trois électropompes. Les pompes seront alimentées par un système photovoltaïque et un groupe électrogène de relai. Pour l'irrigation de l'extension s'il y'a lieu, elle est divisée en **60** parcelles de **0,25ha** et il faut un débit maximum de **108m³/h**. Pour l'assainissement du site, un réseau de drainage de surface par des canaux ouverts, trois dalots à l'extrémité et des dalles pour l'accès aux parcelles ont été proposés. En plus de l'augmentation de la ressource, Le goutte à goutte qui consomme moins d'eau serait aussi une solution envisageable. Le coût estimatif du projet avec système photovoltaïque et un groupe électrogène de relai des **10ha** s'élève à **45 020 397 F CFA** soit un coût d'aménagement à l'hectare de **4 502 040 F CFA**. L'aménagement de l'extension est à **7 524 645 F CFA** soit un coût total de **188 116 125 F CFA**. En termes de rentabilité, le projet d'irrigation d'une plus grande superficie est plus rentable avec une durée de retour sur investissement de **2ans** à **199%**. Pourtant, la durée de retour sur investissement de l'irrigation de **10ha** est de **4ans** avec un taux de rentabilité de **155%**.

Mots clé: Aménagement, hydro-agricole, spéculation, semi-californien, photovoltaïque, Kouforpissiga, drainage, environnement

ABSTRACT

This project focuses on the hydro-agricultural fitting-out of 40ha at Kouforpissiga, a village of Atakora Department, and Town of Matéri in Benin. The land is at the downstream dam of Kouforpissiga which now broken and located on the water during temporary of Brouwanga. Given the dilapidated condition of the dam and the river the recharging is temporary; the option of using groundwater remains a compelling solution. It is in this light that three borings flowing totaly 31 m³/ h have been made to use water resources for the development of Kouforpissiga.

The semi-Californian network is the system used to irrigate vegetable crops selected such as violet Galmi onion, tomatoes, cabbage and chilli only in the dry season. The choice of these speculations was made according to the types of soils encountered, the high value of these speculations, and cropping patterns in the area.

The water resource can only allow the irrigation of 10ha with the semi-Californian. For optimizing the profitability, an extension of 15ha is foreseen in the study if the water will increase. The area of 10ha is subdivided into sixty-seven (67) plots of 0.15ha. There are a pumping station, a tank and three electro-pumps. The pumps will be powered by a photovoltaic system and a relay generating set. For irrigation of the extension if it will possible, it is divided into 60 plots of 0.25ha and a maximum flow of 108m³ / h is required.

For the remediation of the site, an open drainage surface drainage network, three scuppers at the tip and slabs for access to the plots has been proposed.

In addition to the increase in the resource, drip that consumes less water is also a feasible solution.

The estimated cost of the project with the photovoltaic system and a generating unit of relay of 10ha is 177 552 382 F CFA and a cost of development per hectare of 17 755 238 F CFA. The fitting-out of the extension is 7 524 645 F CFA per hectare, i.e a total cost of 188 116 125 F CFA. In terms of profitability, the irrigation project with a larger area is more commendable with a return on investment of 199% in 2 years. However, the duration of return on investment of irrigation of 10ha is 4 years with a rate of return of 155%.

Key words: fitting-out, agricultural, hydraulic, semi- Californian, Kouforpissiga, speculation, photovoltaic, drainage, environment.

AVANT-PROPOS

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

A. Historique

L'Agence Conseils pour l'Équipement, l'Eau et l'Environnement (**AC3E**) est un bureau d'études en ingénierie créé en 1996 (9 Août 1996). Inscrit au registre de commerce de Ouagadougou d'abord sous le numéro 15075A en tant d'entreprise individuelle puis sous le N°BF OUA 2002 B 2390 à partir du 30 septembre 2002 sous la forme de société à responsabilité limitée (SARL), ses références sont en annexe 4 (Références de la structure d'accueil).

B. Approche méthodologique

Le cabinet AC3E dispose d'une somme d'expérience qui le rend apte à conduire tout projet relevant du domaine de ses compétences. Il privilégie la collaboration avec d'autres bureaux d'études nationaux ou étrangers ayant les mêmes compétences ou des compétences complémentaires. En outre, AC3E fait également appel à des consultants indépendants qualifiés et expérimentés dans des domaines particuliers.

L'objectif global de AC3E est de fournir à ses clients des résultats qui satisfont leurs attentes et leurs besoins, intégrant une utilisation optimale des ressources humaines et naturelles et qui s'articulent dans les meilleures conditions aux éléments de l'environnement.

C. Nature des prestations

AC3E assure plusieurs types de prestations dont les principales sont:
1. Etudes d'ingénierie et maîtrise d'œuvre
- Identification de projets de développement
- Elaboration de schémas directeurs
- Etudes de faisabilité, Etudes d'avant-projet et projet d'exécution, Elaboration de DAO...
- Assistance aux maîtres d'ouvrages
2. Coordination, Suivi/contrôle de travaux
- Coordination et supervision de chantiers pour le compte d'entreprises privées
- Contrôle et suivi de travaux (maîtrise d'œuvre)
- Suivi de travaux réalisés en régie par des ONG ou des projets

D. Domaine d'intervention du Cabinet AC3E

- Hydraulique
- Génie civil et travaux publics
- Environnement-assainissement

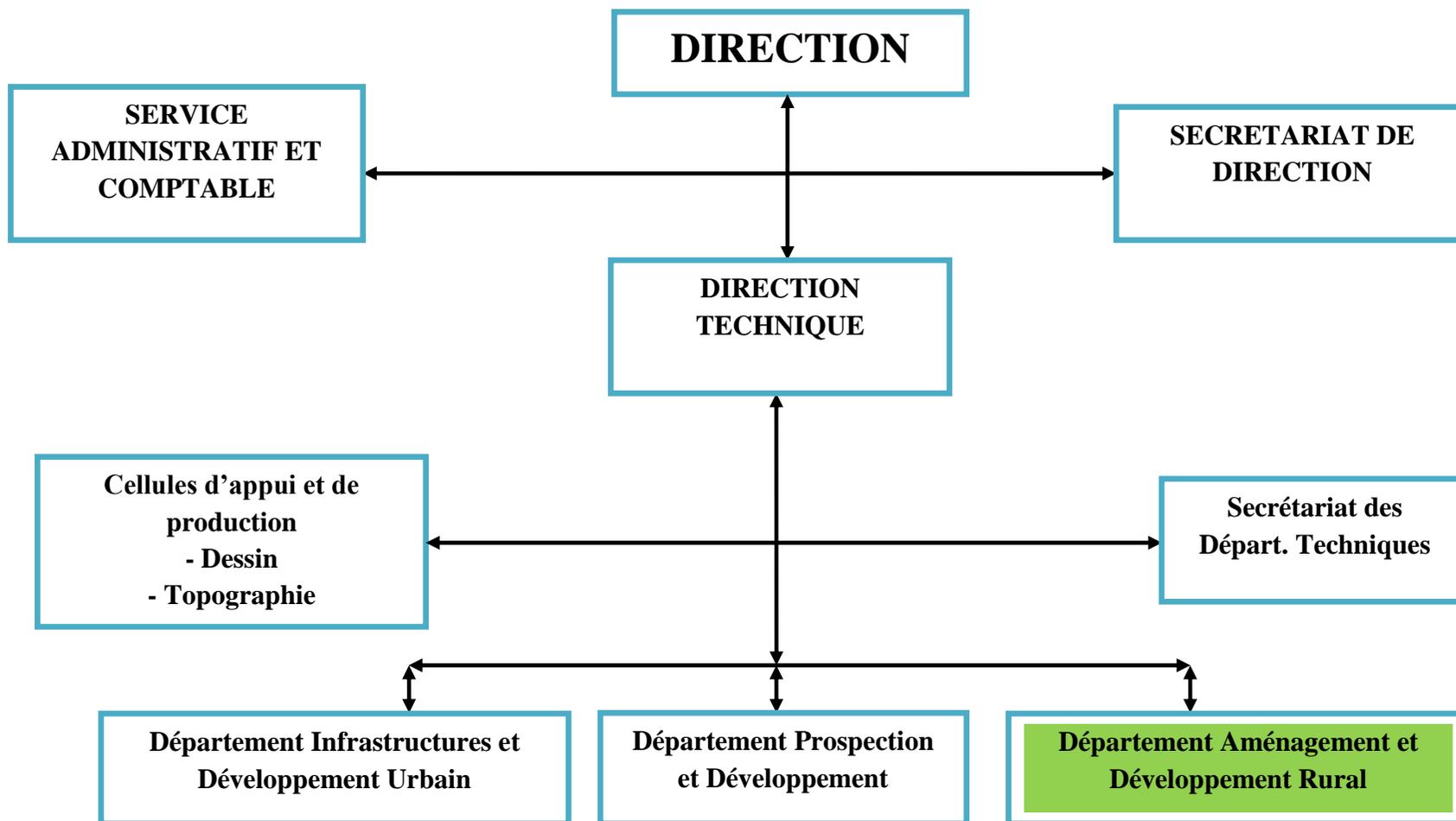
E. Moyens d'intervention du cabinet AC3E

1. Personnel du cabinet AC3E

Le Cabinet AC3E dispose comme personnel permanent et temporaire d'une équipe composée ainsi qu'il suit :

Ingénieurs du Génie Rural	3	Ingénieur Génie Civil	4
Hydrogéologue	1	Technicien Topographe	3
Sociologue	1	Techniciens Supérieur	4
Technicien en Génie Civil (CAP et BEP)	15	Cadres Administratifs	4
Personnel d'Appui	7		

F. Organigramme de la structure



LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

SIGLES

ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

FAO : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

BAD : Banque Africaine de Développement

IGN : Institut Géographique National

PADA-Bénin : Projet d'Appui à la Diversification Agricole

PANA-Bénin : Programme d'action National d'Adaptation aux Changement Climatique du Bénin

RESIMAO : Réseau des Système d'Information des Marchés en Afrique de l'Ouest

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

SARL : Société à Responsabilité Limité

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

NOTATION

b : largeur au fond

C : collecteur

CC : colatures de ceinture

CI : colatures internes

Dist : distance

DN : Diamètre Nominal

Ens : ensemble

FF : forfaitaire

H : hauteur

ha : hectare

Hgéo : hauteur géométrique

HMT : hauteur manométrique totale

i : pente

Int : intérieur

jl : perte de charge linéaire

L : largeur

ND : niveau dynamique

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

NS : niveau statique

Pdc : perte de charge

Prof_{canal} : profondeur canal

PU : Prix Unitaire

r : rabatement

R : revanche

Théo : théorique

TN : terrain naturel

U : unité

V : vitesse

y : profondeur

Z : côte

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	i
DEDICACES	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
AVANT-PROPOS	v
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	
SOMMAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTES DES FIGURES.....	viii
LISTES DES FORMULES	ix
FICHE TECHNIQUE	x
I. INTRODUCTION	12
II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF D'ETUDE	13
III. MATERIELS ET METHODES.....	14
IV. RESULTATS	30
V. ANALYSES ET DISCUSSION	49
VI. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	50
VII. CONCLUSION	51
VIII.BIBLIOGRAPHIE	52
X. LISTE DES ANNEXES.....	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Données climatiques	15
Tableau 2: Caractéristiques des forages	30
Tableau 3: Caractéristiques des cultures maraîchères.....	32
Tableau 4: Caractéristiques des cultures maraîchères.....	33
Tableau 5: Profondeur d'enracinement des cultures.....	33
Tableau 6: Besoin en eau des cultures maraîchères	33
Tableau 7: Déficit hydrique du riz pluvial	34
Tableau 8: Dimensions des tranchées de pose des conduites.....	39
Tableau 9:Dimensions du bassin de répartition (m) et côte de calage	40
Tableau 10: Caractéristique du réseau d'adduction	40
Tableau 11: HMT des pompes	41
Tableau 12: Caractéristiques des pompes	41
Tableau 13: HMT et Pdctcond	42
Tableau 14: Caractéristiques du groupe électrogène.....	45
Tableau 27: Coefficients a_n et b_n en fonction de la taille de l'échantillon	46
Tableau 28:Paramètres d'analyse de la loi de Gumbel	46
Tableau 29: Variation de la pluviométrie en fonction de la période de retour.....	46

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Localisation du village de Kouforpissiga (IGN-Bénin, Mars 2016)	14
Figure 2: Histogramme des pluies et courbe de l'évapotranspiration	16
Figure 3: Plan de masse.....	35
Figure 4: Ouvrage à une prise équipée de vannettes et d'une rehausse d'où sort l'eau.....	36
Figure 5 : Point de fonctionnement de SE1.....	43
Figure 6 : Point de fonctionnement de SE2.....	36
Figure 7 : Point d fonctionnement de SE6	43
Figure 8: Carte hydrographique de la commune de Matéri (IGN-Bénin).....	D
Figure 9: Carte pédologique de la commune de Matéri (IGN-Bénin)	E

LISTES DES FORMULES

Formule 1: Expression des besoins en eau	19
Formule 2: Formule de calcul du DFC.....	20
Formule 3: Formule de calcul du DMP.....	20
Formule 4: Expression théorique du quartier hydraulique.....	21
Formule 5: Expression de la RFU	21
Formule 6: Fréquence d'irrigation	21
Formule 7: Expression de la Dr.....	21
Formule 8: Calcul de la dose brute.....	22
Formule 9: Formule de calcul du débit d'équipement.....	22
Formule 10: Formule de calcul de la durée d'irrigation	22
Formule 11: Débit en tête du réseau.....	22
Formule 12: Calcul des diamètres des conduites	23
Formule 13: Détermination des pertes de charge linéaire.....	23
Formule 14: Formule des pertes de charge totale	23
Formule 15: Formule de Bresse	24
Formule 16: Formule de Bresse modifiée	24
Formule 17: Formule de Munier	24
Formule 18: L'expression de calcul de la HMT	25
Formule 19: Besoins journaliers d'électricité	25
Formule 20: La puissance de l'onduleur choisi (S).....	25
Formule 21: Capacité de batterie	25
Formule 22: Le nombre d'accumulateur en série	26
Formule 23: Le nombre d'accumulateur en parallèle.....	26
Formule 24: Estimation des débits pour les colatures de ceinture	26
Formule 25: Estimation des débits dans les drains internes.....	27
Formule 26: Pluie décennale	27
Formule 30: Formule de Manning Strickler.....	28
Formule 31: Expression du tirant d'eau.....	28
Formule 32: Taux de rentabilité de l'investissement.....	29
Formule 33: Durée de retour sur investissement.....	29
Formule 34: Calcul du diamètre du réservoir.....	44

FICHE TECHNIQUE

1-Localisation :	Département	Atakora	
	Commune	Matéri	
	Village	Kouforpissiga	
	Coordonnées	Latitude : 10° 42' 37" N Longitude : 00° 53' 41" W Altitude moyenne : 147 m	
2-Accès :	<ul style="list-style-type: none"> - Cotonou-Dassa : RNIE2 - Dassa-Tanguiéta-télé : RNIE3 - Télé-Matéri : route en terre praticable en toute saison : 27 km ; - Matéri-Kouforpissiga : piste praticable en toute saison : 11 km. 		
3-Ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> - 3 Forages prévus pour l'ensemble de l'aménagement - Existence d'un barrage (sur le cours d'eau temporaire, le Brouwanga) rompu donc non fonctionnel 	-	
4-Option	Option 1: aménagement de 10ha avec le semi-californien à partir des forages disponibles plus extension du périmètre à 25ha mais en essayant d'augmenter le débit (ajouter peut-être d'autres forages)	Option 2: Changer le type d'irrigation en essayant l'aspersion pour l'aménagement hydro-agricole de 40ha.	
5-Localisation du périmètre irrigué		En aval du barrage non fonctionnel de Kouforpissiga	
6-Stations de pompage	Nombre de stations de pompage	Une plus celle de l'expansion	
	Équipement d'exhaure	3 motopompes immergées	
	Source d'énergie	Solaire avec possibilité d'utilisation de groupe électrogène	
	Caractéristique du système solaire:	<ul style="list-style-type: none"> • SE1 :81 panneaux Pc= 42898Wh ; • SE2 : 81 Pc=42747 Wh ; • SE6 :48panneaux de Pc= 25253 Wh . Une batterie BTi de dimensions L x l x h = 353 x 175 x 190, de tension nominale de 12V et d'une capacité C100 de 100 Ah.	
7-Réseau d'irrigation	Conduites de refoulement	Des conduites en PVC PN10 de : DN63 ; 2* DN90 ; 2*DN125 et DN140 sur une longueur totale de 2213ml.	
	Conduites d'irrigation	Conduites PN6 en PVC de 250 totalisant une longueur de 2240m Conduites PVC évacuation PN6	

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

		DN 110, L = 2463ml pour l'irrigation de 10 ha	
	Nombre de prises parcelaires	80	
Assainissement		<ul style="list-style-type: none"> • Colatures de ceinture sur tout le périmètre de L*1*y = 1138m*1,3m*3m et de drains internes de L*1*y = 1280m*0,75*0,3m pour la partie de 10ha ; • Drains internes de 0,75*0,3m sur une longueur de 1428m et des drains de ceinture de L*1*y = 2386m*1,1m*2m pour tout le périmètre ; • Dalot à l'extrémité des pistes de désenclavement ; • 4 dalles de 1m*1m au niveau du collecteur1 pour permettre l'accès aux parcelles. 	
8-Coûts estimatifs des travaux (F CFA TTC)	Montant total des travaux	<ul style="list-style-type: none"> • 188 116 125 F CFA pour la partie de 15ha. • 177 552 382 F CFA pour l'aménagement de 10ha avec système photovoltaïque et groupe électrogène de secours 	
	Cout de l'hectare aménagé	<ul style="list-style-type: none"> • 7 524 645 F CFA pour l'aménagement de 15ha et de colatures de tout le périmètre • 17 755 238 F CFA pour l'aménagement de 10ha. 	

I. INTRODUCTION

Le Bénin est l'un des pays de l'UEMOA ayant une économie basée sur l'agriculture. En effet, selon le rapport de 2016 des Perspectives Economiques en Afrique (PEA 2016), l'agriculture occupe plus de 75% de la population active du Bénin. Une agriculture pratiquée essentiellement avec les eaux de surface, rencontre beaucoup de difficultés de nos jours avec le tarissement des cours d'eau dû aux changements climatiques. Ainsi, la ressource en eau souterraine devient une potentialité à observer à des fins agricoles. C'est dans ce sens que l'UEMOA finance le projet d'aménagement hydro-agricole de 40ha avec comme ressource en eau des forages à Kouforpissiga. Il est un village au Nord du Bénin dans la commune de Matéri, dans le département d'Atacora.

Le projet a pour objectif d'améliorer les conditions de vie des habitants de Kouforpissiga si possible d'une grande partie du Bénin par la commercialisation des produits de l'irrigation.

Notons qu'un aménagement n'est pas sans modification de la nature. En effet, dans l'optique de protéger l'environnement, des mesures d'atténuation sur les agressions environnementales à chaque phase de l'aménagement sont proposées. Aussi, le système solaire est utilisé comme source d'énergie pour l'alimentation des motopompes.

Vue l'étendu de l'aménagement, il y'aura une faible concentration des débris chimiques dans les eaux de drainage. C'est ainsi que les eaux de drainage seront directement rejetées dans le cours d'eau.

II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF D'ETUDE

A. Problématique

Les changements climatiques constituent une menace qui pèse sur le développement de l'Afrique notamment les pays de la sous-région comme le Bénin. Ce phénomène qui a des causes aussi naturelles qu'anthropiques impacte sérieusement les productions agricoles se traduisant par l'irrégularité des pluies, une diminution drastique des ressources en eaux, la dégradation des sols... Ces divers problèmes entraînent une mauvaise répartition des eaux notamment celles de surface. Ainsi comment contribuer à améliorer les productions agricoles dans un contexte de changement climatique? L'utilisation des eaux souterraines à des fins agricoles et la pratique d'un système d'irrigation efficient pour une utilisation rationnelle de la ressource en eau deviennent des alternatives à explorer.

B. Objectifs de l'étude

Le projet espère contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire. Ainsi, l'objectif global du projet est de contribuer de manière efficace à l'amélioration des conditions de vie des populations de Kouforpissiga à travers l'étude technique des aménagements pour la valorisation de la ressource en eau souterraine. Il s'agit aussi de créer des opportunités d'emplois.

Afin d'accroître les productions agricoles, les objectifs de l'étude sont les suivants :

- Concevoir un système d'irrigation efficient ;
- Proposer un bon système de gestion de l'exploitation,
- Faire une étude environnementale.

III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Généralité de la zone d'étude

1. Situation géographique

Le site d'étude est situé dans le village de Kouforpissiga, dans la commune de Matéri. Le village est limité au Nord par le village de Gouandé-centre, au Sud par l'arrondissement de Gablye, à l'Est par le village de Fékérou et à l'Ouest par le village de Tcharikonga. Située au Nord-Ouest de la République du Bénin, la commune de Matéri est dans le département d'Atacora.

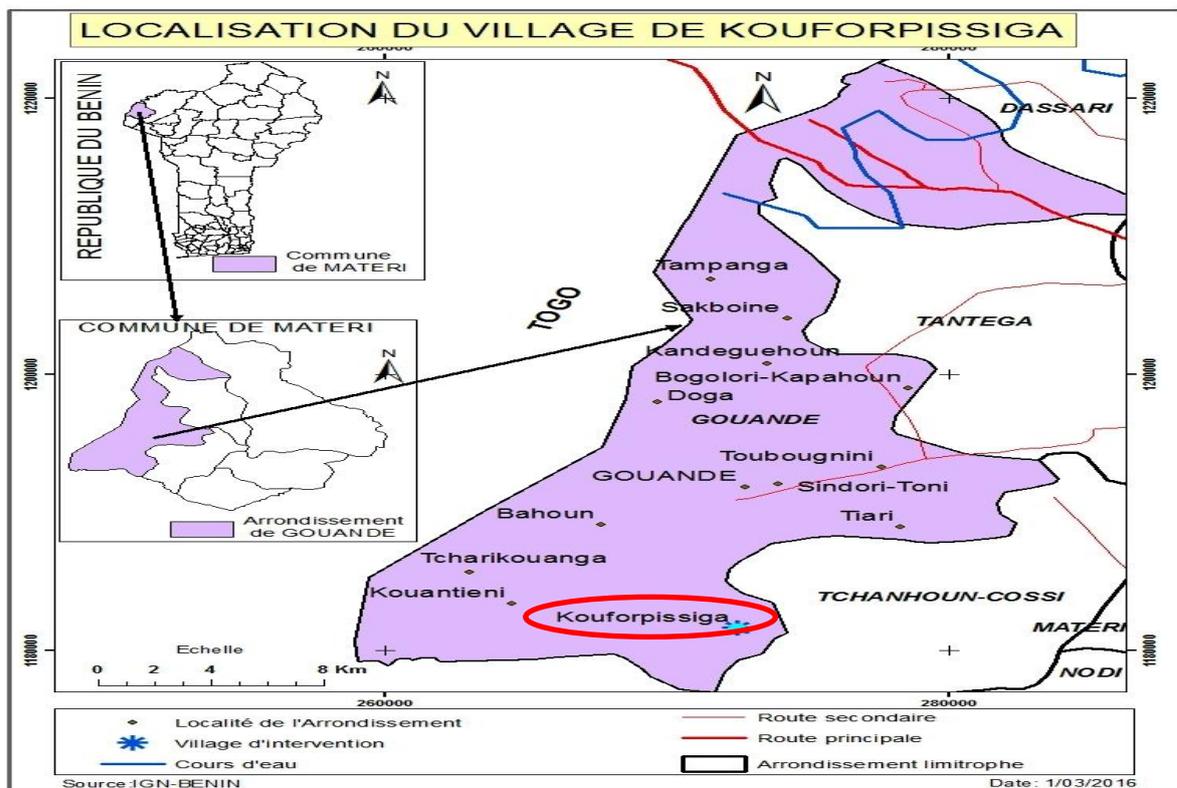


Figure 1: Localisation du village de Kouforpissiga (IGN-Bénin, Mars 2016)

Notons que le site est situé à l'aval du barrage de Kouforpissiga sur la rive droite du cours d'eau Brouwanga.

2. Population

L'effectif de la population du village de Kouforpissiga est estimé à 2 533 habitants en 2002 (résultats du troisième RGPH).

En 2013, cet effectif a évolué à 4 055 habitants avec le quatrième RGPH soit un taux de croissance annuel de 2,54 % entre 2002 et 2013.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Les projections démographiques portent cet effectif à 5 496 habitants en 2020, 6 829 habitants en 2025 et à 10 545 habitants en 2035.

Par ailleurs, les groupes sociolinguistiques dominants sont constitués des Berba, des Gourmanché et des Peulh. La principale religion est le christianisme suivi de l'Islam et les religions traditionnelles.

3. Climat

Selon le schéma directeur de l'aménagement, Kouforpissiga est situé dans la zone climatique de type soudano-guinéen sec. Le climat est caractérisé par deux saisons à savoir une saison sèche et une saison pluvieuse.

Comme le village où se situe le site ne possède pas de station, les données météorologiques ont été recueillies à partir de la station de Tanguéta la ville la plus proche de Kouforpissiga. Une série de données de 1937 à 2012 concernant la pluviométrie, l'insolation, l'humidité relative, l'évaporation BAC A, l'ETP a été recueillie. Il se doit de se mettre dans les conditions les plus défavorables pour le dimensionnement. De ce fait, les éléments caractéristiques du climat de l'année sèche à savoir **1990** sont considérés et consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Données climatiques

Mois	T° moy	Pluies	ETP
Janvier	27,4	0,0	3,4
Février	28,4	0,0	3,5
Mars	29,0	0,0	4,3
Avril	30,3	32,3	5,0
Mai	28,3	74,8	4,6
Juin	27,4	54,1	4,1
Juillet	25,1	206,4	3,4
Août	25,7	212,0	3,8
Septembre	26,1	125,2	3,5
Octobre	27,2	38,0	3,9
Novembre	28,3	0,0	3,7
Décembre	27,4	1,3	4,0

Source : ASECNA Bénin

Les données sur le tableau ci-dessus permettent d'avoir la figure suivante.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

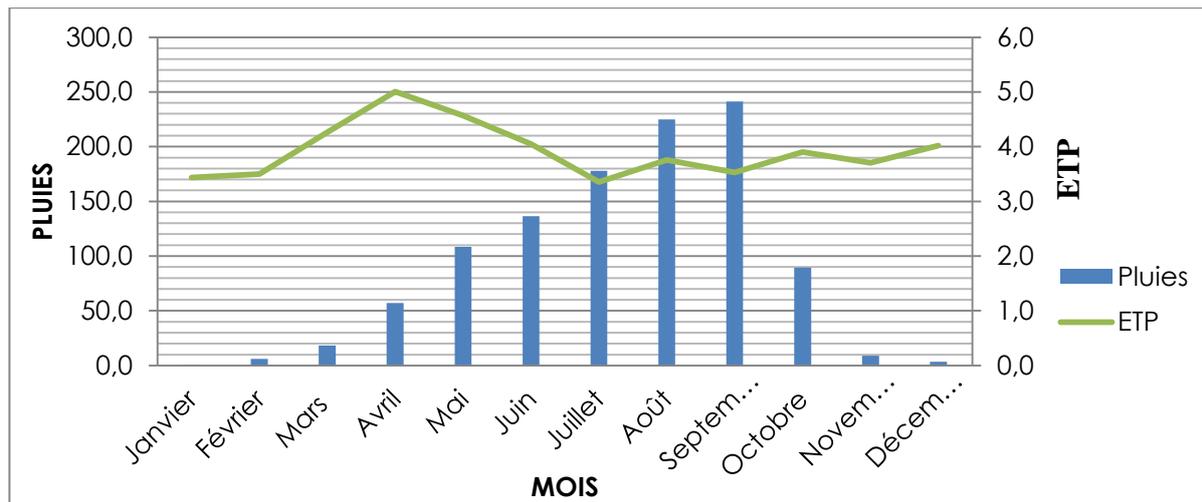


Figure 2: Histogramme des pluies et courbe de l'évapotranspiration

La période humide s'étend de Mai à Octobre. Elle est celle où la pluviométrie est supérieure à ETP et à des températures moyennes annuelles relativement faibles.

Pendant la période humide les besoins en eau de la plante sont entièrement satisfaits. Le sol contient ses réserves et l'excédent hydrique est évacué par ruissellement.

Le constat est qu'il existe une période caractérisée par la faible pluviométrie et une forte chaleur dont la température moyenne annuelle oscille entre 26,9°C à 30,1°C. Cette période s'étend de Novembre à Avril. Un apport d'eau (par irrigation) aux plantes cultivées dans cette période est donc nécessaire.

4. Hydrographie

La commune de Matéri est arrosée par beaucoup de cours d'eau. En dehors de la rivière Pendjari et de ses affluents. Matéri compte environ 21 rivières dont 06 à Dassari, 04 dans chacun des arrondissements de Tchanhoun-Cossi, de Gouandé et de Nodi et 01 à Tantéga. Malheureusement, la plupart de ces cours d'eau sont temporaires dû entre autre, du déboisement prononcé de leurs berges. Cependant, à certains endroits où les berges gardent le couvert boisé, des poches d'eau existent de sorte qu'en saison pluvieuse, le débordement de certains favorise la riziculture.

La rivière Pendjari est le seul cours d'eau formant une boucle Sud-Est et Nord-Ouest. Elle rejoint un affluent de la Volta à l'Ouest de la commune dans les régions de Tampaga pour former Oti au Togo avant de se jeter dans la volta elle-même au Ghana. La carte hydrographique est en annexe 4.

5. Relief et sol

Les données sur l'IGN décrivent le relief à Kouforpissiga peu accidenté. On y rencontre des sols hydromorphes à matériaux alluviaux finement sableux et inondables en saisons pluvieuses. Poussiéreux en saison sèche, ils subissent une très forte érosion éolienne. Ce sont des sols favorables à la culture du riz, du sorgho, du petit mil, du fonio, de l'igname, du niébé, du coton, et des cultures maraichères.

6. Socio-économie

L'agriculture demeure la principale activité à Kouforpissiga et contribue à plus de **75%** aux revenus des paysans (**Ministère de l'agriculture d. l., 2016**). La production est diversifiée et les principales cultures par ordre d'importance concernent le sorgho, le maïs, le riz, le coton, les cultures maraichères (tomate). A cela s'ajoute la pêche qui se pratique en saison sèche (janvier-février) par les femmes et en saison pluvieuse par les hommes.

Notons que sur le site, la principale spéculation est le riz.

7. Accessibilité des terres

Après discussion auprès des autorités du village, la collectivité de Kouforpissiga détient le droit foncier et octroient la terre aux membres et parfois aux étrangers résidants dans le village selon les besoins exprimés par ces derniers. Le mode d'acquisition des terres à Kouforpissiga est de trois ordres à savoir : l'héritage, le don et l'emprunt ; l'achat est formellement interdit.

Il est important de souligner que les femmes n'ont pas le droit à l'héritage, mais elles peuvent utiliser la terre de leur conjoint.

B. Matériels

- Des appareils topographiques, géophysiques... et le personnel nécessaires pour la collecte des données ;
- Des logiciels de Conception Assistée à l'ordinateur comme AutoCAD, COVADIS ;
- Des logiciels de saisie comme Word pour la rédaction du document ;
- Des programmes comme Excel pour les calculs.

C. Méthodologie

Pour l'atteinte des objectifs fixés, il est primordial d'adopter une méthodologie appropriée. La méthodologie adoptée Pour cette étude se présente en quatre (4) étapes essentiellement qui

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

sont : la recherche documentaire, la collecte des données, le traitement et exploitation des données pour la conception de l'aménagement, le dimensionnement des ouvrages et la rédaction du rapport.

1. Visite du site

Les visites du site sont organisées pour la reconnaissance du site et recueillir des données sur les aspects physiques, les éventuelles informations sur les habitudes culturelles, le nombre des exploitants déjà existants, les infrastructures existantes, les attentes des populations.

2. Revue bibliographique

Elle porte sur :

- Les caractéristiques et les ressources (physique, géophysique, social, potentialités) de la zone d'étude ;
- L'occupation des sols ;
- L'aménagement des zones inondables ;
- Les politiques en matière d'aménagement hydro-agricoles en vigueur au Bénin.

3. Collecte des données

Les données nécessaires à l'étude sont :

- Des données pluviométriques ;
- Des données sur les forages ;
- Des données topographiques ;
- Les plans topographiques vont servir de support à la conception des aménagements;
- Des données sur des traces d'événements hydrologiques marquants ;
- Des données sur l'occupation des sols ;
- Des données sur les aménagements existants ;
- Des données socio-économiques.

Cette collecte se fera en collaboration avec des consultants à travers des missions de terrain ou des résultats des travaux déjà effectués.

4. Traitement, analyse et exploitation des données

Les données collectées seront exploitées dans les domaines suivants :

- Evaluation de l'importance de la vallée dans la vie socio-économique ;
- Evaluation de la capacité organisationnelle des populations bénéficiaires ;
- Estimation des débits ;

- Choix du type d'aménagement ;
- Prise en compte des aspects environnementaux ;
- Conception et dimensionnement des équipements pour l'irrigation ;
- Dimensionnement des équipements de la source d'énergie ;
- Etude de rentabilité ;
- Mode de gestion et entretien de l'aménagement.

4.1. Méthodologie sur le choix des cultures

Le choix des cultures se fait en fonction de plusieurs paramètres à savoir :

- Chaque culture a son type de sol sur lequel elle se développe bien. C'est dans ce sens que le type de spéculation varie en fonction des caractéristiques pédologiques. Les sols rencontrés doivent ainsi être aptes aux cultures choisies.
- Selon les valeurs socio-économiques : les cultures choisies doivent être des cultures bien consommées par la population et à valeur ajoutée élevée.
- En tenant compte des enquêtes précédentes : les études d'enquête précédentes sont aussi des bases de choix du type de spéculation.

4.2. Méthodologie sur le choix du système d'irrigation

Le système d'irrigation est choisi en fonction des habitudes culturelles de la zone, les types de cultures choisies, les caractéristiques des sols du site.

4.3. Méthodologie sur le dimensionnement du système d'irrigation

4.3.1. Dimensionnement initial

Le système d'irrigation doit permettre de satisfaire les besoins en eau de la plante la plus exigeante. De ce fait, pour un dimensionnement adéquat du système, il faut :

4.3.1.1. Détermination des besoins en eau de la plante

$$BB(mm) = BN * E_g$$

Formule 1: Expression des besoins en eau

Avec $BN(mm/j) = ETM(mm/j) - P_e(mm/j)$ les besoins Nets et E_g l'efficacité globale.

$ETM(mm/j) = K_C * ET_0$ est l'évapotranspiration maximale

K_C le coefficient cultural équivalent

$ET_0 (mm/j)$ L'évapotranspiration de référence

$P_e (mm/jr)$ la pluie efficace

4.3.1.2. Paramètres d'irrigation

➤ **Débit fictif continu DFC**

C'est le débit nécessaire pour satisfaire les besoins d'une manière continue en supposant que le réseau fonctionne tous les jours 24 heures sur 24.

$$DFC(l/s/ha) = (BB(mm/mois) * 10000)/(N_j * 24 * 3600)$$

Formule 2: Formule de calcul du DFC

Avec N_j la durée de la période qui est mensuelle. Nous prendrons $N_j = 30$ jours.

➤ **Durée d'irrigation N_h**

Elle est un facteur influençant le calcul des caractéristiques des conduites et celle de la motopompe. Elle correspond au nombre d'heures durant la journée pendant lesquelles s'effectue l'irrigation. Cette irrigation peut s'effectuer pendant le jour comme pendant la nuit. Le temps de travail est fixé en tenant compte de la période de pointe et en tenant compte des habitudes des populations n'ayant pas l'habitude culturelles des bénéficiaires.

➤ **Débit maximum de pointe DMP**

Le débit réel de pointe est le débit correspondant au mois de point, ajusté au temps réel de mise en service du réseau de distribution, pour la durée d'irrigation retenue pendant la journée. Le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation en tenant compte des besoins de pointe, de la dose d'irrigation et de la durée d'irrigation.

$$DMP(l/s/ha) = (BB(mm/jr) * 10000)/(\alpha * N_h * 3600)$$

Formule 3: Formule de calcul du DMP

Avec α le nombre de jours d'irrigation de la période et N_h le nombre d'heures de travail par jour.

➤ **Choix de la main d'eau M**

Elle correspond au débit d'arrosage que peut maîtriser l'exploitant (un irrigant) sans être débordé, elle dépend d'une part sur l'expérience de l'irrigant et d'autres du type de sols rencontrés sur le site.

➤ **Quartier hydraulique W**

C'est la surface de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau. Le quartier hydraulique est souvent alimenté par un même canal ou une même maille hydraulique autour desquels s'organise un tour d'eau entre les différents irrigants. Il est déterminé par l'expression suivante :

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

Formule 4: Expression théorique du quartier hydraulique

M(l/s) : la main d'eau et DMP(l/s/ha) le débit maximal de pointe.

➤ **Détermination de la réserve utile RU**

La RU est la quantité d'eau disponible dans le sol que la culture peut utiliser pour sa maturation. Elle est une fonction de l'humidité au point de flétrissement et de l'humidité à la capacité au champ.

La RU est obtenu à partir des études du sol. Pour ce présent projet, elle sera choisie en fonction des études précédentes en tenant compte des types d sols rencontrés.

➤ **Calcul de la réserve facilement utilisable RFU ou dose pratique DP**

La RFU est la hauteur d'eau nécessaire pour compenser l'eau perdue par évapotranspiration en puisant dans le sol. Elle est déterminée par l'expression

$$RFU(m) = p * RU(mm/m) * Zr(m)$$

Formule 5: Expression de la RFU

Avec : $p(ETM; groupe)$ le facteur de tarissement fonction de l'évapotranspiration et du groupe de la plante

Zr la profondeur d'enracinement maximale de la plante

➤ **Fréquence**

La fréquence F est le temps que met la plante pour épuiser l'humidité du sol. Elle s'exprime de la manière suivante :

$$F(j) = \frac{RFU(mm)}{BMP(mm/j)}$$

Formule 6: Fréquence d'irrigation

Avec $BMP(mm/j)$ les besoins maximum de pointe.

➤ **Le tour d'eau T(j)**

Est la fréquence d'arrosage réellement adopté sur le périmètre. Il est une valeur toujours fixée inférieur ou égal à la fréquence en fonction de la formule $T(j) \leq F(j)$.

Dans le but de satisfaire les besoins en eau de chaque culture et à chaque période, le tour d'eau de chaque culture en chaque période sera déterminé.

➤ **La dose réelle (Dr)**

La dose réelle, déterminée par la formule

$$D_r(mm) = T(j) * BMP(mm/j)$$

Formule 7: Expression de la Dr

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Elle est la quantité d'eau journalière que la culture a réellement besoin pour satisfaire son besoin en eau. Elle est le produit des besoins maximums de pointe et le tour d'eau

➤ La dose brute (D_b)

C'est la dose apportée à la plante en fonction de l'efficacité d'application (E_a) et est déterminée de la façon suivante

$$D_b(mm) = D_r(mm) * E_a$$

Formule 8: Calcul de la dose brute

E_a est l'efficacité d'application est le rapport entre l'eau disponible pour les cultures et l'eau reçue à l'entrée de la parcelle. Elle varie en fonction du climat.

➤ Le débit d'équipement (q_e)

C'est une grandeur commode pour comparer le système et évaluer les quantités d'eau requises par une certaine surface. Elle est un facteur de base pour le dimensionnement des équipements. Sa formule est la suivante :

$$q_e = \frac{D_b(mm)}{T(j) * T_s(h/j) * 0,36}$$

Formule 9: Formule de calcul du débit d'équipement

Avec $D_b(mm)$: Dose brute

$T(j)$: Tour d'eau

$T_s(h/j)$: Temps de travail par jour

En irrigation semi-californien, le temps de travail ($T_s(h/j) * N_s$) peut atteindre 12h/j.

➤ Temps d'irrigation par poste T_s

C'est le nombre d'heures maximales pour irriguer une parcelle. Elle est déterminée par l'expression suivante :

$$T_a(h) = 3600 * \left(\frac{D_b(mm) * 10000 * S(ha)}{M(l/s)} \right)$$

Formule 10: Formule de calcul de la durée d'irrigation

$S(ha)$ la superficie à irriguer à l'hectare.

➤ Débit totale en tête de réseau

$$Q_{tot}(l/s/ha) = A(ha) * Q_e(l/s/ha)$$

Formule 11: Débit en tête du réseau

4.3.2. Dimensionnement final

4.3.2.1. Dimensionnement des conduites d'irrigation

Les conduites en PVC sont dimensionnées avec la formule de continuité suivante :

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

Formule 12: Calcul des diamètres des conduites

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

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

Formule 13: Détermination des pertes de charge linéaire

Avec :

D : Le diamètre intérieur calculé en m

K_s: Le coefficient de rugosité.

Q : Le débit

Les pertes de charges totales (**Pdc_T**):

$$Pdc_T(MCE) = Pdc_L(m) + Pdc_s(m) = Pdc_L(m) + 10\%Pdc_L(m) = 1,1 * Pdc_L(m)$$

Formule 14: Formule des pertes de charge totale

Pdc_T : Pertes de charges totales

Pdc_L : Pertes de charges linéaires

L'irrigation est organisée de sorte à irriguer parcelle par parcelle à un débit égal à la main d'eau choisie. Ainsi on aura un débit dans les conduites $Q = m * N$.

Avec **m** : la main d'eau et **N** le nombre de parcelles irriguées simultanément.

4.3.2.2. Dimensionnement du bassin partiteur

❖ Critères de dimensionnement

Le calage du bassin se fait de sorte à satisfaire la charge **Hbs** requise de l'ouvrage de prise le plus défavorisé.

$$Hbs = \text{Max}(ZTN, Hpr1+pd_c; Hpr2+pd_c...)$$

Avec **Hbs** : charge hydraulique au bassin de répartition

ZTN : cote terrain naturel à l'emplacement du bassin de répartition

Hpr : charges hydrauliques requises des ouvrages de prises

Pdc : pertes de charge dans les conduites

Le dimensionnement se fait suivant la formule du débit

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

Avec **Q** le débit transité par le déversoir

m le coefficient de débit

$L(m) = 3,5 * h_c(m)$: Longueur du déversoir

$h(m) = \frac{3}{2} h_c(m)$: Hauteur de la lame d'eau déversante

❖ Dimensionnement et caractéristique du bassin partiteur

Le dimensionnement se fait en fonction du débit arrivant et des débits sortants et le calage se fait de sorte à satisfaire la charge **H_{bs}** requise de l'ouvrage de prise le plus défavorisé. Le dimensionnement doit se faire de telle sorte à déterminer le diamètre de sortie D_s , la revanche r , la hauteur h , le diamètre d'entrée D_e , la hauteur critique h_c ,

- La hauteur du seuil $Z(m) = D_e(m) + 0,25$;
- La longueur déversante $Ld(m) = \frac{Q(m^3/s)}{m * \sqrt{2 * g * h(m)^{3/2}}}$;
- La longueur des bassins $Lb(m) = 5 * h(m)$,
- Les largeurs des bassins $lb(m) = D_s(m) + 0,4$
- L'épaisseur du déversoire $e(m) = 3,5 * h_c(m)$,
- La longueur de l'ouvrage $L(m) = 2 * Lb(m) + ld(m) + 2 * h_c(m)$
- La largeur de l'ouvrage $l(m) = 2 * lb + 4 * h_c(m)$,
- La hauteur du bassin $H(m) = Z(m) + h(m) + r(m)$
- La côte du déversoir $C_d(m) = C_r(m) + Z(m)$
- La côte crête de l'ouvrage $C_c(m) = C_r(m) + H(m)$

4.4. Méthodologie de dimensionnement de la station de pompage

❖ Réseau d'adduction

Le dimensionnement du réseau de refoulement se fera à partir des expressions ci-dessous citées.

$$D_{th} = 1,5 * \sqrt{Q(m^3/s)}$$

Formule 15: Formule de Bresse

$$D_{th} = 0,8 * \sqrt[3]{Q(m^3/s)}$$

Formule 16: Formule de Bresse modifiée

$$D_{th} = (1 + 0,02T_p) * \sqrt{Q(m^3/s)}$$

Formule 17: Formule de Munier

Avec $Q(m^3/s)$ le débit de pompage et T_p le temps de pompage.

Les diamètres économiques qui vérifient à la condition de Flamand seront retenus pour le réseau.

❖ Réseau de refoulement

Le réseau est dimensionné suivant la même logique que les conduites d'irrigation.

❖ Dimensionnement des pompes

✓ Détermination de la HMT et choix du type de pompe

Les pompes sont dimensionnées en fonction du débit de pompage et de la HMT. Le pompage se fait à partir de forages donc les pertes de charge à l'aspiration peuvent être négligées.

L'expression de la HMT devient alors :

$$HMT = H_{géo} + J_{réfoulement}$$

Formule 18: L'expression de calcul de la HMT

$H_{géo}$ la hauteur géométrique, HMT la hauteur manométrique totale et $J_{réfoulement}$ les pertes de charges au refoulement.

La hauteur géométrique est la somme de la hauteur à l'aspiration et celle du réservoir. La hauteur à l'aspiration est prise égale au niveau dynamique du forage plus la différence de côte entre le forage et le réservoir.

✓ Point de fonctionnement des pompes

Le point de fonctionnement est le point d'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et celle de la conduite d'adduction.

La courbe caractéristique de la pompe est tracée en fonction du débit de pompage et est fournie par le fabricant. Or celle de la conduite dépend de la HMT à différents débits de pompage. A chaque niveau de pompage, la HMT est calculée et les résultats permettent de représenter la courbe caractéristique de la conduite. Le point d'intersection de ces deux courbes représente la performance maximale de la pompe choisie.

4.5. Dimensionnement de la source d'énergie

Dans le présent projet, l'énergie utilisée est le solaire. Pour dimensionner le dispositif pour l'équipement du système photovoltaïque, il faut un certain nombre de paramètres à savoir :

$$E_j (Wh) = \frac{CH(kg.s.h/m^2) \times HMT(m) \times Q(m^3/j)}{\eta}$$

Formule 19: Besoins journaliers d'électricité

$$S = \frac{P_{pompes}}{\cos\varphi}$$

Formule 20: La puissance de l'onduleur choisi (S)

$$C_{bat\ min} = \frac{E_j \times J_{raut}}{V_{bat} \times R_{bat} \times DM}$$

Formule 21: Capacité de batterie

$$N_{as} = \frac{V_{bat}}{V_{acc}}$$

Formule 22: Le nombre d'accumulateur en série

$$N_{ap} = \frac{C_{bat\ min}}{C_{acc}}$$

Formule 23: Le nombre d'accumulateur en parallèle

Pour que le système photovoltaïque puisse fonctionner même les mois les moins ensoleillé, l'ensoleillement moyen journalier du mois le moins ensoleillé sera utilisé pour le calcul de la puissance du champ photovoltaïque.

En fin le nombre de modules en série et en parallèle est déterminé.

4.6. Méthodologie de dimensionnement du réseau de drainage

4.6.1. Estimation du débit

4.6.1.1. Colatures de ceinture

- Les colatures seront sectionnées en tronçons de 100ml minimum pour faciliter le dimensionnement ;
- Les pentes dans les colatures doivent être de telle sorte à éviter les vitesses érodables et le dépôt des matériaux solides.
- Les colatures de ceintures seront en perrés maçonnés. Ainsi, la vitesse admissible dans les colatures doit être $1,5 \leq V \leq 2,5 \text{ m/s}$ (M.OURAHOU, Mars 2003) ;
- Les colatures de ceinture sont dimensionnées selon la formule de Manning-Strickler ;

$$q(m^3/s) = \frac{C(\%) * P_{10}(mm) * (100 * l)(m^2) * 10^{-3}}{t(heures) * 3600(s)}$$

Formule 24: Estimation des débits pour les colatures de ceinture

- Avec **q** : le débit à évacuer dans un bief ;
- **C** : coefficient de ruissellement **C = 30%** dans les zones rurales
- Le fruit de berge **m** pour un canal trapézoïdale est pris égal à 2, et **Ks = 60** car les colatures seront en perrés maçonnés;
- **b** : La longueur du bief ;
- **l** : La largeur du bassin versant dont les apports de ruissellements alimentent le bief ;
- **P₁₀** : La pluie décennale maximale journalière de 24 heures.
- **t** : la durée d'évacuation du débit décennal pris à 72 heures ;

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Pour les biefs situés en aval des autres biefs sur la colature de ceinture, en plus du débit qui arrive du bassin versant, nous ajouterons à ce débit la somme des débits des biefs situés à son amont.

4.6.1.2. Drains internes

Ils sont dimensionnés sur la base de :

- débit décennale qui est fonction de la pluie décennale maximale journalière sous la formule suivante : $Q_{10}(l/s/ha) = \frac{P_{10}(mm)}{t(h)*0,36}$

Formule 25: Estimation des débits dans les drains internes

- $t = 72h$: le temps d'évacuation des eaux de pluies
- Pour la sécurité, on considère que tout ce qui tombe ruissèle. A cet effet, l'infiltration et l'évaporation seront négligés (COMPAORE, 1998) ;
- La pente des drains est choisie à éviter les vitesses érodables et le dépôt des débris solides.

4.6.2. Méthodologie de détermination de la pluie décennale

❖ Détermination de pluie décennale

Une série de valeurs des pluies journalières maximales a été recueillie entre 1937 et 2008 avec en totalité 72 valeurs pour la détermination des pluies décennales. La série présente des valeurs extrêmes de la pluviométrie. C'est dans ce sens que la méthode d'analyse par la loi de Gumbel est utilisée pour l'estimation des pluies décennales humides. L'utilisation de cette loi nécessite la détermination des paramètres suivants :

- La moyenne \bar{X} ;
- L'écart-type σ ;
- La variance s
- Le paramètre de position $X_0 = \bar{X} - \alpha_n \sigma$

Les paramètres $a = \bar{X} + b * \gamma$ et $b = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * \sigma$ sont de la droite de régression du diagramme de Gumbel. La pluviométrie décennale est déterminée par l'expression

$$P = b * U + a$$

Formule 26: Pluie décennale

Avec, $U = -\ln(-\ln(F(x)))$ la variable centrée réduite et $F = 1 - \frac{1}{T}$ la fréquence de non dépassement à $T = 10ans$.

❖ Vérification de l'analyse

L'exactitude de l'analyse fréquentielle est vérifiée par la méthode des moments avec le logiciel Hyfran.

4.6.3. Dimensionnement des sections des drains

Les sections des drains seront supposées trapézoïdales et seront calculées par la formule de la section hydrauliquement favorable. La formule se présente comme suit :

$$Q(m^3/s) = K_s \times S(m^2) \times R_h(m)^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Formule 27: Formule de Manning Strickler

Avec Q : le débit (m^3/s)

K_s : le coefficient de rugosité de Strickler pris égal à 30 pour les canaux non revêtus

$R_H = \frac{S}{P}$: Le rayon hydraulique (m)

$S = y * (b + m * y)$: La section mouillée (m^2)

i : la pente du canal.

De cette formule sont obtenues les caractéristiques de la colature qui sont :

✚ La largeur en gueule L

$$L = b + (2 * m * H)$$

Avec : H la hauteur du canal (revanche R additionnée au tirant d'eau y)

✚ Le tirant d'eau y

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

Formule 28: Expression du tirant d'eau

✚ La largeur au plafond b

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

- Les dimensions ainsi obtenues doivent vérifier la condition des canaux stipulant que la vitesse V doit être comprise entre $1,5 \leq V \leq 2,5 m/s$ pour les canaux revêtus et $0,6 \leq V \leq 1 m/s$ pour les canaux non revêtus (M.OURAHOU, mars 2003)

4.7. Méthodologie sur la gestion du périmètre

➤ Ouvrages de vidange

Ce sont des ouvrages qui permettent une vidange aisée du réseau en cas de réparation ou de maintenance.

➤ Réseau de circulation

Le réseau de circulation est composé des pistes et des ouvrages de franchissement. Leur présence est nécessaire afin d'assurer le trafic à l'intérieur du périmètre.

➤ **Entretien et gestion du périmètre**

Cette étape consiste à proposer des bonnes pratiques et normes pour la gestion durable du périmètre.

➤ **Etude d'impact environnemental**

Cette étude consiste à recenser les impacts négatifs et positifs que suscitera l'implantation du périmètre et de proposer des mesures d'atténuation pour les impacts négatifs et des mesures d'accompagnement de bénéficiaires.

➤ **Estimation du coût de l'aménagement**

Le coût de l'aménagement regroupe les frais de dossier de mise en œuvre, les frais de terrassement, les frais d'achat des équipements et leur mise en œuvre, l'exécution des différents ouvrages. Ces coûts sont estimés selon un devis estimatif détaillé.

4.8. Etude de rentabilité

L'étude de rentabilité permet de juger sur la valeur ajoutée du projet. Elle se fait de la façon suivante : un compte d'exploitation obtenu par la vente des spéculations sur lequel sont soustraites toutes les charges relatives à l'entretien du site.

La rentabilité de l'investissement (R_{inv}) est calculée avec la suivante :

$$R_{inv} = \frac{\text{Production} - \text{charges}}{(cia/d)} * 100$$

Formule 29: Taux de rentabilité de l'investissement

La durée de retour sur investissement (DRI) se détermine par l'expression

$$DRI = \frac{cia}{\text{production} - \text{charges}}$$

Formule 30: Durée de retour sur investissement

Avec **cia** : la valeur du capital d'investi dans l'aménagement

d : la durée en année de récupération supposée.

IV. RESULTATS

A. Résultats de la collecte des données de base pour un dimensionnement

1. Données topographiques

Les études topographiques ont porté sur des levés d'état des lieux sur une polygonale de 17 bornes topographiques. Les levés ont été réalisés dans le respect des limites prévues et en liaison avec la superficie attendue dans les termes de référence à raison de 40 ha. Le report des données a rendu possible le plan de masse à l'échelle 1/1000 faisant ressortir les courbes de niveau (équidistantes de 10 cm et variant de 145,80 m à 149,25 m soit une élévation relative de 3,45m) et les éléments caractéristiques du site comme :

- Les ouvrages et aménagements déjà existants ;
- Les singularités du terrain telles que le lit du cours d'eau, les sentiers, les arbres, les vergers, les plans d'eau, etc.

Les terres disponibles dans les limites indiquées couvrent une superficie d'environ 40,5 ha sur une superficie brute de 65,2 ha. La zone à aménager a une forme d'un losange d'environ 750m de côte avec une pente longitudinale de 4‰ et une pente transversale moyenne de 1,4‰.

2. Données sur la ressource en eau

La source d'alimentation en eau pour l'aménagement du site est la ressource en eau souterraine comme préciser dans les termes de références du projet. Ainsi, quatre (04) forages dont SE1, SE2, SE3 et SE6 ont été effectués pour essayer de répondre à la demande en eau requise. Cependant, SE3 s'est révélé négatif. Les seuls forages profitables sont SE1, SE2 et SE6 dont les caractéristiques sont dans le tableau suivant.

Tableau 2: Caractéristiques des forages

Sites	Coordonnées GPS		Côtes	Q (m ³ /h)	NS (m)	ND (m)	Rabattement (m)
SE1	N10°43'55,6"	E00°53'03,2"	166,63	13	12,66	33,08	20,42
SE2	N10°43'57,2"	E00°53'05,2"	168,08	12	12,99	36,21	23,22
SE6	N10°43'41,5"	E00°53'41,5"	166,54	6	5,99	27,92	21,93

Source : Rapport hydrogéologie Avril 2016

Ce sont les débits respectifs de 13m³/h, 12m³/h et 6m³/h totalisent un débit de 31m³/h qui sont dédiés pour l'irrigation du périmètre.

3. Données pédologiques et types de cultures adaptées

Comme illustrer dans la carte pédologique en annexe 4 cartes et figures, on y rencontre des sols hydromorphes à matériaux alluviaux finement sableux et inondables en saisons pluvieuses. Poussiéreux en saison sèche, ils subissent une très forte érosion éolienne. Ce sont

des sols favorables à la culture du riz, du sorgho, du petit mil, du fonio, de l'igname, du niébé, du coton, et des cultures maraichères.

4. Choix et caractéristiques des cultures

4.1. Choix des cultures

Le choix des cultures se fait en fonction de plusieurs paramètres à savoir :

- Selon le rapport pédologique de la zone les sols rencontrés sur le site sont des sols sablo-limoneux, des sols hydromorphes et des sols lessivé indurés. Les sols sablo-limoneux sont aptes aux cultures comme le maïs, le sorgho, le mil, le riz, le niébé, le voandzou, l'arachide, l'igname, le coton, le soja, le sésame, le sorgho, le fonio, les cultures maraichères et le petit mil. Les sols hydromorphes sont des sols utilisés pour cultiver le riz, le sorgho, le petit mil, le fonio, l'igname, le niébé, le coton, les cultures maraichères.
- Selon le rapport socio-économique, la principale spéculation est le riz en saison pluvieuse et quelques fois le sorgho, le maïs, le coton. En ce qui concerne les cultures maraichères, la tomate est la plus cultivée.
- En tenant compte des études précédentes du PANA-Bénin en 2003, de FAO (Avril 2015) et des habitudes culturelles de la zone, les cultures maraichères les plus pratiquées sont la tomate, le piment, l'oignon et le chou.
- En considérant les conditions climatiques de la région, ces spéculations sont adaptées au climat de la région à savoir le climat de type soudano-guinéen sec. Faisant face à tout un village caractérisé par une diversité de besoin de culture et de spéculation, plusieurs cultures sont choisies. En culture de contre saison la tomate, le piment, le chou et aussi l'oignon sont proposés.

4.2. Caractéristique des cultures

Les données des caractéristiques des cultures choisies sont issues du <<Plan Régional de Développement de la filière culture maraichère>> et des fiche technique de chaque culture.

➤ **La tomate**

La variété la plus cultivée au Bénin est la variété paysanne mais pour le présent projet, la variété proposée est le rossol une variété améliorée aussi cultivée au Bénin. Il faut 300g de semences pour repiquer 1ha. Pour la fertilisation à l'hectare, il faut 400kg de NPK, 200kg d'urée. Il faut 4L de lambda super dans la lutte contre les prédateurs pour un hectare de terre. Le rendement est de 25 à 40t/ha.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

➤ **L'oignon**

La variété mise en valeur est le violet de galmi repiqué à 2kg de semence à l'hectare pour une production de 20 à 3t/ha.

La lutte contre les insectes ravageurs se fait avec le lambda super dosé à 2,5L pour le traitement d'un hectare. Il faut 400kg de NPK et 100kg d'urée dans la fertilisation de 1ha.

➤ **Le piment**

Les variétés utilisées sont des variétés locales dont le repiquage à l'hectare nécessite 300g avec un rendement de 7t/ha. La fertilisation se fait avec 400kg de NPK et 50kg d'urée.

4L de lambda super sont utilisés pour le traitement contre les prédateurs à l'hectare.

➤ **Le chou**

La variété de chou choisi pour le présent projet est l'oxylus car cette variété résiste mieux à la conservation et donne des pommes plus pesantes. Le repiquage à l'hectare demande 200g de semences pour un rendement de 30t/ha.

La fertilisation à l'hectare se fait avec 300kg de NPK et 100kg d'urée ; et le traitement des insectes se fait avec du lambda super à la dose de 1L/ha pour trois traitements durant le développement de la culture.

➤ **Le riz**

L'étude socio-économique stipule que les exploitants révèlent à l'unanimité de la culture du riz pluvial pour l'autre saison humide. Ainsi, le riz pluvial NERICA sera la qualité du riz prévu pour la campagne humide.

Tableau 3: Caractéristiques des cultures maraîchères

Cultures		Initial	Développement	Mi-saison	Arrière-saison	Durée (jrs)
Oignon	Durée (jrs)	25	35	40	20	120
	Kc	0,5	0,75	1,05	0,85	
Piment	Durée (jrs)	25	35	40	20	120
	Kc	0,35	0,7	1,05	0,9	
Chou	Durée (jrs)	20	25	60	15	120
	Kc	0,45	0,75	1,05	0,9	
Tomate	Durée (jrs)	30	40	40	25	135
	KC	0,45	0,75	1,15	0,8	

Source : (Brouwer C. et Heidbloem M. FAO 1986)

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

Tableau 4: Caractéristiques des cultures maraîchères

		Pépinière	Initiale	Croissance	Mi-saison	Arrière-saison	Durée (jrs)	Zr(m)
Riz	Durée (jrs)	30	20	30	40	30	150	0,6
	Kc	1,2	1,05	1,1	1,2	1,05		

Tableau 5: Profondeur d'enracinement des cultures

Cultures	Zr (m)
Oignon	0,5
Piment	0,7
Choux	0,3
Tomate	0,7

Source : Depeweg, 1998

En campagne humide, il existe la pratique exclusive du riz pluvial. En effet, l'aménagement tiendra compte de la riziculture pluviale sur le périmètre en campagne humide.

B. Besoins en eau des cultures et évaluation de la capacité de la ressource en eau

1. Besoins en eau des cultures

Ainsi, il en ressort que le mois de Mars est le mois le plus contraignant (les tableaux sur les détails de calcul des besoins sont en (annexe 5 : tableaux). Les besoins en eau des cultures pendant cette période sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6: Besoin en eau des cultures maraîchères

Cultures	Tomate	Oignons	Piment	Chou	Riz
BMP (mm)	132	117	122	118	103

Après analyse du tableau ci-dessus, il ressort que la tomate est la plante la plus contraignante donc sera retenue pour évaluer les besoins et pour le dimensionnement des équipements de l'aménagement.

Ainsi, les besoins pour la campagne sèche à savoir ceux des cultures maraîchères sont estimés **1323m³/ha** pour le mois de pointe.

2. Evaluation de la capacité de la ressource en eau

En considérant une durée de pompage de 12 heures par jour et un débit de pompage total de **31m³/h**, un volume de **372m³/jr** d'eau disponible est obtenu. En suivant un raisonnement de pompage du jour au jour une superficie de 6ha sur 40 ne peut être irriguée. Cependant, pour maximiser la superficie irrigable et essayer de satisfaire le maximum d'exploitant un pompage de 21heures est prévu. Ainsi, une superficie de de 10ha est obtenue.

C. Conception de l'aménagement

1. Choix du type d'irrigation

L'emplacement du réservoir au point le plus haut du village donnera une certaine pression dans les conduites d'irrigation. Ainsi, toute sorte d'irrigation sous pression à savoir le goutte à goutte, l'aspersion ou le semi-californien peuvent être appliqués au site. Les résultats de l'enquête terrain ont révélé l'unanimité de tout le village sur la culture exclusive du riz pluvial en saison hivernale. De ce fait, le goutte à goutte ne serait pas adapté car pour éviter le colmatage des goutteurs, ce système d'irrigation nécessiterait le déplacement des matériels à chaque campagne humide, risque de détérioration du matériel et de dépenses supplémentaires.

L'irrégularité des pluies souvent notée en saison hivernale, oblige souvent les irrigants d'utiliser le système d'irrigation pour apporter de l'eau aux cultures. Le tableau suivant prouve la nécessité qu'il faut souvent irriguer en saison hivernale

Tableau 7: Déficit hydrique du riz pluvial

	juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Kc	1,2	1,07	1,14	1,19	1,05
ETo (mm/j)	4,05	3,35	3,76	3,53	3,90
ETM (mm/j)	4,86	3,58	4,28	4,20	4,10
P(mm/j)	1,80	6,88	7,07	4,17	1,27
Pe (mm/j)	1,4	5,5	5,7	3,3	1,0
BE (mm/j)	3,42	-1,92	-1,38	0,86	3,08

En se référant au tableau, le riz a effectivement besoin d'être irrigué à certaines périodes (Juin, Septembre et Octobre).

Ainsi le type d'irrigation capable d'assurer une campagne sèche en maraîchage et une campagne humide en riziculture est le semi-californien ou le gravitaire. Nous portons notre choix sur le californien car il permet de négliger les pertes par évaporation et par infiltration lors du transport de l'eau. Le système donne l'avantage d'être fixe, ce qui supprime une grande partie de travaux d'entretien. L'installation étant enterrée, elle ne crée aucune gêne pour les travaux agricoles. Le système est simple de montage, d'utilisation et d'entretien.

2. Plan parcellaire

Le plan parcellaire doit être capable de satisfaire le maximum de ceux qui désirent exploiter. Le système semi-californien donne l'avantage d'être fixe, ce qui supprime une grande partie de travaux d'entretien. Comme seulement une partie de 10ha ne peut être irrigué faute d'insuffisance de la ressource en eau, une deuxième partie de 15ha est proposée dans la

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

condition d'augmenter la ressource en eau. De ce fait, la première partie est subdivisée en **67** parcelles de **0,15ha** espacées de **1m** et les blocs de parcelles sont distants de **5m**. L'extension est divisée en **60** parcelles de **0,25ha** espacées aussi de **1m** et les blocs de **3m**. On note aussi deux voies de circulation de **5 m** de large pour permettre l'accessibilité des véhicules et de tout autre engin lourd.

Le parcellaire est en annexe 6 pièces dessinées.

3. Plan d'aménagement du système d'irrigation

Dans ce système d'irrigation, le transport de l'eau se fait sous pression depuis le réservoir jusqu'au périmètre par une conduite d'amenée. A partir du périmètre, l'eau est envoyée dans les prises parcellaires par la conduite principale. Les prises de répartition sont connectées entre elles par un réseau de tuyaux en PVC enterrés et l'eau parvient aux parcelles de façon gravitaire d'un point à un autre suivant le principe des vases communicants.

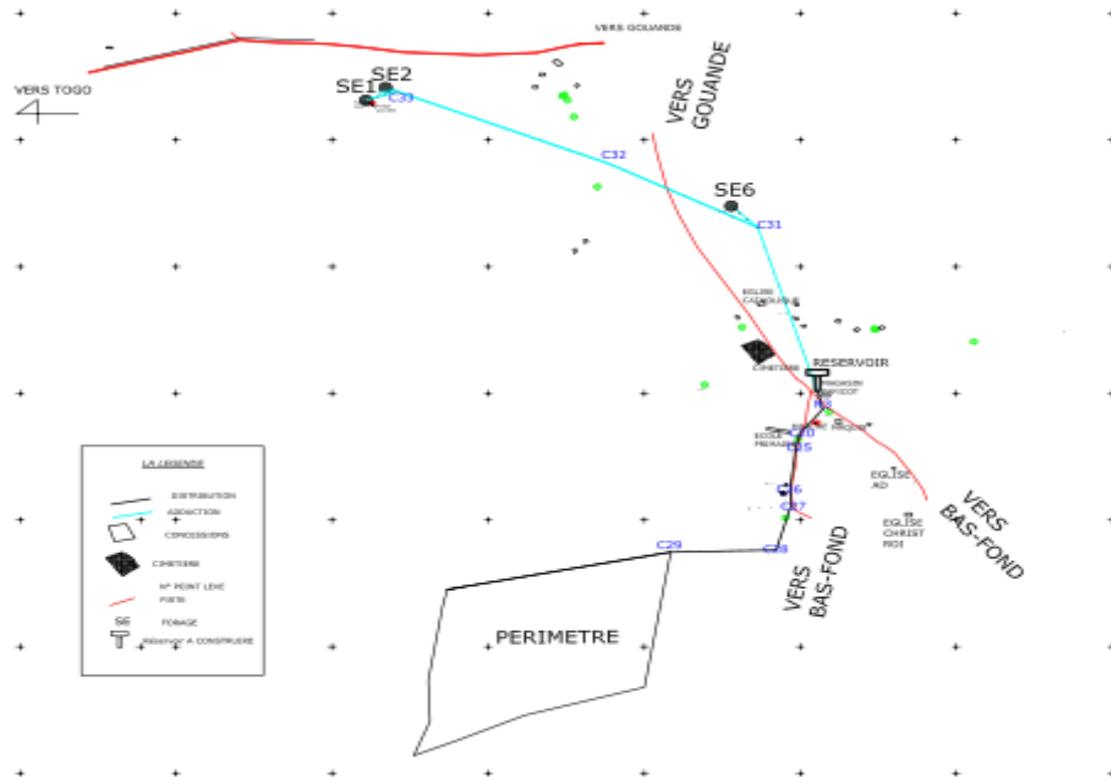


Figure 3: Plan de masse

Comme illustré dans la figure ci-dessus, le réseau se compose essentiellement des ouvrages suivants :

- **Trois forages** qui fournissent l'eau ;
- **Du réservoir** pour mettre l'eau d'irrigation en charge ;

- **Les conduites de distribution** : une conduite d'amenée qui achemine l'eau du réservoir au périmètre et d'une conduite principale qui permettent la distribution de l'eau dans les prises parcelaires ;

NB : Ce dispositif est plus compréhensible dans le plan de masse en annexe 2 pièces dessinées.

- **Les prises d'eau**: ce sont des ouvrages qui délivrent l'eau d'irrigation à la parcelle. Ces prises ont les tuyaux d'arrivée d'eau sortant du sol à la verticale. Ces prises jouent le rôle de vannes, fixées et vissées à l'extrémité haute de la rehausse. Elles permettent de freiner le jet d'eau à la sortie de la rehausse par un bouchon placé sur l'orifice du tuyau.



Figure 4: Ouvrage à une prise équipée de vannes et d'une rehausse d'où sort l'eau

Les détails de l'aménagement hydro-agricole de tout le périmètre de 40ha est en annexe 6 pièces dessinées.

4. Plan de drainage

Un système de drainage est prévu pour un meilleur assainissement du périmètre en vue d'améliorer sa durabilité. Des colatures de ceinture qui entourent tout le périmètre pour le protéger des eaux sauvages des autres bassins versants sont prévues. Des drains internes seront aussi dimensionnés pour protéger les parcelles des excès d'eau de pluies. Onze (11) drains internes, sept drains de ceinture pour tout le site et deux (02) collecteurs sont alors prévus pour un meilleur assainissement du périmètre.

Le plan de drainage est consigné en annexe 6 pièces dessinées.

D. Dimensionnement préliminaire

1. Paramètres d'irrigation

- **La réserve utile (RU)**

Le périmètre a un sol hydromorphe finement sableux comparable à un sol sablo-limoneux (Mairie, Octobre 2010). Plusieurs auteurs ont proposé des valeurs de la réserve utile (RU) en 1967 et en 1974. Vu les changements constants des caractéristiques des sols, la valeur récente de la RU proposée par Withers et Vipond en 1974 a été retenue (Savva et al. 2001). Ainsi pour un sol sablo-limoneux **$RU = 120\text{mm/m}$** .

➤ **La réserve facilement utilisable (RFU)**

Comme la tomate est la plante la plus contraignante, sa profondeur racinaire Z_r est considérée pour la détermination de la RFU. Ainsi, une RFU de **56mm** a été obtenue.

➤ **Le besoin maximum de pointe (BMP)**

Il est la quantité d'eau journalière que la plante a besoin pendant la période de pointe. Pour le dimensionnement le BMP de la tomate est de **4,41mm/j**.

➤ **La fréquence d'arrosage pendant la période de pointe (F)**

C'est l'intervalle entre deux arrosages sur la même parcelle. Pour la culture la plus contraignante, la fréquence d'arrosage est de **3,2 jours**.

➤ **Le tour d'eau (T)**

Le nombre de jour que chaque plante peut supporter sans apport d'eau est de trois (**03 jours**). Les détails de détermination de tour d'eau sont consignés dans les tableaux paramètres d'irrigation en annexe1 notes de calcul.

➤ **La dose réelle (Dr)**

Elle est le produit des besoins maximums de pointe et du tour d'eau. La dose réelle dans la période de pointe est de **13,2mm**.

➤ **La dose brute (Db)**

Elle varie en fonction du climat. Pour un climat chaud **$E_a=70\%$** , ce qui donne une dose brute de **19mm** pendant la période de pointe.

➤ **Le débit d'équipement (q_e)**

En irrigation semi-californien, le temps de travail ($T_s(h/j) * N_s$) peut atteindre 12h/j. ainsi pour le projet, un débit d'équipement de **2 l/s/ha** est nécessaire.

Les détails de calcul des paramètres sont présentés dans les notes de calcul.

2. Organisation de la distribution

➤ **Main d'eau**

Selon le manuel du semi-californien (Ministère de l'agriculture, 2013), la main d'eau est de l'ordre de 30 l/s dans les grands aménagements. Au niveau des réseaux en californien elle est

réduite en raison d'une part de la taille des périmètres et d'autre part des diamètres des canalisations. Ainsi, une main d'eau de **15l/s** est retenue pour l'irrigation.

➤ **La durée d'irrigation**

Elle est le temps mis par chaque rotation pour apporter la dose nécessaire à chaque parcelle avec un débit égal à la main d'eau. Elle varie en fonction de la superficie de la parcelle et de la période. Ainsi, pour une utilisation rationnelle de la ressource en eau le calendrier d'irrigation est adapté à chaque mois durant la période de développement et à chaque culture. Les durées d'irrigation sont en annexe 4 dans le calendrier d'irrigation.

E. Dimensionnement du système d'irrigation

Pour un dimensionnement efficient, les paramètres de la tomate sont à utiliser puisqu'elle se révèle être la culture la plus contraignante de la campagne.

1. Dimensionnement des conduites

❖ Critères de dimensionnement

- Vitesse d'écoulement : **1,5m/s** maximum pour éviter les surpressions dans les conduites;
- Diamètre des conduites : le diamètre de la conduite doit permettre de véhiculer le débit de pointe tout en ne créant pas d'énormes pertes de charges ;
- Les pertes de charges linéaires sont égales à **10%** des pertes de charges singulières ;
- La pression nominale des conduites est de **6bars** ;
- Type d'écoulement : sous pression pour les conduites primaires et secondaires et gravitaire au niveau des parcelles;
- Coefficient de rugosité est de **$K_s = 120$** .

❖ Dimensionnement des conduites

Le périmètre compte deux parties. La partie de **10ha** exploitable avec la ressource en eau disponible a une conduite principale de **462ml** et des conduites secondaires de **1090ml** à des diamètres nominaux de **110mm**. Aussi, une principale de **662ml** pour l'expansion et des conduites secondaires de **1690ml** à DN de **250mm**.

La vitesse d'écoulement moyenne dans les conduites est de **1** à **1,07m/s**. Les détails sont consignés dans les tableaux dimensionnement des conduites en annexe 5.

Les tranchées de pose sont dimensionnées en fonction du diamètre des conduites.

Ainsi, en fonction du DN choisi à partir du dimensionnement et des formules :

Profondeur de pose **$h_{min} \geq 0,5m + D_{ex}(m)$**

Largeur de pose **$l_{min} \geq 0,4m + D_{ex}(m)$**

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Les différentes dimensions des tranchées sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 8: Dimensions des tranchées de pose des conduites

Dext (m)	h (m)	l (m)
0,110	0,6	0,5
0,250	0,8	0,7

Ainsi, les tranchées de pose et les profils en long des conduites sont consignés en annexe 6 pièces dessinées.

2. Dimensionnement des prises parcelaires

La prise parcelaire est un ouvrage qui permet la dissipation de l'énergie cinétique à la sortie, l'orientation de l'écoulement vers les parcelles. Les sorties sont munies de fermeture et la manœuvre est manuelle. Les prises considérées dans le présent seront munies de vannes qui permettront d'écouler la main d'eau. Pour faciliter la manœuvre, la partie interne de l'ouvrage de prise doit respecter certaines dimensions (voir plan ouvrage de prise en annexe 6 : pièces dessinées).

3. Dimensionnement du bassin partiteur

❖ Fonctionnement

Les bassins partiteurs sont ouvrages de répartition des débits et de mise en charge. Au niveau du périmètre ce sont des ouvrages statiques et chacun comprend :

- Le bac d'arrivée qui amortit l'énergie cinétique en ralentissant la vitesse d'écoulement. Cet amortissement est possible grâce à la forme du bac présentant une longueur (L), une largeur (l) et une profondeur (p) suffisantes permettent d'amortir les agitations de l'eau à la sortie de la conduite. Il permet ainsi d'avoir un régime fluvial jusqu'à l'entame du déversoir ;
- Le déversoir, d'une profondeur (p) à l'intérieur du bassin, a pour rôle de provoquer le passage de l'écoulement d'un régime fluvial à l'amont dans le bac de réception à un régime torrentiel à l'aval. Il participe à la diminution de l'énergie de l'eau d'arrivée ;
- Le seuil du partiteur est destiné à provoquer à son aval le régime torrentiel ;
- Le flasque ou muret permet de répartir le débit en différentes proportions ;
- Les bacs de départ situés à l'aval de chaque déversoir servent à remettre en charge l'écoulement transité.

❖ Critères de dimensionnement

- Le calage du bassin se fait de sorte à satisfaire la charge **H_{bs}** requise de l'ouvrage de prise le plus défavorisé.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Le dimensionnement se fait suivant la formule du débit $Q = m L \sqrt{2g} * h^{3/2}$ avec

Q le débit transité par le déversoir

m le coefficient de débit qui peut varier entre environ **0,33** et **0,48** pour un déversoir avec un profil longitudinal rectangulaire et entre **0,36** et **0,53** pour un déversoir avec un profil longitudinal arrondi à l'amont. Le bassin partiteur du périmètre a un déversoir épais et rectangulaire ainsi, le coefficient de débit choisi est de **0,4**.

- Le bassin de répartition a une ouverture de sortie de débit **Qs = 30l/s** et un débit entrant de **30l/s** ;
- Déversoir du bassin en régime noyé.

❖ **Dimensionnement et caractéristique du bassin partiteur**

Le dimensionnement a permis d'obtenir les caractéristiques du bassin inscrit dans le tableau suivant :

Tableau 9: Dimensions du bassin de répartition (m) et côte de calage

Paramètres	L _b	l _b	L _d	L _o	l _o	H	Z	Hc	r	h	ed	C _{rad}	C _{cdév}	C _{couv}
Valeurs	0,3	0,65	0,8	2,1	1,7	0,85	0,5	0,1	0,20	0,15	0,35	147,59	148,09	148,44

3. Les ouvrages de vidange

Aux points bas des conduites secondaires et en bout de ces conduites de distribution, il est réalisé des ouvrages de vidange implantés à l'aval de la dernière prise de parcelle et doté d'un bouchon de fermeture. Cet ouvrage est alimenté par la conduite par un té horizontal muni d'un bouchon. Il permet de vider ou de nettoyer la conduite dans un bassin en agglos plein de 15 (voir plan ouvrage de vidange en annexe 6 pièces dessinées).

L'aménagement comporte sept (05) ouvrages de vidange.

F. Dimensionnement de la station de pompage

1. Dimensionnement du réseau d'adduction

En suivant les formules de Bresse, de Bresse modifiée et de Munier, le réseau d'adduction est constitué des conduites dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10: Caractéristique du réseau d'adduction

Tronçons	Dint/Dext	V (m/s)
CE	129,2/140	0,7
C31-CE	129,2/140	0,7
SE6-C31	67,8/75	0,5
C32-C31	115,4/125	0,7
C33-C32	115,4/125	0,7
SE2-C33	101,6/110	0,4
SE1-C33	101,6/110	0,5

2. Dimensionnement des pompes

❖ HMT et choix de pompe

La HMT de chacune des pompes est inscrite dans le tableau suivant.

Tableau 11: HMT des pompes

Site	HMT
SE1	126
SE2	127
SE6	117

La HMT de chaque pompe permet de choisir la pompe adéquate pour pomper au débit requis.

Tableau 12: Caractéristiques des pompes

Caractéristiques	SE1	SE2	SE6
Pompe			
Type	SP17-14 MS 6000	SP17-14 MS 6000	SP8A-25 MS 4000
HMT (m)	126	127	117
Q (m ³ /h)	13	12	6
Rendement (%)	75	70	55
Puissance (kW)	0,5	0,45	0,14
MOTEUR			
Puissance (kW)	9,2	9,2	4
C (mm)	1116	1116	1249
B (mm)	604	604	573
A (mm)	1720	1720	1822
D (mm)	138	138	95
E (mm)	142	142	101
ENSEMBLE ELECTROPOMPE			
Poids net (kg)	64	64	37
Puissance Hydraulique (kW)	4,5	4,1	1,9
Puissance consommée (kW)	5,9	5,9	3,5
Rendement de l'ensemble (η)	75	70	55

❖ Point de fonctionnement

Le point de fonctionnement est déterminé pour confirmer la performance de la pompe choisie à pomper au débit et à la HMT requis. Ainsi, en utilisant les valeurs de la HMT des pompes et des pertes de charge dans les conduites inscrites dans le tableau suivant les courbes caractéristiques sont tracées.

En observant le tableau et en analysant les courbes ci-dessous, il est évident que les HMT correspondant aux débits de pompage sont plus ou moins égales aux HMT requise par le pompage. En conclusion, les pompes choisies peuvent assurer l'exploitation des forages.

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

Tableau 13: HMT et Pdctcond

Q(m ³ /h)	SE1		SE2		SE3	
	HMTpomp	Pdctcond	HMTpomp	Pdctcond	HMTpomp	Pdctcond
0	157	121,45	157	123,13	150	116,38
2	156,5	121,55	156,5	123,23	145	116,41
4	156	121,84	156	123,51	140	116,50
6	155	122,34	155	123,99	135	116,66
8	152	123,03	152	124,66	130	116,88
10	146	123,92	146	125,52	125	117,16
12	140	125,00	140	126,57	119	117,50
13	135	126,00	130	127,81	110	117,90
14	130	126,28	120	129,14	100	118,37
16	120	127,00	110	130,62		

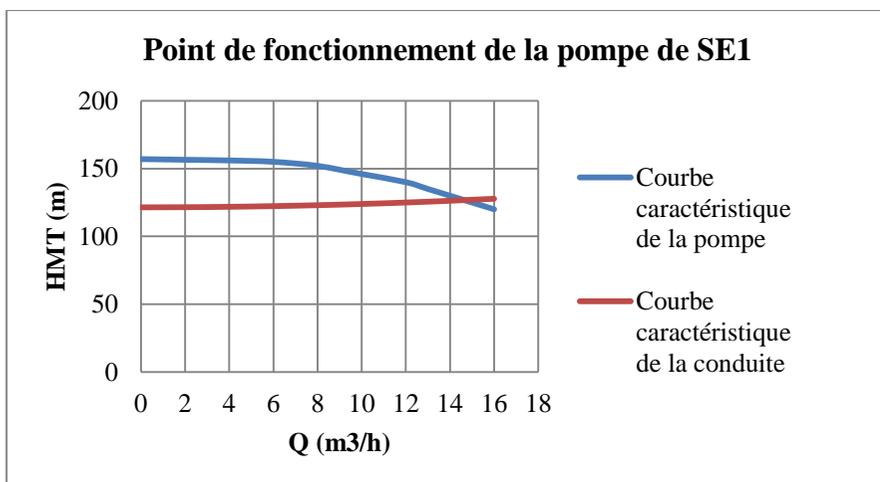


Figure 5 : Point de fonctionnement de SE1

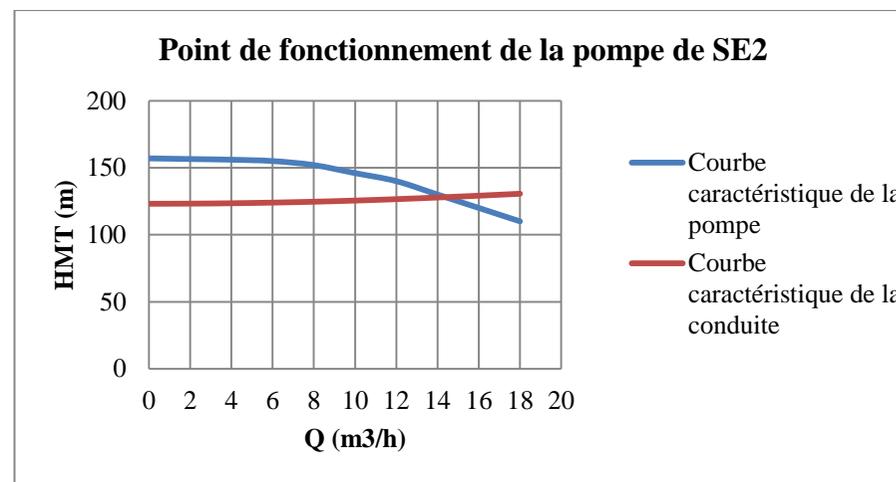


Figure 6: Point de fonctionnement de SE2

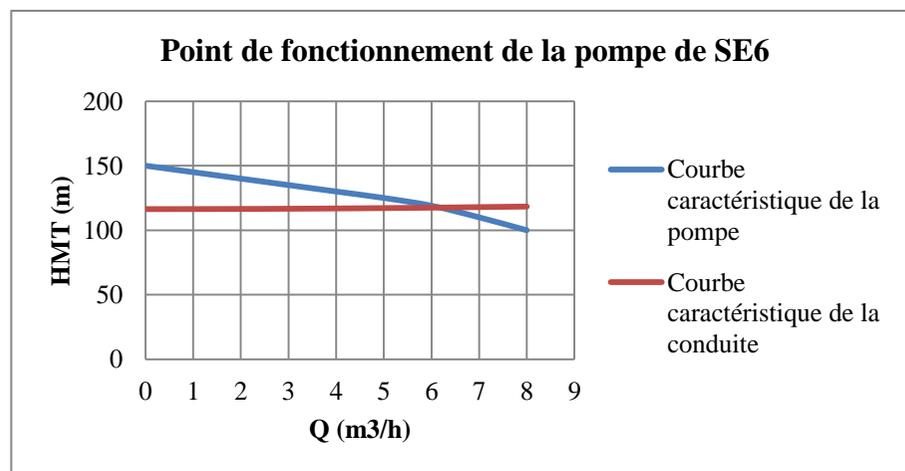


Figure 7 : Point de fonctionnement de SE6

3. Dimensionnement et calage du réservoir de stockage

L'eau sera stockée dans le réservoir durant un pompage nocturne de 18h à 6h. De là, l'eau parvient directement au périmètre gravitairement. Dans ce cas, le réservoir joue un rôle de stockage et de mise en charge de l'eau dans les conduites. De ce fait, le réservoir peut stocker un volume **372m³**. Pour éviter le trop plein et ainsi une possibilité de déversement un surplus de **8m³** sera considéré dans le dimensionnement. Ainsi, en fixant une hauteur de **5m** et en

utilisant la formule $V = \pi \frac{D^2}{4} H \rightarrow D = 2 * \sqrt{\frac{V}{\pi * H}}$

Formule 31: Calcul du diamètre du réservoir

Le réservoir a un diamètre **10m**.

Le calage du réservoir se fait de sorte à pouvoir irriguer la parcelle la plus défavorisée. Ainsi, en suivant le principe de perte de charge, le réservoir déposé au sol à la côte 250 qui est la plus haute du village pourra alimenter la prise la plus défavorisée.

4. Dimensionnement de la source d'énergie

La pollution est un phénomène qui prend de plus en plus d'ampleur dans le monde. C'est dans ce sens que les différents Etats prennent des mesures pour la protection de l'environnement. L'utilisation de l'énergie renouvelable est une option à explorer et à exploiter massivement. Pour l'alimentation en énergie des pompes du présent projet, deux options sont proposées : un système photovoltaïque et un groupe électrogène. Le choix reviendra aux bailleurs de fonds en fonction de l'investissement.

❖ **Système photovoltaïque**

Après dimensionnement, il en ressort que pour chaque pompe, il faut :

- Pour SE1 un champ photovoltaïque de 81 accumulateurs d'une puissance crête de 42898 Wh ;
- Pour SE2 un champ photovoltaïque de 81 accumulateurs d'une puissance crête de 42747 Wh ;
- Pour SE6 un champ photovoltaïque de 48 accumulateurs d'une puissance crête de 25253 Wh .

Notons que tous les panneaux sont de Africa-sun et que chaque station de pompage sera équipée d'une batterie BTi de dimensions L x l x h = 353 x 175 x 190, de tension nominale de 12V et d'une capacité C265 de 100 Ah.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Le principe de dimensionnement de système photovoltaïque est consigné dans les notes de calcul en annexe 1 note de calcul.

Le principe de dimensionnement a été développé dans les notes de calcul du dimensionnement du système photovoltaïque comme source d'énergie pour pompes d'irrigation.

❖ Choix du groupe électrogène

Le choix doit porter sur un modèle de groupe électrogène d'une facilité d'accès dans la zone. C'est dans ce sens que le groupe de type Montana dont les caractéristiques sont consignés dans le tableau ci-dessous a été choisi.

Tableau 14: Caractéristiques du groupe électrogène

Paramètres	SE1	SE2	SE6
Puissance max	7 kVA	7 kVA	7 kVA
tension de sortie	400/230 V	400/230 V	400/230 V
Fréquence	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Vitesse de rotation	1500tr/mn	1500tr/mn	1500tr/mn
Capacité du réservoir	43 L	43 L	43 L
Consommation	1,6 L/h	1,6 L/h	1,6 L/h

La puissance totale des trois pompes est de 4kVA or la puissance max du groupe est de 7kVA. Alors, un seul groupe électrogène dont les caractéristiques sont dans le tableau plus haut sera retenu pour la station de pompage en cas de panne du système photovoltaïque.

G. Drainage du périmètre

Le drainage est un système qui consiste à évacuer hors du périmètre les excès d'eaux de pluie pour mettre le sol hors danger et protéger ainsi les cultures. Le réseau de drainage doit être conçu de façon que la durée d'évacuation ne dépasse pas la durée de submersion admissible des cultures pour une période de retour donnée.

Le réseau de drainage est constitué par les drains internes, des collecteurs internes et des colatures de ceinture. Leur dimensionnement se fait sur la base du débit décennal déterminé à partir de la pluie décennale.

1. Estimation de la pluie décennale

La série de valeurs des pluies journalières maximales a été recueillie entre 1937 et 2008 avec en totalité 72 valeurs a été fournie par l'ASECNA Bénin. La série présente des valeurs extrêmes de la pluviométrie. C'est dans ce sens que la méthode d'analyse par la loi de Gumbel est utilisée pour l'estimation des pluies décennales humides.

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Comme l'échantillon compte 72 valeurs, les coefficients α_n et β_n sont déterminés par interpolation entre $n = 70$ et $n = 80$ des valeurs du tableau suivant :

Tableau 15: Coefficients α_n et β_n en fonction de la taille de l'échantillon

n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	∞
α_n	0.521	0.493	0.482	0.477	0.472	0.47	0.468	0.466	0.465	0.464	0.45
β_n	1.053	0.941	0.899	0.876	0.861	0.851	0.844	0.838	0.833	0.829	0.78

Source : Hydrométrie et Hydrologie statistique de M. GUINAUDEAU et P. GINESTE

Ainsi, avec $\gamma = 0,5772$ la constante d'Euler, les valeurs des paramètres sont inscrites dans le tableau ci-après :

Tableau 16: Paramètres d'analyse de la loi de Gumbel

Moyenne \bar{X} (mm)	71,01
Ecart-Type σ (mm)	28,37
α_n	0,47
β_n	0,84
X_0 (mm)	57,74
S (mm)	23,91
a	58,236
b	22,124

La pluviométrie décennale est déterminée par l'expression $P = b * U + a$ avec, $U = -\ln(-\ln(F(x)))$ la variable centrée réduite et $F = 1 - \frac{1}{T}$ la fréquence de non dépassement à $T = 10ans$.

Tableau 17: Variation de la pluviométrie en fonction de la période de retour

période de retour T (ans)	100	50	20	10	5
Fréquence de non dépassement de Pjmax	0,99	0,98	0,95	0,9	0,80
variable réduite de Gumbel	4,6	3,9	3,0	2,3	1,5
Pjmax pour période de retour T	160,0	144,6	123,9	108,02	91,4

Ainsi, la pluie décennale humide correspond à la pluviométrie ayant une fréquence de non dépassement $F = 1 - \frac{1}{10} = 0,9$. Donc, $P_{10} = 108,02mm$.

La vérification s'est faite avec le logiciel Hyfran. Ainsi, un intervalle de confiance de 94,3-122 et la courbe ci-dessous illustre mieux cet intervalle.

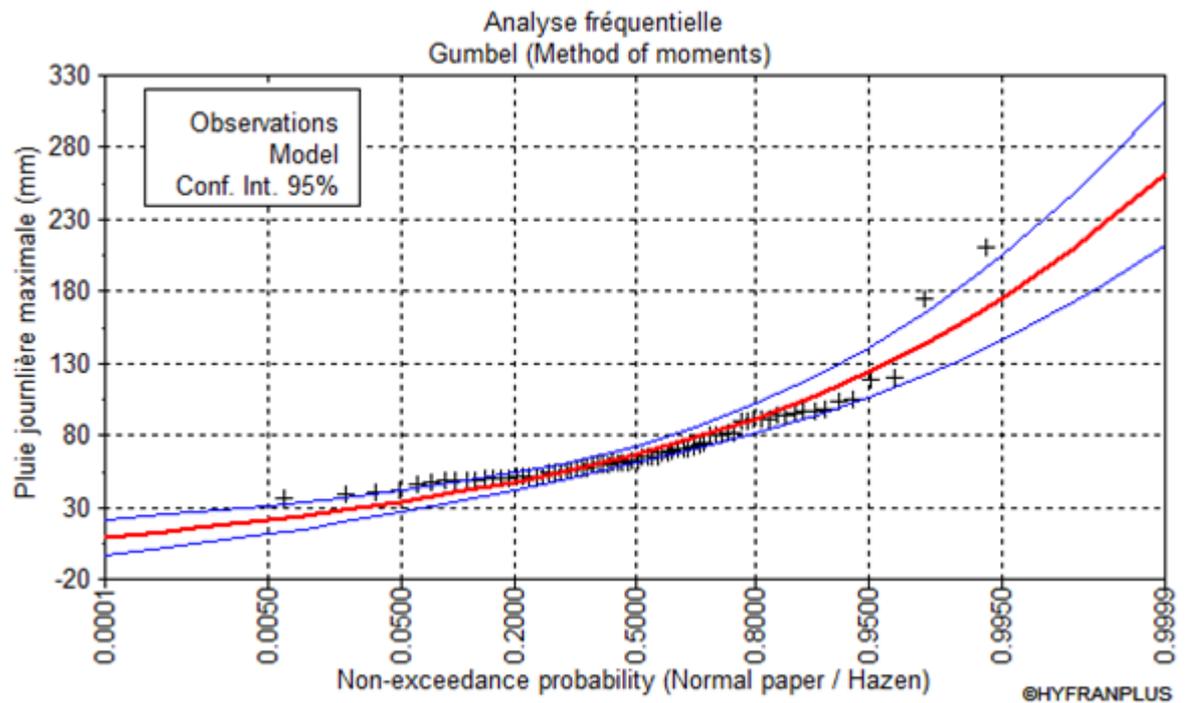


Figure 6: Diagramme de Gumbel

Après analyse de la courbe 95% des données sont effectivement comprise dans l'intervalle. En conclusion, selon la méthode des moments, la valeur de $P_{10} = 108,02mm$ peut être retenue pour le dimensionnement.

1. Colatures de ceinture

Les colatures de ceinture constituent un réseau externe sur les limites du périmètre. Elles interceptent les eaux sauvages provenant des ruissellements d'eau de pluies tombant sur la partie haute du bassin versant dominant le périmètre.

Les colatures de ceinture de forme trapézoïdale sont dimensionnées pour évacuer les eaux de la pluie décennale venant du bassin versant et des drains internes. Les eaux de pluies collectées par les colatures de ceintures seront rejetées à l'aval du périmètre dans des bassins de traitement des eaux de drainage avant d'être rejetées dans le cours d'eau.

Pour faciliter l'exécution, les dimensions de la plus grande colature seront considérées pour toutes les autres colatures de ceinture. Donc en tenant compte de la revanche, pour tous les biefs de colatures de ceintures la base sera de **3m** et la profondeur de **1,2m**.

2. Drains internes

Ils sont des ouvrages internes de forme trapézoïdale pour drainer les eaux de pluies venant des parcelles. Les drains internes seront en terre.

Ainsi après dimensionnement, les drains internes auront les caractéristiques suivantes : une base de **0,5m** et une profondeur de **0,3m**.

3. Collecteurs

Les collecteurs sont des canaux à ciel ouvert qui recueillent les eaux des drains internes pour les conduire vers les colatures puis dans le cours d'eau de Brouwanga.

Ils sont dimensionnés suivant le même principe des drains internes. Ainsi, nous avons des collecteurs de **0,3m** de profondeur et une largeur en base de **0,75m**.

Les détails de dimensionnement des ouvrages de drainage sont en annexe1 notes de calcul.

Les profils (en long et en travers) sont consignés en annexe 6 pièces dessinées.

V. ANALYSES ET DISCUSSION

Le présent document porte sur l'aménagement de 40 ha. L'aménagement de cette superficie, nécessite un débit de 30l/s soit 108m³/h. Cependant, la ressource en eau disponible ne nous donne que 31m³/h à raison de 10 ha à irriguer. C'est dans ce sens que deux options ont été proposées. Premièrement aménager la partie aménageable avec la ressource déjà disponible ou plutôt essayer d'exploiter une plus grande superficie du site.

L'exploitation d'une plus grande superficie reste plus rentable que l'exploitation de 10ha. Donc il serait mieux d'essayer d'aménager tout le périmètre. Cependant, pour rendre cet aménagement possible, il faut en premier lieu envisager d'augmenter le nombre de forages. Le problème qui se pose ici maintenant est que avec un débit de 108m³/h et un débit moyen de 10m³/h dans la zone, il faut au moins onze (11) forages rien que pour l'irrigation de 40ha. De ce fait, le projet ne serait pas économiquement rentable. En plus, pouvoir convaincre les villageois qu'il faut autant de forages rien que pour 40ha sera pratiquement impossible. Nous nous demandons alors s'il ne serait pas mieux de changer de système d'irrigation vue que la ressource en eau est la ressource souterraine et que son utilisation pour le semi-californien se révèle pratiquement irréalisable. Dans ces conditions, nous avons essayé d'explorer l'irrigation par aspersion nous avons retenu un débit de **136m³/h** pour dominer toutes les parcelles du périmètre. Ce débit est toujours nettement supérieur à celui de **31m³/h** fournis par les forages. Si seulement peu de forages suffiraient d'atteindre les **136m³/h**, on pourrait envisager d'adopter le type d'irrigation par aspersion pour l'exploitation du périmètre. En essayant d'irriguer et d'exploiter uniquement la partie de 10ha la différence sur la durée de retour sur l'investissement des deux est de **4ans**. De ce fait, le projet qui serait effectivement rentable est l'aménagement de 40ha.

Notons que sur place, il y'a le barrage de Kouforpissiga qui est en mauvais état car une partie de la digue a cédé. Le barrage était réalisé en son temps pour l'irrigation gravitaire de 57 ha (Grégoire SOKEGBE SEWADE, Août 2010) nous proposons sa réhabilitation en tenant compte du reste de ce périmètre de 40ha puisque 10ha ne peut être irrigué avec l'eau déjà disponible. En effet, le barrage offrirait une plus grande opportunité d'exploiter une plus grande superficie puisque la ressource en eau souterraine est insuffisante. La réhabilitation du barrage pour permettre une exploitation futur du reste du périmètre est une solution efficiente qui reste à explorer.

VI. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Compte tenu des problèmes de ressource en eau qui ont été rencontrés lors de l'étude, nous recommandons en premier lieu l'aménagement de 10ha qui est la superficie que l'eau déjà disponible nous permet d'irriguer et par la suite trouver une autre source d'eau pour irriguer le reste pour que la rentabilité soit effective.

Au-delà de ce problème d'eau, nous espérons lors de l'exploitation :

- ✓ Une réflexion sur l'adaptation du semi-californien avec la ressource d'eau souterraine ;
- ✓ Envisager un autre type d'irrigation comme l'aspersion qui consomme moins d'eau ;
- ✓ Une bonne gestion du périmètre pour éviter les conflits ;
- ✓ un bon programme d'entretien pour la durabilité des installations ;
- ✓ Le respect scrupuleux du programme d'arrosage
- ✓ Après les installations, faire un diagnostic de fonctionnement du système d'irrigation pour des études futures.

VII. CONCLUSION

Entrant dans le cadre global de la lutte pour la sécurité alimentaire et l'amélioration des conditions de vie des populations en milieu rural financé par l'UEMOA, l'étude a porté sur l'aménagement d'un périmètre de 40ha à l'aval du barrage de Kouforpissiga. À terme, il va permettre l'essor socio-économique pour l'ensemble de la commune de Matéri. Cependant, le projet a du mal à bien se cadrer aux réalités de la zone d'étude. En effet, le débit fourni par les forages réalisés à cet effet, n'est pas suffisant pour l'irrigation de tout le périmètre avec du semi-californien.

L'étude a abouti à la proposition d'un aménagement de 10ha avec la ressource en eau déjà disponible et une extension de 15 ha avec du semi-californien si toutefois la ressource en eau est disponible.

En total **40 prises** sont comptées sur une longueur totale de conduites de **2240ml** pour l'aménagement de **10ha** et **40 prises** sur une longueur de **2463ml** pour celui de **15 ha**. Si néanmoins l'aménagement de l'extension sera possible, il faudrait au moins une pompe de **108m³/h** ou une pompe d'environ **139m³/h** pour l'aspersion ; et pour l'aménagement de **10ha**, il y'a trois (03) pompes pour chaque forage de débit respectif de **13 m³/h**, **12 m³/h** et de **6 m³/h**.

Notons que les coûts d'aménagement respectifs de chaque périmètre est de **7 524 645 FCFA** à l'hectare pour les **15ha** et **17 755 238 F CFA** à l'hectare pour les **10ha**.

L'aménagement de 40ha est très rentable puisqu'il permettra de percevoir des recettes annuelles de **208 029 250 F CFA** et un taux de rentabilité de **199%** en **2 ans** que l'aménagement de **10ha** avec des rentrées de **82 586 125 F CFA** avec une rentabilité de **155%** en **3 ans** de travail.

Toutefois que la ressource en eau sera disponible pour rendre l'aménagement réel, il sera un facteur pourvoyeur d'emploi et d'amélioration des conditions de vie des habitants de Kouforpissiga.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

- AKPINFA, E. (s.d.). *Fiche technique culture de la tomate*.
- Al, S. e. (2001).
- BARIL.D, C. F. (Janvier 2014). *Note technique sur la conception des dispositifs de restitution du débit minimal*.
- CAKPO, H. H. (Campagne 2008-2009). Prix des engrais au Bénin . *hcmagazines*.
- COMPAORE, M. (Octobre 1998). *Drainage et Assainissement Agricole*.
- FAO. (1985). *Prévention of Post-Harvest Food losses: Training Manual*. Rome: UNFAO.
- FAO. (Avril 2015). *Projet TCP/BEN/3403*.
- FAO, D. d. (1998). *Comment conserver les tomates*.
- FAO, D. D. (s.d.). *Méthodes de manutention post récolte pour petits exploitants*.
- FAURE.B, B. C. (Janvier 2014). *Note Technique sur la Conception des Dispositifs de Restitution du Débit Minimal*.
- HOUNTONDJI Théodore (FAFA-AD), M. A. (Septembre 2015). *Coopérative agricole Nouvelle Calédonie: rapport d'étude du CTB*.
- Kader, A. (1993). *Post harvest Handling* .
- M.Claire, B. (Novembre 2009). *La conservation des denrées alimentaires par stérilisation*.
- M.OURAHOU. (mars 2003). *Conception et dimensionnement des canaux d'irrigation*.
- magazine, R. d. (24 Novembre 2014). Prix des produits maraîchers au Bénin. *Fraternité*.
- Mairie, M. (Octobre 2010). *Schéma Directeur d'Aménagement de la commune*.
- Ministère de l'agriculture, d. r. (2013). *Manuel du semi-californien*.
- OFIO, P. O. (Mars 2011). *Plan Régional de développement de la Filière Cultures Maraîchères* . Nattitingou.
- PANA-Bénin. (Février 2003).
- Rend.P.E, J. a. (s.d.). *The biology and horticulture in introductory*. New York.
- Sédilot C., M. G. (01/09/2003). Epurer les eaux de drainage de serre. *InfosCTIFL*, 38-43.
- Seung Koo Leo, D. d. (1994). *Post Harvest Technology*., Korea.
- SOKEGBE SEWAD, G. (2010). *Contribution à la mesure de l'efficacité technique des exploitations agricoles au Bénin: cas des périmètres rizicoles du projet d'hydraulique pastorale et agricole (PHPA°*.
- ZOUNGRANA, D. (Novembre 2003). *Cours d'approvisionnement en eau potable*. Ouagadougou.

X. LISTE DES ANNEXES

<i>ANNEXE 1 : Notice d'Impact Environnemental et Social</i>	A
<i>ANNEXE 2 : Etude Financière et gestion du périmètre</i>	B
<i>ANNEXE 3: Cartes</i>	C
<i>ANNEXE 4 : TABLEAUX</i>	F

ANNEXE 1 : Notice d'Impact Environnemental et Social

Notice d'impact environnemental et social

1. Objectif de l'étude

Un aménagement agricole cherche à apporter un avantage considérable aux conditions de vie de ses bénéficiaires. Cependant comme une activité ne peut avoir que des impacts positifs les travaux d'aménagement ont aussi des effets néfastes qui affectent les conditions de vie de ses bénéficiaires. De ce fait, une étude d'impact environnemental s'impose pour analyser les différents risques et ainsi trouver des mesures d'atténuation.

RIAM, un logiciel d'analyse rapide d'impact environnemental très pratique est le programme qui sera utilisé pour le cas de ce périmètre.

2. Description du projet

➤ Etat initial du projet

Il s'agit de faire l'inventaire de l'état actuel de la zone d'étude afin de connaître les évolutions futur et faire des corrections. L'amélioration portera sur le milieu naturel, milieu socio-économique et les infrastructures.

➤ Milieu naturel

Le forage, le périmètre agricole, la combinaison de la bonne pluviométrie et des sols de bonnes qualités offrent des conditions favorables à l'éclosion d'un couvert végétal constant avec des espèces volatiles diverses. On y rencontre également des arbres. Sur le plan hydrographique les principaux cours d'eaux sont temporaires tels que la rivière de Koutouobou et le fleuve de Mandonni (frontière Togo).

➤ Milieu humain

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitation en 2013, le village a une population de 4 055 habitants. Elle est estimée à 6 829 habitants en 2025 et 10 545 habitants en 2035 telle est la population concernée par l'aménagement.

➤ Infrastructures hydrauliques

Le niveau d'infrastructure et d'équipement du village de Kouforpissiga est faible.

- Des forages munis de pompe à motricité humaine;
- Il existe sur le périmètre à aménager des ouvrages réalisés dans le cadre du projet financé par la BAD (projet antérieur) et relatif à la réalisation du barrage de Kouforpissiga. Notons que le barrage a cédé. Ces ouvrages sont constitués par des déversoirs, des canaux et un puits à grands diamètre.

3. Analyse des impactes

➤ **Pendant la phase préparatoire**

Cette phase consiste à l'installation au stockage de matériaux et matériels, aux travaux de décapage, de débroussaillage et des implantations des ouvrages. La réalisation de ces activités nécessite une main d'œuvre très forte. Le recrutement va permettre à la population locale d'accroître ses revenus ainsi améliorer les conditions de vie de la localité. Cependant, ne nous focalisons pas sur les opportunités de travail et oublier les impacts négatifs. En effet, le sol verra son profil normal modifié et un risque de déforestation de la zone. Notons aussi l'exposition de la population à la poussière soulevée et les gaz d'échappement émis par des engins.

➤ **Phase de construction**

La réalisation des pistes d'accès et des ouvrages, les installations des équipements hydrauliques, l'aménagement des parcelles sont les activités constitutives de la phase de construction. Cette phase vise des objectifs tels que : création d'autres emplois différents de l'agriculture entraînant ainsi la diminution du taux de pauvreté et du chômage. L'arrivée de nouvelles cultures va contribuer à enrichir la culture autochtone.

Malgré la noblesse de ces objectifs, des problèmes subsistent :

- Les nuisances sonores provoquées par les bruits des engins lourds de terrassement ;
- Pollution de l'air par la poussière due aux travaux de terrassement ;
- Modification de la composition normale du sol due au traitement du sol pour l'enrichir.

➤ **Phase d'exploitation et d'entretien**

Les impacts positifs du projet sont essentiellement la création d'emplois directs pour les populations rurales vivant sur le site du projet ou au voisinage, l'accroissement des productions agricoles. Non seulement la mise en exploitation de l'aménagement présente des positivités mais aussi des négativités telles que : la pollution du sol par la salinisation et la calcification dues à l'apport d'engrais, la pollution de l'air et de nappe phréatique par l'infiltration des eaux de drainage etc....

4. Mesures d'atténuation

- ✓ Le port obligatoire de masques anti - poussière et d'autres matériels de protection individuelle pour les travailleurs et les visiteurs sur les chantiers;
- ✓ L'arrosage des pistes limitant ainsi les conditions dans lesquelles les poussières sont engendrées ;

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

- ✓ Eviter le décapage des surfaces si possible surtout sur les parcelles prévues pour l'exploitation agricole ;
- ✓ Inclure les populations bénéficiaires dans la réalisation ;
- ✓ Une bonne organisation des recrutements
- ✓ Le traitement des eaux usées avant le rejet à la surface
- ✓ Le reboisement dans les zones déboisées ;
- ✓ Le respect strict des calendriers d'approvisionnement en eau des parcelles pour une utilisation rationnelle des ressources en eaux ;
- ✓ Instaurer un comité de gestion des conflits.
- ✓ Sensibiliser les exploitants sur les maladies hydriques et les moyens de préventions qui sont le port des gants, chaussures de sécurité, cache-nez pendant les travaux et de limiter l'utilisation excessive des engrais et pesticides afin d'éviter la pollution de la nappe et la salinisation rapide des sols.

ANNEXE 2 : Etude Financière et gestion du périmètre

Etude Financière et gestion du périmètre

Table des matières

I. GESTION ET ENTRETIEN DU SYSTEME.....	1
1. Gestion et entretien du périmètre	1
2. Gestion de stockage et de conservation des productions.....	2
II. ETUDES DE RENTABILITE DE L'INVESTISSEMENT	6
1. Production prévisionnelle.....	6
2. Les charges d'exploitation.....	8

Liste des tableaux

Tableau 1: Production prévisionnelle	6
Tableau 2: Production prévisionnelle de l'extension	7
Tableau 3: Quantités des semences et des engrais à l'hectare	8
Tableau 4: Charge des semences de 7ha	8
Tableau 5: Charge des intrants de 7ha.....	9
Tableau 6: Quantités des semences et des engrais à l'hectare pour tout le périmètre.....	9
Tableau 7: Prix des semences.....	10
Tableau 8: Prix des engrais	10

Liste des figures

Figure 1: Exemple de sacs (FAO 1998)	3
Figure 2: Exemples de support de sacs (FAO 1998).....	3
Figure 3: Exemple de magasin (FAO 1998).....	4

I. GESTION ET ENTRETIEN DU SYSTEME

1. Gestion et entretien du périmètre

L'exploitation d'un réseau d'irrigation nécessite un planning exact de toutes les activités et tâches journalières, hebdomadaires et mensuelles à réaliser par le personnel de la structure chargée de la gestion de l'eau et les exploitants du réseau. Les deux activités principales sont : la gestion de la distribution de l'eau sur le périmètre et l'entretien de ses infrastructures routières et hydrauliques.

1.1. La gestion de l'eau d'irrigation comprend les activités suivantes :

- Distribution de l'eau (volumes / débits) sur le réseau (station de pompage, conduites de transport, distribution, etc.) ;
- Garantie des débits et maintien de la dose d'eau nécessaire moyennant les équipements de régulation (régulateurs) ;
- Surveillance du bon fonctionnement des conduites et équipement du réseau ;
- Sensibilisation des exploitants dans le cadre de la Gestion de l'Eau ;
- Contrôle de la quantité d'eau utilisée par jour par les mesures et enregistrement les volumes d'eau distribués.

1.2. Entretien des infrastructures hydrauliques

Un aménagement hydro-agricole se compose d'un ensemble d'équipements hydrauliques et routiers, de conduites, d'ouvrages en terre ou en béton armé ou non en contact permanent avec l'eau, dont leur longévité demande un suivi et un entretien régulier. Par conséquent, le groupement de paysans devra mettre un accent particulier sur le programme de maintenance qui se résume en entretien courant, périodique et d'urgence.

- **Entretien courant** : L'entretien courant est l'entretien régulier concernant essentiellement les travaux de nettoyage des drains, des conduites d'irrigation, de la station de pompage, du réservoir, des conduites. Il est réalisé manuellement par le groupement d'agriculteurs. Il conditionne, à court terme, le fonctionnement des conduites d'irrigation, canaux de drainage superficiel. Il s'agit d'interventions sommaires permettant de corriger certaines imperfections ou dégradations constatées sur les infrastructures.

Les colatures de ceinture connaissent un problème d'envasement car elles piègent une partie des transports solides. Elles sont envahies par une végétation de toute sorte et elles sont parfois exploitées par les paysans pour l'agriculture. Les activités d'entretien courant pour les

colatures de ceintures seront orientées sur le curage, le nettoyage périodique et l'interdiction formelle de leur utilisation à des fins agricoles.

- **Entretien périodique** : Est un entretien spécialisé pour la remise en état des infrastructures et nécessite une étude préalable et doit être réalisé par des structures spécialisées dans le domaine. L'entretien périodique concerne le recalibrage des canaux de drainage et d'irrigation et le rechargement des pistes, de lutte contre l'enherbement
- **Entretien d'urgence** : Comme son nom l'indique c'est un entretien qui survient à la suite d'un dommage inattendu et nécessitant une intervention rapide pour assurer la fonctionnalité de l'infrastructure (réseau d'alimentation ou de drainage, réseau de pistes). De façon générale, l'entretien d'urgence doit être assuré par un service spécialisé d'entretien qui sera contacté par le groupement.

2. Gestion de stockage et de conservation des productions

La rentabilité du projet dépend beaucoup de la qualité des productions. Ainsi, il faudrait un moyen efficient de gestion et de conservation des cultures.

2.1. Les méthodes de stockage

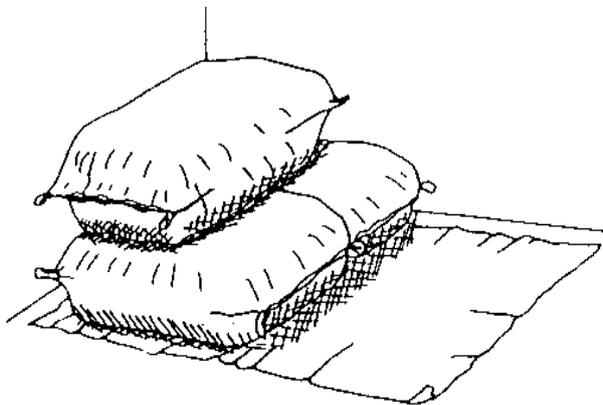
Les cultures maraîchères sont habituellement commercialisées frais. C'est dans ce sens que, plusieurs techniques existent pour leur stocker. De ce fait un magasin sera construit pour le stockage des cultures. Cependant le magasin en question doit respecter certaines conditions pour assurer une durée suffisamment longue de stockage.

D'abord, les cultures sont recueillies dans des bocaux assez aérés et solides. Les bonnes règles de stockage comprennent le contrôle de température, de l'humidité relative, de la circulation de l'air et du maintien d'espace suffisant entre les récipients pour assurer une bonne ventilation dans la salle. Pour faciliter la régulation de température dans le magasin vue que la gestion est assurée par la population locale, on préconise la construction de magasin carré que rectangulaire et aussi en donnant de l'ombre au bâtiment .

- L'inspection régulière des produits stockés et le nettoyage périodique des structures permettront une réduction des pertes en minimisant les parasites et en décourageant la propagation des maladies ;
- Les installations de stockage doivent être protégées des rongeurs il faut pour cela que les abords soient propres et qu'il n'y ait ni ordures ni mauvaises herbes. Des protections contre les rats peuvent être fabriquées à partir de matériaux locaux, comme

de vieilles boîtes en fer ou des morceaux de feuille de métal mis en forme et placés sur les pieds des structures de stockage. Des sols en béton empêchent l'entrée des rongeurs ainsi que des écrans sur les fenêtres, les trous de ventilation et les tuyaux d'évacuation ;

- En cas de réutilisation des anciens sacs il faut d'abord les désinfecter ;
- Le placement de matériaux sous les sacs ou les cartons de produits fermiers empêchent l'humidité d'arriver aux produits qui demandent des conditions sèches de stockage. Ceci diminue les risques d'infection fongique tout en améliorant la ventilation et/ou les conditions sanitaires de l'entrepôt. Vous trouverez quelques exemples de matières utiles et d'exemple de magasin et de matériaux de stockage proposé par la FAO



Exemples de sacs pouvant contenir les cultures comme l'oignon, le piment ou le chou. Notons que la tomate est contenue dans des caisses.

Figure 1: Exemple de sacs (FAO 1998)

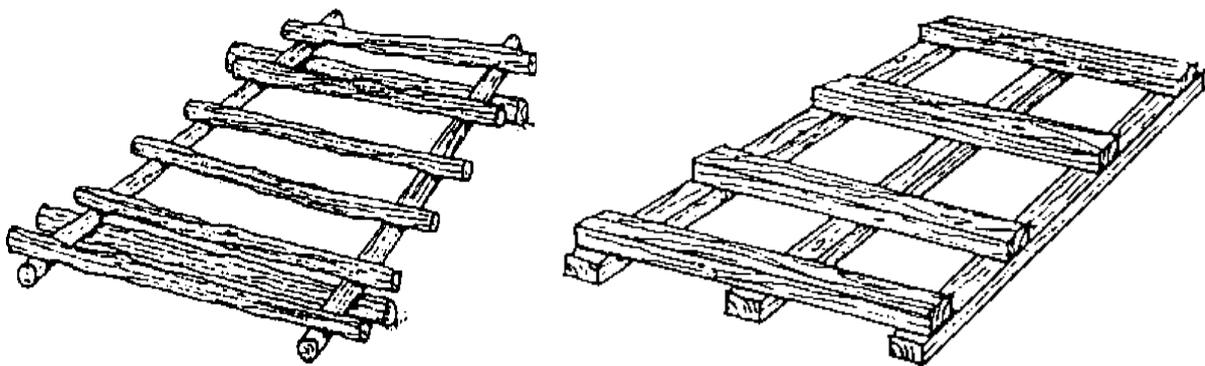


Figure 2: Exemples de support de sacs (FAO 1998)

Exemple de magasin construit par la population locale et avec les matériaux locaux

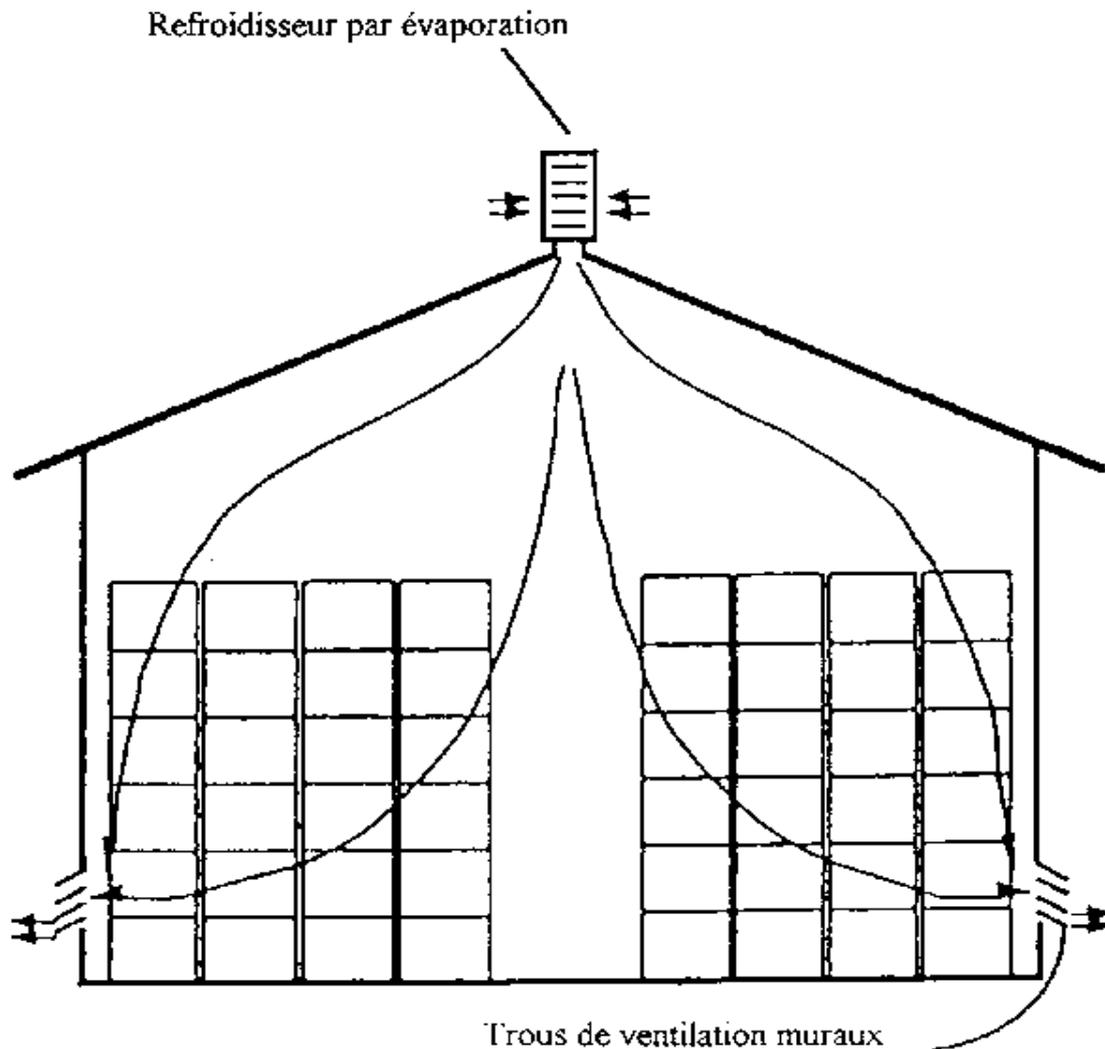


Figure 3: Exemple de magasin (FAO 1998)

- Pour le stockage en vrac des oignons, il faut construire des systèmes de ventilation qui donne de l'air dans le magasin à partir de la partie inférieure. Si les produits sont dans des cartons ou dans des bacs, il faut que l'air puisse circuler librement entre les piles. Il faut empiler les rangées de récipients parallèlement à la direction du courant d'air et il faut les espacer d'environ 15 cm. Il faut fournir une arrivée d'air suffisante à la base de chaque rangée et les récipients doivent être bien ventilés.

2.2. Les méthodes de conservation

La conservation concerne surtout la culture des tomates. En effet, il existe en gros trois (03) techniques de conservation des tomates à savoir :

- **La conservation par stérilisation** : elle consiste à stériliser les tomates et à les conserver dans des boîtes. Elle se fait à l'aide des méthodes locales et avec des matériaux locaux, ne nécessite pas une industrialisation ;
- **Le séchage** : il consiste à couper les tomates et les sécher. Les tomates sont marinées dans l'huile une fois séchées et commercialisées ;
- **La saumure** : Conservation avec de l'eau et du sel (les proportions doivent être choisies à l'usage). L'eau et le sel doivent bien recouvrir les tomates.

Le plan régional de développement de la filière Cultures maraîchères au Bénin (Mars 2011) souligne dans son étude que la commercialisation des tomates séchées engendre d'énormes pertes. Donc la conservation retenue dans ce projet est soit la saumure soit la conservation par stérilisation.

II. ETUDES DE RENTABILITE DE L'INVESTISSEMENT

Dans le présent projet, la ressource en eau est une problématique sérieuse à résoudre. De ce fait, l'objectif de cette étude est de faire une étude comparative de la rentabilité de deux cas d'exploitation. Le premier est l'exploitation des **7ha** irrigable avec la ressource déjà disponible et la deuxième situation est de convaincre le maître d'ouvrage que la rentabilité est plus importante si une grande partie du site est exploitée.

1. Production prévisionnelle

1.1. Superficie de 7ha

Quatre (04) types de cultures sont pris en compte pour l'exploitation du périmètre. En considérant que chaque type occupera le quart de la superficie à savoir **1,7ha** par culture et la pour le riz pluvial en campagne humide. Les productions de chaque culture sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Production prévisionnelle

Cultures	Production (t/ha)	Sup (ha)	Production totale (t)
Oignon	25	1,7	42
Piment	7	1,7	12
Tomate	40	1,7	68
Chou	15	1,7	25
Riz	5	7	34

Source : Fiche technique de chaque culture

Pour la commercialisation :

- Pour l'oignon, 20% de la production sera vendue immédiatement après récolte et 80% conservés pour être vendue en période hivernale qui est une période de pénurie où la vente est plus intéressante. En Mars le kilogramme d'oignon est vendu à 100 F CFA/Kg et en août à 300 F FCA/Kg, totalisant ainsi un gain annuel de **16 331 250 FCFA** ;
- Pour la tomate, elle est le plus souvent vendue fraîche à raison de 375 FCFA/Kg en période de manque et de 150 FCFA/Kg en période de récolte. Concernant le présent projet, la récolte de tomate se fait pratiquement en début saison de pluie donc 50% des récoltes seront vendues à la récolte et le reste en conserve, elle sera vendue à 500 F CFA la boîte totalisant des revenus annuelles de **32 662 500 F CFA** ;
- Le piment est l'un des produits le plus consommé au Bénin. C'est dans ce sens qu'il constitue l'un des produits le plus rentable. En effet, il est vendu à 300 F CFA/kg en

période de manque et à 150 F CFA/kg en période de récolte. Avec cette vente, le projet peut ainsi espérer une rentrée annuelle de **4 748 625 F CFA** ;

- En période de récolte, le chou est vendu à 150 F CFA/kg et en période de manque à 500 F CFA/kg totalisant un profit annuel de **18 843 750 F CFA** ;
- En saison hivernal, le riz pluvial sera cultivé sur tout le périmètre. A raison d'un prix de vente de 200 F CFA/kg, le riz rassemble à lui seul un intérêt annuel de **10 000 000 F CFA**.

L'exploitation du périmètre engendrera un gain de **82 586 125 F CFA**.

1.2. Totalité du périmètre

En suivant les mêmes hypothèses que plus haut, les productions de chaque culture sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Production prévisionnelle de l'extension

Cultures	Production (t/ha)	Sup (ha)	Production totale (t)
Oignon	25	7	169
Piment	7	7	47
Tomate	40	7	270
Chou	15	7	101
Riz	5	20	101

Pour la commercialisation :

- Pour l'oignon, 20% de la production sera vendue immédiatement après récolte et 80% conservés pour être vendue en période hivernale qui est une période de pénurie où la vente est plus intéressante. En Mars le kilogramme d'oignon est vendu à 100 F CFA/Kg et en août à 300 F FCA/Kg, totalisant ainsi un gain annuel de **41 112 500 FCFA** ;
- Pour la tomate, elle est le plus souvent vendue fraîche à raison de 375 FCFA/Kg en période de manque et de 150 FCFA/Kg en période de récolte. Concernant le présent projet, la récolte de tomate se fait pratiquement en début saison de pluie donc 50% des récoltes seront vendues à la récolte et le reste en conserve, elle sera vendue à 500 F CFA la boîte totalisant des revenus annuelles de **82 225 000 F CFA** ;
- Le piment est l'un des produits le plus consommé au Bénin. C'est dans ce sens qu'il constitue l'un des produits le plus rentable. En effet, il est vendu à 300 F CFA/kg en période de manque et à 150 F CFA/kg en période de récolte. Avec cette vente, le projet peut ainsi espérer une rentrée annuelle de **11 954 250 F CFA** ;

- En période de récolte, le chou est vendu à 150 F CFA/kg et en période de manque à 500 F CFA/kg totalisant un profit annuel de **47 437 500 F CFA** ;
- En saison hivernal, le riz pluvial sera cultivé sur tout le périmètre. A raison d'un prix de vente de 200 F CFA/kg, le riz rassemble à lui seul un intérêt annuel de **25 300 000 F CFA**.

L'exploitation du périmètre engendrera un gain de **208 029 250 F CFA**.

NB : Les données sur les prix de vente spéculations sont issues plan régional de développement de la filière Cultures maraîchères au Bénin (Mars 2011)

2. Les charges d'exploitation

2.1. Les charges d'exploitation de 7ha

Les charges d'exploitation considérées sont les intrants, les frais de maintenance, les frais de paie du personnel et la consommation du groupe électrogène.

- Les semences et les engrais sont évalués en quantité par ha en fonction des cultures dont les détails sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 3: Quantités des semences et des engrais à l'hectare

	Oignon	Piment	Tomate	Chou	Riz
Semence (kg)	10	0,8	1	0,5	600
NPK (kg)	1005	1005	1005	754	2000
Urée (kg)	251	126	503	503	750
Sous-Total Intrants	1266300	1131379	1508756	1256753	3350000
Total Intrants	8513188				

Source : Plan Régional de Développement de la Filière Cultures Maraîchères (Mars 2011)

Le Lambda est le pesticide choisi pour la lutte contre les insectes. Il est choisi car il est le plus utilisé au Nord u Bénin. Il faut **28l** de lambda pour l'exploitation des 7ha.

Les prix des intrants ont été estimés à base du document « plan régional de développement de la filière Cultures maraîchères au Bénin » et ceux des semences à partir du site RESIMAO.

Les charges totales des semences et des engrais sont consignés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 4: Charge des semences de 7ha

	riz	Oignon	Piment	Tomate	Chou
Prix unitaire	1000	60000	30000	65000	250000
Prix total	600000	603000	22613	81656	125625
Total	1432894				

Tableau 5: Charge des intrants de 7ha

Désignation	Prix unitaire	Prix total
NPK (kg)	400	2307500
Urée (kg)	400	852750
Lambda (L)	1500	41456
Total	3160250	

NB : Les charges sur les achats des engrais et semences s'élèvent à **4 593 144 F CFA**

- En considérant une durée de pompage de 21h la consommation du groupe électrogène est de 1,6 l/h. En considérant le prix d'un litre d'essence à 600 FCFA, sachant que le nombre d'heures annuel de fonctionnement de pompe est de 7665 heures, le prix annuel de consommation du carburant est de **7 358 400 CFA** ;
- Les frais de maintenance annuel ont été estimés à **75 000 FCFA/ha**, ce qui revient à **750 000 FCFA** ;
- Deux agents de sécurité sont prévus pour assurer la sécurité du matériel. Les frais de gardiennage sont estimés à **30 000 FCFA/mois**. Pour la période des deux campagnes, le montant total revient à **360 000 FCFA** ;
- Un gestionnaire d'équipements pour un salaire de **50 000 FCFA/mois**. Pour l'année, le montant total revient à **600 000 FCFA** ;

La charge totale sur l'exploitation du périmètre est évaluée à **14 336 544 F CFA**.

La rentabilité du projet est évaluée à **113%** sur une durée de retour sur investissement de **4ans**.

2.2. Les charges d'exploitation pour tout le périmètre

Le raisonnement est identique à celui de la partie irrigable avec la ressource déjà disponible (7ha).

Tableau 6: Quantités des semences et des engrais à l'hectare pour tout le périmètre

	Oignon	Piment	Tomate	Choux	Riz
Semence (kg)	25	0,8	3	1,3	1518
NPK (kg)	2530	2530	2530	1898	5060
Urée (kg)	633	316	1265	1265	1897,5
Sous-Total Intrants	3187800	2847004	3798163	3163765	8475500
Total Intrants	21472231				

Si toute fois l'extension sera possible, il faut **70l** de lambda super pour lutter contre les insectes ravageurs de tout le périmètre.

Tableau 7: Prix des semences

	riz	Oignon	Piment	Tomate	Chou
Prix unitaire	1000	60000	30000	65000	250000
Prix total	1518000	1518000	56925	205563	316250
Total	3614738				

Tableau 8: Prix des engrais

Désignation	Prix unitaire	Prix total
NPK (kg)	400	5819000
Urée (kg)	400	2150500
Lambda (L)	1500	104363
Total	7969500	

NB : Les charges sur les achats des engrais et semences s'élèvent à **11 584 238 F CFA**

- En considérant une durée de pompage de 21h la consommation du groupe électrogène est de 1,6 l/h. En considérant le prix d'un litre d'essence à 600 FCFA, sachant que le nombre d'heures annuel de fonctionnement de pompe est de 7665 heures, le prix annuel de consommation du carburant est de **7 358 400 CFA** ;
- Les frais de maintenance annuel ont été estimés à **75 000 FCFA/ha**, ce qui revient à **1 125 000 FCFA** ;
- Deux agents de sécurité sont prévus pour assurer la sécurité du matériel. Les frais du gardiennage sont estimés à **30 000 FCFA/mois**. Pour la période des deux campagnes, le montant total revient à **360 000 FCFA** ;
- Un gestionnaire d'équipements pour un salaire de **50 000 FCFA/mois**. Pour l'année, le montant total revient à **600 000 FCFA** ;

La charge totale sur l'exploitation du périmètre est évaluée à **21 277 638 F CFA**.

En supposant 2ans comme année de récupération, la rentabilité du projet est évaluée à **199%** sur une durée de retour sur investissement de **1ans**.

En faisant la comparaison des deux études, il est plus judicieux d'aménager une plus grande superficie.

ANNEXE 3: Cartes

I. Carte hydrographique de la commune de Matéri

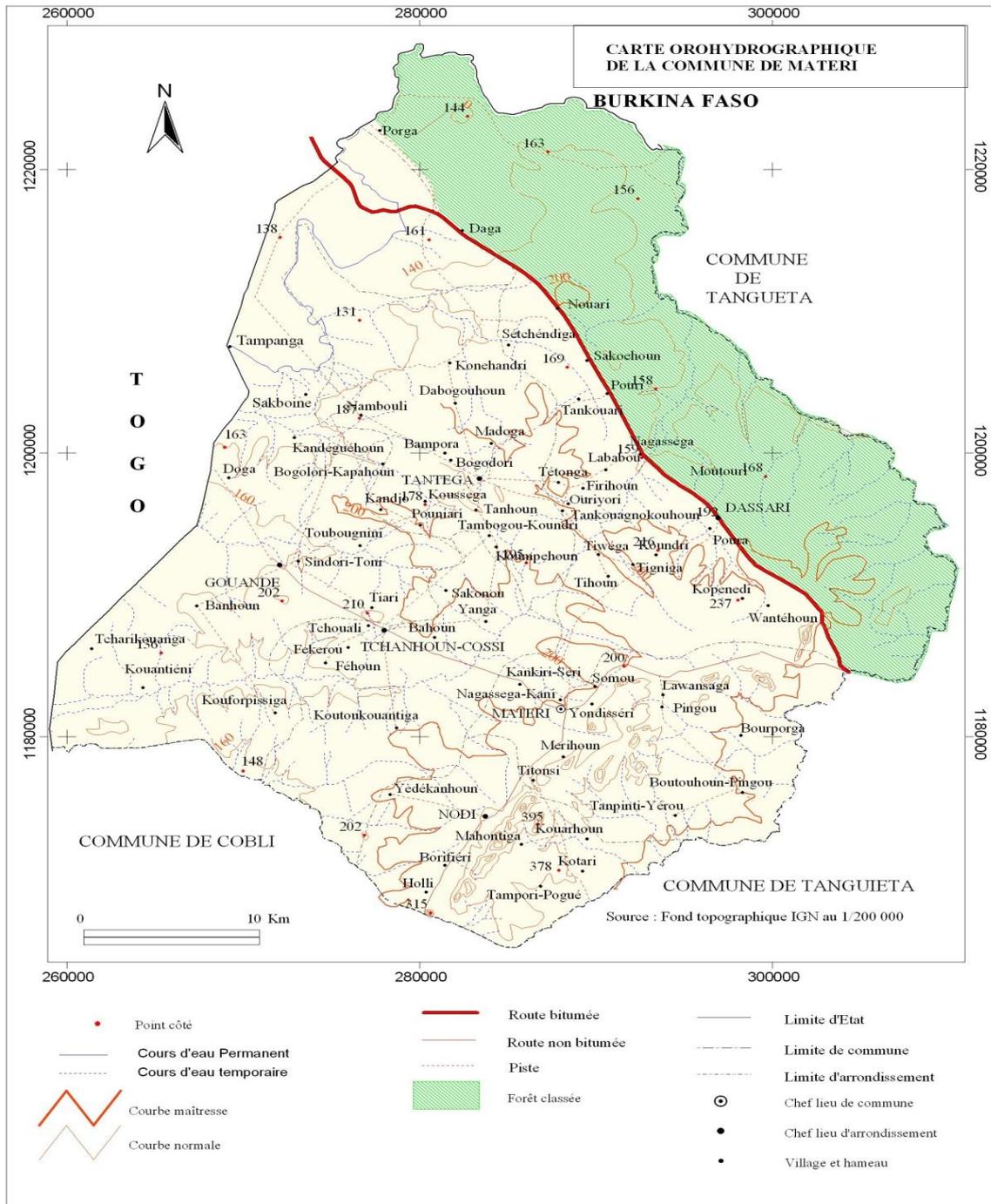


Figure 7: Carte hydrographique de la commune de Matéri (IGN-Bénin)

II. Carte pédologique de la commune de Matéri

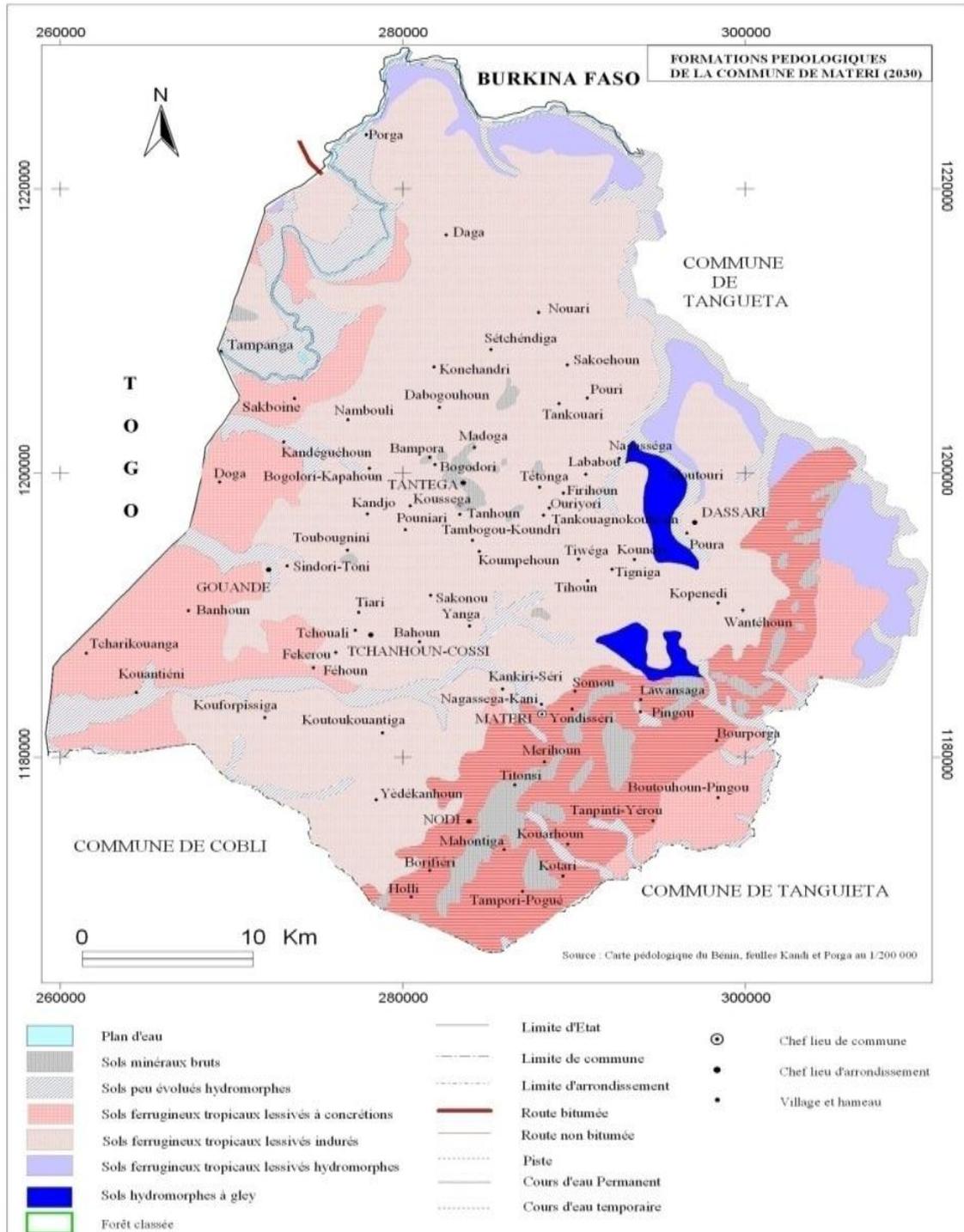


Figure 8: Carte pédologique de la commune de Matéri (IGN-Bénin)

ANNEXE 4 : TABLEAUX

I. Références de la structure d'accueil

Adresse géographique: 878 Rue 29. 34
Tél : (226) 25 36 36 42 Fax : (226) 25 36 86 68
N° I.F.U: 00000 422 N
N° immatriculation CNSS : 23182Y
Boîte Postale : 09 BP 532 Ouagadougou 09
e-mail : ac3e@fasonet.bf/ac3e.burkina@yahoo.fr
N° agrément Fournisseur de l'état : 472/2004

II. Calculs des besoin en eau de chaque culture à chaque période

1. Calcul de besoin en eau de l'oignon

Oignon				
	Décembre	Janvier	Février	Mars
ET0 (mm/j)	4,02	3,43	3,50	4,27
Kc	0,57	0,80	1,05	0,92
ETM (mm/j)	2,3	2,7	3,7	3,9
P (mm/j)	0,04	0,00	0,00	0,00
Pe (mm/j)	0,026	0,000	0,000	0,000
BE (mm/j)	2,25	2,73	3,68	3,91

2. Calcul de besoin en eau du piment

Piment				
	Décembre	Janvier	Février	Mars
ETo (mm/j)	4,02	3,43	3,50	4,27
Kc	0,43	0,75	1,05	0,95
ETM(mm/j)	1,73	2,56	3,68	4,05
P (mm/j)	0,04	0,00	0,00	0,00
Pe (mm/j)	0,025	0,000	0,000	0,000
BE (mm/j)	1,71	2,56	3,68	4,05

3. Calcul de besoin en eau du chou

Chou				
	Décembre	Janvier	Février	Mars
ETo (mm/j)	4,02	3,43	3,50	4,27
Kc	0,58	1,01	1,05	0,93
ETM (mm/j)	2,31	3,47	3,68	3,95
P (mm/j)	0,04	0,00	0,00	0,00
Pe (mm/j)	0,03	0,00	0,00	0,00
BE (mm/j)	2,28	3,47	3,68	3,95

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

4. Calcul de besoin en eau de la tomate

Tomate					
	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
ETo (mm/j)	4,02	3,43	3,50	4,27	5,00
Kc	0,46	0,75	1,04	1,03	0,8
ETM (mm/j)	1,85	2,58	3,63	4,41	4,00
P(mm/j)	0,04	0,00	0,00	0,00	1,08
Pe (mm/j)	0,026	0,000	0,000	0,000	0,646
BE (mm/j)	1,82	2,58	3,63	4,41	3,36

III. Calendriers d'irrigation

1. Calendriers pour 15ha

Parcelles	Décembre								Ordre de jour
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	
P046	7h00min	7h40min	7h00min	7h31min	7h00min	7h41min	7h00min	7h33min	1er jour
P047									
P048									
P049	7h40min	8h20min	7h31min	8h02min	7h41min	8h22min	7h33min	8h06min	
P050									
P051									
P052	8h20min	9h00min	8h02min	9h33min	8h22min	9h03min	8h06min	8h39min	
P053									
P054									
P055	9h00min	9h40min	9h33min	10h04min	9h03min	9h44min	8h39min	9h12min	
P056									
P057									
P058	9h40min	10h20min	10h04min	10h35min	9h44min	10h25min	9h12min	9h45min	
P059									
P060									
P061	10h20min	11h00min	10h35min	11h06min	10h25min	11h06min	9h45min	10h18min	
P062									
P063									
P064	11h00min	11h40min	11h06min	11h37min	11h06min	11h47min	10h18min	10h51min	
P065									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P066										
P067										
P068	11h40min	12h20min	11h37min	12h08min	11h47min	12h28min	10h51min	11h24min		
P069										
P070										
P071	12h20min	13h00min	12h08min	12h39min	12h28min	13h09min	11h24min	11h57min		
P072										
P073										2e jour
P074	7h00min	7h40min	7h00min	7h31min	7h00min	7h41min	7h00min	7h33min		
P075										
P076										
P077	7h40min	8h20min	7h31min	8h02min	7h41min	8h22min	7h33min	8h06min		
P078										
P079										
P080	8h20min	9h00min	8h02min	9h33min	8h22min	9h03min	8h06min	8h39min		
P081										
P082										
P083	9h00min	9h40min	9h33min	10h04min	9h03min	9h44min	8h39min	9h12min		
P084										
P085										
P086	9h40min	10h20min	10h04min	10h35min	9h44min	10h25min	9h12min	9h45min		
P087										
P088										
P089	10h20min	11h00min	10h35min	11h06min	10h25min	11h06min	9h45min	10h18min		
P090										
P091	11h00min	11h40min	11h06min	11h37min	11h06min	11h47min	10h18min	10h51min		
P092										

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P093										
P094										
P095	11h40min	12h20min	11h37min	12h08min	11h47min	12h28min	10h51min	11h24min		
P096										
P097										
P098	12h20min	13h00min	12h08min	12h39min	12h28min	13h09min	11h24min	11h57min		
P099										
P100										
P101	7h00min	7h40min	7h00min	7h31min	7h00min	7h41min	7h00min	7h33min		
P102										
P103										
P104	7h40min	8h20min	7h31min	8h02min	7h41min	8h22min	7h33min	8h06min		
P105										
P106										
P107	8h20min	9h00min	8h02min	9h33min	8h22min	9h03min	8h06min	8h39min		
P108										
P109										
P110	9h00min	9h40min	9h33min	10h04min	9h03min	9h44min	8h39min	9h12min	3e jour	
P111										
P112										
P113	9h40min	10h20min	10h04min	10h35min	9h44min	10h25min	9h12min	9h45min		
P114										
P115										
P116	10h20min	11h00min	10h35min	11h06min	10h25min	11h06min	9h45min	10h18min		
P117										
P118	11h00min	11h40min	11h06min	11h37min	11h06min	11h47min	10h18min	10h51min		
P119										

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P120									
P121									
P122	11h40min	12h20min	11h37min	12h08min	11h47min	12h28min	10h51min	11h24min	
P123									
P124									
P125	12h20min	13h00min	12h08min	12h39min	12h28min	13h09min	11h24min	11h57min	
P126									

Janvier									
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Ordre de jour
P046									1er jour
P047	7h00min	7h49min	7h00min	7h46min	6h00min	7h02min	7h00min	7h46min	
P048									
P049									
P050	7h49min	8h38min	7h46min	8h32min	7h02min	8h04min	7h46min	8h32min	
P051									
P052									
P053	8h38min	9h27min	8h32min	9h18min	8h04min	9h06min	8h32min	9h18min	
P054									
P055									
P056	9h27min	10h16min	9h18min	10h04min	9h06min	10h08min	9h18min	10h04min	
P057									
P058									
P059	10h16min	11h05min	10h04min	10h50min	10h08min	11h10min	10h04min	10h50min	
P060									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P061									
P062	11h05min	11h54min	10h50min	11h36min	11h10min	12h12min	10h50min	11h36min	
P063									
P064									
P065	11h54min	12h43min	11h36min	12h22min	12h12min	13h14min	11h36min	12h22min	
P066									
P067									
P068	12h43min	13h32min	12h22min	13h08min	13h14min	14h16min	12h22min	13h08min	
P069									
P070									
P071	13h32min	14h21min	13h08min	13h54min	14h16min	15h18min	13h08min	13h54min	
P072									
P073									2e jour
P074	7h00min	7h49min	7h00min	7h46min	6h00min	7h02min	7h00min	7h46min	
P075									
P076									
P077	7h49min	8h38min	7h46min	8h32min	7h02min	8h04min	7h46min	8h32min	
P078									
P079									
P080	8h38min	9h27min	8h32min	9h18min	8h04min	9h06min	8h32min	9h18min	
P081									
P082									
P083	9h27min	10h16min	9h18min	10h04min	9h06min	10h08min	9h18min	10h04min	
P084									
P085									
P086	10h16min	11h05min	10h04min	10h50min	10h08min	11h10min	10h04min	10h50min	
P087									
P088	11h05min	11h54min	10h50min	11h36min	11h10min	12h12min	10h50min	11h36min	
P089									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P090										
P091										
P092	11h54min	12h43min	11h36min	12h22min	12h12min	13h14min	11h36min	12h22min		
P093										
P094										
P095	12h43min	13h32min	12h22min	13h08min	13h14min	14h16min	12h22min	13h08min		
P096										
P097										
P098	13h32min	14h21min	13h08min	13h54min	14h16min	15h18min	13h08min	13h54min		
P099										
P100										
P101	7h00min	7h49min	7h00min	7h46min	6h00min	7h02min	7h00min	7h46min		
P102										
P103										
P104	7h49min	8h38min	7h46min	8h32min	7h02min	8h04min	7h46min	8h32min		
P105										
P106										
P107	8h38min	9h27min	8h32min	9h18min	8h04min	9h06min	8h32min	9h18min		
P108										
P109										
P110	9h27min	10h16min	9h18min	10h04min	9h06min	10h08min	9h18min	10h04min	3e jour	
P111										
P112										
P113	10h16min	11h05min	10h04min	10h50min	10h08min	11h10min	10h04min	10h50min		
P114										
P115										
P116	11h05min	11h54min	10h50min	11h36min	11h10min	12h12min	10h50min	11h36min		
P117										
P118	11h54min	12h43min	11h36min	12h22min	12h12min	13h14min	11h36min	12h22min		

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P119								
P120								
P121								
P122	12h43min	13h32min	12h22min	13h08min	13h14min	14h16min	12h22min	13h08min
P123								
P124								
P125	13h32min	14h21min	13h08min	13h54min	14h16min	15h18min	13h08min	13h54min
P126								

Février									
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Ordre de jour
P046	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h05min	1er jour
P047									
P048									
P049	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h05min	8h10min	
P050									
P051									
P052	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h10min	9h15min	
P053									
P054									
P055	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h15min	10h20min	
P056									
P057									
P058	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h20min	11h25min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P059									
P060									
P061									
P062	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h25min	12h30min	
P063									
P064									
P065	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h30min	13h35min	
P066									
P067									
P068	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h35min	14h40min	
P069									
P070									
P071	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h40min	15h45min	
P072									
P073									
P074	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h05min	
P075									
P076									
P077	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h05min	8h10min	
P078									
P079									
P080	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h10min	9h15min	
P081									
P082									
P083	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h15min	10h20min	
P084									

2e jour

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P085	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h20min	11h25min	
P086									
P087									
P088	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h25min	12h30min	
P089									
P090									
P091	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h30min	13h35min	
P092									
P093									
P094	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h35min	14h40min	
P095									
P096									
P097	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h40min	15h45min	
P098									
P099									
P100	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h06min	6h00min	7h05min	3e jour
P101									
P102									
P103	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h06min	8h12min	7h05min	8h10min	
P104									
P105									
P106	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h12min	9h18min	8h10min	9h15min	
P107									
P108									
P109	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h18min	10h24min	9h15min	10h20min	
P110									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P111									
P112									
P113	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h24min	11h30min	10h20min	11h25min	
P114									
P115									
P116	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h30min	12h36min	11h25min	12h30min	
P117									
P118									
P119	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h36min	13h42min	12h30min	13h35min	
P120									
P121									
P122	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h42min	14h48min	13h35min	14h40min	
P123									
P124									
P125	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h48min	15h54min	14h40min	15h45min	
P126									

Mars									
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Ordre de jour
P046	6h00min	7h10min	6h00min	7h12min	6h00min	7h10min	6h00min	7h19min	1er jour
P047									
P048									
P049	7h10min	8h20min	7h12min	8h24min	7h10min	8h20min	7h19min	8h38min	
P050									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P051									
P052									
P053	8h20min	9h30min	8h24min	9h36min	8h20min	9h30min	8h38min	9h57min	
P054									
P055									
P056	9h30min	10h40min	9h36min	10h48min	9h30min	10h40min	9h57min	11h16min	
P057									
P058									
P059	10h40min	11h50min	10h48min	12h00min	10h40min	11h50min	11h16min	12h35min	
P060									
P061									
P062	11h50min	13h00min	12h00min	13h12min	11h50min	13h00min	12h35min	13h54min	
P063									
P064									
P065	13h00min	14h10min	13h12min	14h24min	13h00min	14h10min	13h54min	14h13min	
P066									
P067									
P068	14h10min	15h20min	14h24min	15h36min	14h10min	15h20min	14h13min	15h32min	
P069									
P070									
P071	15h20min	16h30min	15h36min	16h48min	15h20min	16h30min	15h32min	16h51min	
P072									
P073									
P074	6h00min	7h10min	6h00min	7h12min	6h00min	7h10min	6h00min	7h19min	
P075									
P076	7h10min	8h20min	7h12min	8h24min	7h10min	8h20min	7h19min	8h38min	
P077									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P078									
P079									
P080	8h20min	9h30min	8h24min	9h36min	8h20min	9h30min	8h38min	9h57min	
P081									
P082									
P083	9h30min	10h40min	9h36min	10h48min	9h30min	10h40min	9h57min	11h16min	
P084									
P085									
P086	10h40min	11h50min	10h48min	12h00min	10h40min	11h50min	11h16min	12h35min	
P087									
P088									
P089	11h50min	13h00min	12h00min	13h12min	11h50min	13h00min	12h35min	13h54min	
P090									
P091									
P092	13h00min	14h10min	13h12min	14h24min	13h00min	14h10min	13h54min	14h13min	
P093									
P094									
P095	14h10min	15h20min	14h24min	15h36min	14h10min	15h20min	14h13min	15h32min	
P096									
P097									
P098	15h20min	16h30min	15h36min	16h48min	15h20min	16h30min	15h32min	16h51min	
P099									
P100									
P101	6h00min	7h10min	6h00min	7h12min	6h00min	7h10min	6h00min	7h19min	3e jour
P102									
P103	7h10min	8h20min	7h12min	8h24min	7h10min	8h20min	7h19min	8h38min	
P104									

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P105									
P106									
P107	8h20min	9h30min	8h24min	9h36min	8h20min	9h30min	8h38min	9h57min	
P108									
P109									
P110	9h30min	10h40min	9h36min	10h48min	9h30min	10h40min	9h57min	11h16min	
P111									
P112									
P113	10h40min	11h50min	10h48min	12h00min	10h40min	11h50min	11h16min	12h35min	
P114									
P115									
P116	11h50min	13h00min	12h00min	13h12min	11h50min	13h00min	12h35min	13h54min	
P117									
P118									
P119	13h00min	14h10min	13h12min	14h24min	13h00min	14h10min	13h54min	14h13min	
P120									
P121									
P122	14h10min	15h20min	14h24min	15h36min	14h10min	15h20min	14h13min	15h32min	
P123									
P124									
P125	15h20min	16h30min	15h36min	16h48min	15h20min	16h30min	15h32min	16h51min	
P126									

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

		Avril		
		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Ordre de jour	
P046	7h00min	8h00min	1er jour	
P047				
P048				
P049	8h00min	9h00min		
P050				
P051				
P052	9h00min	10h00min		
P053				
P054				
P055	10h00min	11h00min		
P056				
P057				
P058	11h00min	12h00min		
P059				
P060				
P061	12h00min	113h00min		
P062				
P063				
P064	113h00min	14h00min		
P065				
P066				
P067	14h00min	15h00min		
P068				
P069				
P070	15h00min	16h00min		
P071				
P072				
P073	7h00min	8h00min	2e jour	
P074				
P075				
P076	8h00min	9h00min		
P077				
P078				
P079	9h00min	10h00min		
P080				
P081				
P082	10h00min	11h00min		
P083				
P084				
P085	11h00min	12h00min		

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

P086				
P087				
P088	12h00min	113h00min		
P089				
P090				
P091	113h00min	14h00min		
P092				
P093				
P094	14h00min	15h00min		
P095				
P096				
P097	15h00min	16h00min		
P098				
P099				
P100	7h00min	8h00min		3e jour
P101				
P102				
P103	8h00min	9h00min		
P104				
P105				
P106	9h00min	10h00min		
P107				
P108				
P109	10h00min	11h00min		
P110				
P111				
P112	11h00min	12h00min		
P113				
P114				
P115	12h00min	113h00min		
P116				
P117				
P118	113h00min	14h00min		
P119				
P120				
P121	14h00min	15h00min		
P122				
P123				
P124	15h00min	16h00min		
P125				
P126				

2. Calendriers pour 10ha

Parcelles	Décembre								Ordre de jour
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	
P001	7h00min	7h24min	7h00min	7h18min	7h00min	7h24min	7h00min	7h14min	1er jour
P002	7h24min	7h48min	7h18min	7h36min	7h24min	7h48min	7h14min	7h28min	
P003	7h48min	8h12min	7h36min	7h54min	7h48min	8h12min	7h28min	7h42min	
P004	8h12min	8h36min	7h54min	8h12min	8h12min	8h36min	7h42min	7h56min	
P005	8h36min	9h00min	8h12min	8h30min	8h36min	9h00min	7h56min	8h10min	
P006	9h00min	9h24min	8h30min	8h48min	9h00min	9h24min	8h10min	8h24min	
P007	9h24min	9h48min	8h48min	9h06min	9h24min	9h48min	8h24min	8h38min	
P008	9h48min	10h12min	9h06min	9h24min	9h48min	10h12min	8h38min	8h52min	
P009	10h12min	10h36min	9h24min	9h42min	10h12min	10h36min	8h52min	9h06min	
P010	10h36min	11h00min	9h42min	10h00min	10h36min	11h00min	9h06min	9h20min	
P011	11h00min	11h24min	10h00min	10h18min	11h00min	11h24min	9h20min	9h34min	
P012	11h24min	11h48min	10h18min	10h36min	11h24min	11h48min	9h34min	9h48min	
P013	11h48min	12h12min	10h36min	10h54min	11h48min	12h12min	9h48min	10h02min	
P014	12h12min	12h36min	10h54min	11h12min	12h12min	12h36min	10h02min	10h16min	
P015	12h36min	13h00min	11h12min	11h30min	12h36min	13h00min	10h16min	10h30min	
P016	7h00min	7h24min	7h00min	7h18min	7h00min	7h24min	10h30min	10h44min	2e jour
P017	7h24min	7h48min	7h18min	7h36min	7h24min	7h48min	10h44min	10h58min	
P018	7h48min	8h12min	7h36min	7h54min	7h48min	8h12min	10h58min	11h12min	
P019	8h12min	8h36min	7h54min	8h12min	8h12min	8h36min	11h12min	11h26min	
P020	8h36min	9h00min	8h12min	8h30min	8h36min	9h00min	11h26min	11h40min	
P021	9h00min	9h24min	8h30min	8h48min	9h00min	9h24min	11h40min	12h54min	
P022	9h24min	9h48min	8h48min	9h06min	9h24min	9h48min	12h54min	13h08min	
P023	9h48min	10h12min	9h06min	9h24min	9h48min	10h12min	7h00min	7h14min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P024	10h12min	10h36min	9h24min	9h42min	10h12min	10h36min	7h14min	7h28min		
P025	10h36min	11h00min	9h42min	10h00min	10h36min	11h00min	7h28min	7h42min		
P026	11h00min	11h24min	10h00min	10h18min	11h00min	11h24min	7h42min	7h56min		
P027	11h24min	11h48min	10h18min	10h36min	11h24min	11h48min	7h56min	8h10min		
P028	11h48min	12h12min	10h36min	10h54min	11h48min	12h12min	8h10min	8h24min		
P029	12h12min	12h36min	10h54min	11h12min	12h12min	12h36min	8h24min	8h38min		
P030	12h36min	13h00min	11h12min	11h30min	12h36min	13h00min	8h38min	8h52min		
P031	7h00min	7h24min	7h00min	7h18min	7h00min	7h24min	8h52min	9h06min		3e jour
P032	7h24min	7h48min	7h18min	7h36min	7h24min	7h48min	9h06min	9h20min		
P033	7h48min	8h12min	7h36min	7h54min	7h48min	8h12min	9h20min	9h34min		
P034	8h12min	8h36min	7h54min	8h12min	8h12min	8h36min	9h34min	9h48min		
P035	8h36min	9h00min	8h12min	8h30min	8h36min	9h00min	9h48min	10h02min		
P036	9h00min	9h24min	8h30min	8h48min	9h00min	9h24min	10h02min	10h16min		
P037	9h24min	9h48min	8h48min	9h06min	9h24min	9h48min	10h16min	10h30min		
P038	9h48min	10h12min	9h06min	9h24min	9h48min	10h12min	10h30min	10h44min		
P039	10h12min	10h36min	9h24min	9h42min	10h12min	10h36min	10h44min	10h58min		
P040	10h36min	11h00min	9h42min	10h00min	10h36min	11h00min	10h58min	11h12min		
P041	11h00min	11h24min	10h00min	10h18min	11h00min	11h24min	11h12min	11h26min		
P042	11h24min	11h48min	10h18min	10h36min	11h24min	11h48min	11h26min	11h40min		
P043	11h48min	12h12min	10h36min	10h54min	11h48min	12h12min	11h40min	12h54min		
P044	12h12min	12h36min	10h54min	11h12min	12h12min	12h36min	12h54min	13h08min		
P045	12h36min	13h00min	11h12min	11h30min	12h36min	13h00min	7h00min	7h14min		

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Janvier									
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Ordre de jour
P001	7h00min	7h29min	7h00min	7h37min	7h00min	7h29min	7h00min	7h20min	1er jour
P002	7h29min	7h58min	7h37min	8h14min	7h29min	7h58min	7h20min	7h40min	
P003	7h58min	8h27min	8h14min	8h51min	7h58min	8h27min	7h40min	8h00min	
P004	8h27min	8h56min	8h51min	9h28min	8h27min	8h56min	8h00min	8h20min	
P005	8h56min	9h25min	9h28min	10h05min	8h56min	9h25min	8h20min	8h40min	
P006	9h25min	9h54min	10h05min	10h42min	9h25min	9h54min	8h40min	9h00min	
P007	9h54min	10h23min	10h42min	11h19min	9h54min	10h23min	9h00min	9h20min	
P008	10h23min	10h52min	11h19min	11h56min	10h23min	10h52min	9h20min	9h40min	
P009	10h52min	11h21min	11h56min	12h33min	10h52min	11h21min	9h40min	10h00min	
P010	11h21min	11h50min	12h33min	13h10min	11h21min	11h50min	10h00min	10h20min	
P011	11h50min	12h19min	13h10min	13h47min	11h50min	12h19min	10h20min	10h40min	
P012	12h19min	12h48min	13h47min	14h24min	12h19min	12h48min	10h40min	11h00min	
P013	12h48min	13h17min	14h24min	15h01min	12h48min	13h17min	11h00min	11h20min	
P014	13h17min	13h46min	15h01min	15h38min	13h17min	13h46min	11h20min	12h40min	
P015	13h46min	14h15min	15h38min	16h15min	13h46min	14h15min	12h40min	13h00min	
P016	7h00min	7h29min	7h00min	7h37min	7h00min	7h29min	7h00min	7h20min	2e jour
P017	7h29min	7h58min	7h37min	8h14min	7h29min	7h58min	7h20min	7h40min	
P018	7h58min	8h27min	8h14min	8h51min	7h58min	8h27min	7h40min	8h00min	
P019	8h27min	8h56min	8h51min	9h28min	8h27min	8h56min	8h00min	8h20min	
P020	8h56min	9h25min	9h28min	10h05min	8h56min	9h25min	8h20min	8h40min	
P021	9h25min	9h54min	10h05min	10h42min	9h25min	9h54min	8h40min	9h00min	
P022	9h54min	10h23min	10h42min	11h19min	9h54min	10h23min	9h00min	9h20min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P023	10h23min	10h52min	11h19min	11h56min	10h23min	10h52min	9h20min	9h40min	3e jour
P024	10h52min	11h21min	11h56min	12h33min	10h52min	11h21min	9h40min	10h00min	
P025	11h21min	11h50min	12h33min	13h10min	11h21min	11h50min	10h00min	10h20min	
P026	11h50min	12h19min	13h10min	13h47min	11h50min	12h19min	10h20min	10h40min	
P027	12h19min	12h48min	13h47min	14h24min	12h19min	12h48min	10h40min	11h00min	
P028	12h48min	13h17min	14h24min	15h01min	12h48min	13h17min	11h00min	11h20min	
P029	13h17min	13h46min	15h01min	15h38min	13h17min	13h46min	11h20min	12h40min	
P030	13h46min	14h15min	15h38min	16h15min	13h46min	14h15min	12h40min	13h00min	
P031	7h00min	7h29min	7h00min	7h37min	7h00min	7h29min	7h00min	7h20min	
P032	7h29min	7h58min	7h37min	8h14min	7h29min	7h58min	7h20min	7h40min	
P033	7h58min	8h27min	8h14min	8h51min	7h58min	8h27min	7h40min	8h00min	
P034	8h27min	8h56min	8h51min	9h28min	8h27min	8h56min	8h00min	8h20min	
P035	8h56min	9h25min	9h28min	10h05min	8h56min	9h25min	8h20min	8h40min	
P036	9h25min	9h54min	10h05min	10h42min	9h25min	9h54min	8h40min	9h00min	
P037	9h54min	10h23min	10h42min	11h19min	9h54min	10h23min	9h00min	9h20min	
P038	10h23min	10h52min	11h19min	11h56min	10h23min	10h52min	9h20min	9h40min	
P039	10h52min	11h21min	11h56min	12h33min	10h52min	11h21min	9h40min	10h00min	
P040	11h21min	11h50min	12h33min	13h10min	11h21min	11h50min	10h00min	10h20min	
P041	11h50min	12h19min	13h10min	13h47min	11h50min	12h19min	10h20min	10h40min	
P042	12h19min	12h48min	13h47min	14h24min	12h19min	12h48min	10h40min	11h00min	
P043	12h48min	13h17min	14h24min	15h01min	12h48min	13h17min	11h00min	11h20min	
P044	13h17min	13h46min	15h01min	15h38min	13h17min	13h46min	11h20min	12h40min	
P045	13h46min	14h15min	15h38min	16h15min	13h46min	14h15min	12h40min	13h00min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Février									
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
Parcelles	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Ordre de jour
P001	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	1er jour
P002	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	
P003	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	
P004	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	
P005	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	
P006	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	
P007	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	
P008	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	
P009	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	
P010	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	
P011	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	
P012	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	
P013	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	
P014	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	
P015	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	
P016	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	2e jour
P017	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	
P018	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	
P019	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	
P020	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	
P021	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	
P022	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P023	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	
P024	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	
P025	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	
P026	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	
P027	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	
P028	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	
P029	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	
P030	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	
P031	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	7h00min	7h39min	
P032	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	7h39min	8h18min	
P033	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	8h18min	8h57min	
P034	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	8h57min	9h36min	
P035	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	9h36min	10h15min	
P036	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	10h15min	10h54min	
P037	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	10h54min	11h33min	
P038	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	11h33min	12h12min	
P039	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	12h12min	12h51min	
P040	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	12h51min	13h30min	
P041	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	13h30min	14h09min	
P042	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	14h09min	14h48min	
P043	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	14h48min	15h27min	
P044	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	15h27min	16h06min	
P045	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	16h06min	16h45min	

3e jour

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Parcelles	Mars								Ordre de jour
	Oignon		Piment		Chou		Tomate		
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	
P001	6h00min	6h42min	6h00min	6h43min	6h00min	6h42min	6h00min	6h47min	1er jour
P002	6h42min	7h24min	6h43min	7h26min	6h42min	7h24min	6h47min	7h34min	
P003	7h24min	8h06min	7h26min	8h09min	7h24min	8h06min	7h34min	8h21min	
P004	8h06min	9h48min	8h09min	9h52min	8h06min	9h48min	8h21min	9h08min	
P005	9h48min	10h30min	9h52min	10h35min	9h48min	10h30min	9h08min	9h55min	
P006	10h30min	11h12min	10h35min	11h18min	10h30min	11h12min	9h55min	10h42min	
P007	11h12min	11h54min	11h18min	12h01min	11h12min	11h54min	10h42min	11h29min	
P008	11h54min	12h36min	12h01min	12h44min	11h54min	12h36min	11h29min	12h16min	
P009	12h36min	13h18min	12h44min	13h27min	12h36min	13h18min	12h16min	13h03min	
P010	13h18min	14h00min	13h27min	14h10min	13h18min	14h00min	13h03min	13h50min	
P011	14h00min	14h42min	14h10min	14h53min	14h00min	14h42min	13h50min	14h37min	
P012	14h42min	15h24min	14h53min	15h36min	14h42min	15h24min	14h37min	15h24min	
P013	15h24min	16h06min	15h36min	16h19min	15h24min	16h06min	15h24min	16h11min	
P014	16h06min	16h48min	16h19min	17h02min	16h06min	16h48min	16h11min	16h58min	
P015	16h48min	17h30min	17h02min	17h45min	16h48min	17h30min	16h58min	17h45min	
P016	6h00min	6h42min	6h00min	6h43min	6h00min	6h42min	6h00min	6h47min	2e jour
P017	6h42min	7h24min	6h43min	7h26min	6h42min	7h24min	6h47min	7h34min	
P018	7h24min	8h06min	7h26min	8h09min	7h24min	8h06min	7h34min	8h21min	
P019	8h06min	9h48min	8h09min	9h52min	8h06min	9h48min	8h21min	9h08min	
P020	9h48min	10h30min	9h52min	10h35min	9h48min	10h30min	9h08min	9h55min	
P021	10h30min	11h12min	10h35min	11h18min	10h30min	11h12min	9h55min	10h42min	
P022	11h12min	11h54min	11h18min	12h01min	11h12min	11h54min	10h42min	11h29min	
P023	11h54min	12h36min	12h01min	12h44min	11h54min	12h36min	11h29min	12h16min	
P024	12h36min	13h18min	12h44min	13h27min	12h36min	13h18min	12h16min	13h03min	
P025	13h18min	14h00min	13h27min	14h10min	13h18min	14h00min	13h03min	13h50min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P026	14h00min	14h42min	14h10min	14h53min	14h00min	14h42min	13h50min	14h37min	
P027	14h42min	15h24min	14h53min	15h36min	14h42min	15h24min	14h37min	15h24min	
P028	15h24min	16h06min	15h36min	16h19min	15h24min	16h06min	15h24min	16h11min	
P029	16h06min	16h48min	16h19min	17h02min	16h06min	16h48min	16h11min	16h58min	
P030	16h48min	17h30min	17h02min	17h45min	16h48min	17h30min	16h58min	17h45min	
P031	6h00min	6h42min	6h00min	6h43min	6h00min	6h42min	6h00min	6h47min	3e jour
P032	6h42min	7h24min	6h43min	7h26min	6h42min	7h24min	6h47min	7h34min	
P033	7h24min	8h06min	7h26min	8h09min	7h24min	8h06min	7h34min	8h21min	
P034	8h06min	9h48min	8h09min	9h52min	8h06min	9h48min	8h21min	9h08min	
P035	9h48min	10h30min	9h52min	10h35min	9h48min	10h30min	9h08min	9h55min	
P036	10h30min	11h12min	10h35min	11h18min	10h30min	11h12min	9h55min	10h42min	
P037	11h12min	11h54min	11h18min	12h01min	11h12min	11h54min	10h42min	11h29min	
P038	11h54min	12h36min	12h01min	12h44min	11h54min	12h36min	11h29min	12h16min	
P039	12h36min	13h18min	12h44min	13h27min	12h36min	13h18min	12h16min	13h03min	
P040	13h18min	14h00min	13h27min	14h10min	13h18min	14h00min	13h03min	13h50min	
P041	14h00min	14h42min	14h10min	14h53min	14h00min	14h42min	13h50min	14h37min	
P042	14h42min	15h24min	14h53min	15h36min	14h42min	15h24min	14h37min	15h24min	
P043	15h24min	16h06min	15h36min	16h19min	15h24min	16h06min	15h24min	16h11min	
P044	16h06min	16h48min	16h19min	17h02min	16h06min	16h48min	16h11min	16h58min	
P045	16h48min	17h30min	17h02min	17h45min	16h48min	17h30min	16h58min	17h45min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

Avril			
Tomate			
Parcelles	Début	Fin	Ordre de jour
P001	7h00min	7h36min	1er jour
P002	7h36min	8h12min	
P003	8h12min	8h48min	
P004	8h48min	9h24min	
P005	9h24min	10h00min	
P006	10h00min	10h36min	
P007	10h36min	11h12min	
P008	11h12min	11h48min	
P009	11h48min	12h24min	
P010	12h24min	13h00min	
P011	13h00min	13h36min	
P012	13h36min	14h12min	
P013	14h12min	14h48min	
P014	14h48min	15h24min	
P015	15h24min	16h00min	
P016	16h00min	13h24min	2e jour
P017	13h24min	13h48min	
P018	13h48min	14h12min	
P019	14h12min	14h36min	
P020	14h36min	15h00min	
P021	15h00min	15h24min	
P022	15h24min	16h48min	

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

P023	7h00min	7h24min		
P024	7h24min	7h48min		
P025	7h48min	8h12min		
P026	8h12min	8h36min		
P027	8h36min	9h00min		
P028	9h00min	9h24min		
P029	9h24min	9h48min		
P030	9h48min	10h12min		
P031	10h12min	10h36min		3e jour
P032	10h36min	11h00min		
P033	11h00min	11h24min		
P034	11h24min	11h48min		
P035	11h48min	12h12min		
P036	12h12min	12h36min		
P037	12h36min	13h00min		
P038	13h00min	13h24min		
P039	13h24min	13h48min		
P040	13h48min	14h12min		
P041	14h12min	14h36min		
P042	14h36min	15h00min		
P043	15h00min	15h24min		
P044	15h24min	16h48min		
P045	7h00min	7h24min		

IV. Dimensionnement des conduites d'irrigation

1. Dimensionnement des conduites secondaires connectées à la conduite principale 1 (cas de 10 ha)

❖ Dimensionnement de la conduite secondaire 1

N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	148,931	15	138	133,8	0,0073	0	0,2605	149,43	0,49	1,07
Prise 1 sur CS.1	32,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,2605	0,0887	147,72	0,40	1,07
Prise 2 sur CS.1	43,30	148,676	15	138	133,8	0,0073	0,3492	0,2500	149,08	0,40	1,07
Prise 3 sur CS.1	74,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,5991	0,2500	147,72	0,40	1,07
Prise 4 sur CS.1	105,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,8491	0,2500	147,72	0,40	1,07
Prise 5 sur CS.1	136,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,0991	0,2500	147,72	0,40	1,07
Prise 6 sur CS.1	167,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,3490	0,2500	147,72	0,40	1,07
Prise 7 sur CS.1	198,30	147,320	15	138	133,8	0,0073	1,5990	0,2500	147,72	0,40	1,07

❖ Dimensionnement de la conduite secondaire 2

N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	148,888	15	138	133,8	0,0073	0,0000	0,1000	149,558	0,67	1,07
Prise 1 sur CS.2	12,40	148,866	15	138	133,8	0,0073	0,1000	0,2500	149,266	0,40	1,07
Prise 2 sur CS.2	43,40	148,808	15	138	133,8	0,0073	0,3500	0,2500	149,208	0,40	1,07
Prise 3 sur CS.2	74,40	148,263	15	138	133,8	0,0073	0,5999	0,2500	148,663	0,40	1,07
Prise 4 sur CS.2	105,40	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,8499	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 5 sur CS.2	136,40	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,0999	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 6 sur CS.2	167,40	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,3498	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 7 sur CS.2	198,40	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,5998	0,2500	147,724	0,40	1,07

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 3**

N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	148,440	15	138	133,8	0,0073	0	0,1879	148,440	0,00	1,07
Prise 1 sur CS.3	23,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,1879	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 2 sur CS.3	54,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,4379	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 3 sur CS.3	85,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	0,6878	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 4 sur CS.3	116,30	147,626	15	138	133,8	0,0073	0,9378	0,2500	148,026	0,40	1,07
Prise 5 sur CS.3	147,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,1878	0,2500	147,724	0,40	1,07
Prise 6 sur CS.3	178,30	147,324	15	138	133,8	0,0073	1,4377	0,2500	147,724	0,40	1,07

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 4**

N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	148,120	15	138	133,8	0,0073	0	0,1032	148,561	0,44	1,07
Prise 1 sur CS.4	12,80	148,058	15	138	133,8	0,0073	0,103	0,2500	148,458	0,40	1,07
Prise 2 sur CS.4	43,80	147,546	15	138	133,8	0,0073	0,353	0,2500	147,946	0,40	1,07
Prise 3 sur CS.4	74,80	147,412	15	138	133,8	0,0073	0,603	0,2500	147,812	0,40	1,07
Prise 4 sur CS.4	105,80	147,388	15	138	133,8	0,0073	0,853	0,2500	147,788	0,40	1,07
Prise 5 sur CS.4	136,80	147,122	15	138	133,8	0,0073	1,103	0,2500	147,522	0,40	1,07
Prise 6 sur CS.4	167,80	147,078	15	138	133,8	0,0073	1,353	0,2500	147,478	0,40	1,07

2. Dimensionnement des conduites secondaires connectées à la conduite principale (cas de 15ha)

❖ Dimensionnement de la conduite secondaire 1

N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	147,320	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	147,73	0,41	1
Prise 1 sur CS.1	7,00	147,324	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	147,72	0,40	1
Prise 2 sur CS.1	58,00	146,791	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	147,19	0,40	1
Prise 3 sur CS.1	109,00	146,791	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	147,19	0,40	1
Prise 4 sur CS.1	160,00	146,849	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	147,25	0,40	1
Prise 5 sur CS.1	211,00	146,792	30	195	238,2	0,0014	0,3140		147,19	0,40	1

❖ Dimensionnement de la conduite secondaire 2

N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP	0,00	147,363	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	147,734	0,37	1
Prise 1 sur CS.2	7,00	147,324	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	147,724	0,40	1
Prise 2 sur CS.2	58,00	146,853	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	147,253	0,40	1
Prise 3 sur CS.2	109,00	146,853	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	147,253	0,40	1
Prise 4 sur CS.2	160,00	146,697	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	147,097	0,40	1
Prise 5 sur CS.3	211,00	146,522	30	195	238,2	0,0014	0,3140	0,0759	146,922	0,40	1
Prise 6 sur CS.3	262,00	146,691	30	195	238,2	0,0014	0,3899		147,091	0,40	1

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 3**

N°	dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	147,268	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	147,734	0,47	1
Prise 1 sur CS.3	7,00	147,324	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	147,724	0,40	1
Prise 2 sur CS.3	58,00	146,765	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	147,165	0,40	1
Prise 3 sur CS.3	109,00	146,765	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	147,165	0,40	1
Prise 4 sur CS.3	160,00	146,609	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	147,009	0,40	1
Prise 5 sur CS.4	211,00	146,455	30	195	238,2	0,0014	0,3140	0,0759	146,855	0,40	1
Prise 6 sur CS.5	262,00	146,401	30	195	238,2	0,0014	0,3899		146,801	0,40	1

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 4**

N°	dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	146,352	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	146,951	0,60	1
Prise 1 sur CS.4	7,00	146,352	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	146,752	0,40	1
Prise 2 sur CS.4	58,00	146,391	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	146,791	0,40	1
Prise 3 sur CS.4	109,00	146,199	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	146,599	0,40	1
Prise 4 sur CS.4	160,00	146,198	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	146,598	0,40	1
Prise 5 sur CS.4	211,00	146,237	30	195	238,2	0,0014	0,3140		146,637	0,40	1

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 5**

N°	dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	146,045	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	146,804	0,76	1
Prise 1 sur CS.4	7,00	146,045	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	146,445	0,40	1
Prise 2 sur CS.4	58,00	146,063	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	146,463	0,40	1
Prise 3 sur CS.4	109,00	145,992	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	146,392	0,40	1
Prise 4 sur CS.4	160,00	145,963	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	146,363	0,40	1
Prise 5 sur CS.4	211,00	146,022	30	195	238,2	0,0014	0,3140	0,0759	146,422	0,40	1
Prise 6 sur CS.5	262,00	146,014	30	195	238,2	0,0014	0,3899		146,414	0,4	1

❖ **Dimensionnement de la conduite secondaire 6**

N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP1	0,00	145,874	30	195	238,2	0,0014	0	0,0104	146,787	0,91	1
Prise 1 sur CS.4	7,00	145,874	30	195	238,2	0,0014	0,0104	0,0759	146,274	0,40	1
Prise 2 sur CS.4	58,00	145,871	30	195	238,2	0,0014	0,0863	0,0759	146,271	0,40	1
Prise 3 sur CS.4	109,00	145,843	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	146,243	0,40	1
Prise 4 sur CS.4	160,00	145,797	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	146,197	0,40	1
Prise 5 sur CS.4	211,00	145,901	30	195	238,2	0,0014	0,3140	0,0759	146,301	0,40	1
Prise 6 sur CS.5	262,00	145,87	30	195	238,2	0,0014	0,3899	0,0759	146,27	0,4	1
Prise 7 sur CS.6	313,00	145,921	30	195	238,2	0,0014	0,4658		146,321	0,4	1

❖ Dimensionnement de la conduite secondaire 7

N°	Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requisite	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Prise sur CP2	0,00	145,891	30	195	238,2	0,0014	0	0,1622	146,974	1,08	1
Prise 1 sur CS.4	109,00	145,810	30	195	238,2	0,0014	0,1622	0,0759	146,210	0,40	1
Prise 2 sur CS.4	160,00	145,677	30	195	238,2	0,0014	0,2381	0,0759	146,077	0,40	1
Prise 3 sur CS.4	211,00	145,770	30	195	238,2	0,0014	0,3140	0,0759	146,170	0,40	1
Prise 4 sur CS.4	262,00	145,762	30	195	238,2	0,0014	0,3899	0,0759	146,162	0,40	1
Prise 5 sur CS.5	313,00	146,013	30	195	238,2	0,0014	0,4658	0,0759	146,413	0,40	1
Prise 6 sur CS.6	364,00	146,032	30	195	238,2	0,0014	0,5417		146,432	0,4	1

4. Dimensionnement des conduites principales

❖ Dimensionnement de la conduite principale des 10 ha

N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requise	OBS/TN	Vitesse (m/s)
Réservoir	0,00	250,00	10	112	104,6	0,0121	0	0,996	250,000	0,00	1,2
N3	74,73	165,680	10	112	104,6	0,0121	0,996	0,436	166,08	0,40	1,2
C20	196,26	164,630	10	112	133,8	0,0033	1,431	0,184	165,03	0,40	0,7
C25	247,62	163,700	10	112	133,8	0,0033	1,615	0,585	164,10	0,40	0,7
C26	410,94	158,240	10	112	133,8	0,0033	2,201	0,262	158,64	0,40	0,7
C27	483,99	156,420	10	112	133,8	0,0033	2,462	0,641	156,82	0,40	0,7
C28	662,75	152,980	10	112	133,8	0,0033	3,103	1,210	153,38	0,40	0,7
C29	1000,47	151,750	10	112	133,8	0,0033	4,313	0,494	152,15	0,40	0,7
CS1	1138,37	148,931	10	112	133,8	0,0033	4,808	0,387	149,33	0,40	0,7
CS2	1246,27	148,888	10	112	133,8	0,0033	5,194	0,387	149,29	0,40	0,7
CS3	1354,17	148,440	10	112	133,8	0,0033	5,581	0,201	148,84	0,40	0,7
CS4	1410,17	148,120	10	112	133,8	0,0033	5,782		148,52	0,40	0,7
Z requis pour Rés	250,00	h	0,00	m							

❖ Dimensionnement de la conduite principale (cas de 15 ha)

N°	Dist Cumulée	Z	Débit (l/s)	Diam théo	DN	jl	Pdc	DPdc	Z Requise	OBS/TN	Vitesse (m/s)
N4	0,00	147,179	30	195	238,2	0,0014	0	0,111	148,769	1,59	1
CS2.1	74,39	147,320	30	195	238,2	0,0014	0,111	0,155	147,72	0,40	1
CS2.2	178,39	147,363	30	195	238,2	0,0014	0,265	0,155	147,76	0,40	1
CS2.3	282,39	147,268	30	195	238,2	0,0014	0,420	0,176	147,67	0,40	1
CS2.4	400,39	147,773	30	195	238,2	0,0014	0,596	0,155	148,17	0,40	1
CS2.5	504,39	146,375	30	195	238,2	0,0014	0,751	0,155	146,78	0,40	1
CS2.6	608,39	146,033	30	195	238,2	0,0014	0,905	0,079	146,43	0,40	1
CS2.7	661,39	145,902	30	195	238,2	0,0014	0,984		146,30	0,40	1
Z requis pour bassin	148,77	h	1,59	m							

V. Récapitulatif du dimensionnement du système photovoltaïque

Paramètres	Valeurs		
	SE1	SE2	SE6
Données			
Qjp (m3/j)	156	144	72
Ei (kWh/m ² /j)	4,54	4,54	4,54
Ppom (kwh)	0,50	0,45	0,14
U (V)	12	12	12
cos	0,88	0,88	0,88
Onduleur			
S (VA)	0,6	0,5	0,2
Coefficient de sécurité k	3	3	3
Sdef (var)	1,70	1,53	0,48
Puissance électrique journalière			
ρ (kg/m ³)	1000	1000	1000
g (m/s ²)	9,81	9,81	9,81
CH (kg,s,h/m ²)	2,7	2,7	2,7
HMT (m)	125,62	126,57	119,34
η (%)	75	70	55
Ej (Wh)	71201	70951	42573
Capacité de la batterie			
I (A)	41,67	37,50	11,67
Jraut (jrs)	3	3	3
Vbat (V)	12	12	12
Rbat (%)	80	80	80
Vacc (v)	12	12	12
DM (%)	75	75	75
Cacc(Ah)	100	100	100
Cbatmin (Ah)	29667	29563	17739
Nas	1	1	1
Nap	297	296	177
Champs photovoltaïque			
Rgén (%)	80	80	80
Pcmin (Wh)	24513	24427	14657
Vgén (V)	24	24	24
Vm (V)	12	12	12
Nms	2	2	2
Pm (Wp)	265	265	265
Nmp	46	46	28

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

VI. Devis estimatif

1. Devis estimatif de l'adduction d'eau

N°	Désignation	Unité	Prix Unitaire	Quantité	Prix total
I	Installation de chantier				
I.1	Amenée et repli du matériel	FF	700000	1	700 000
I.1	Implantation des ouvrages	FF	200000	3	600 000
I.2	Etablissement du dossier d'exécution	FF	500000	1	500 000
I.3	Installation de chantier	FF	500000	1	500 000
	Sous total I				2 300 000
II	Canalisation et accessoires				
II.1	Fouilles	ml	1500	2213	3319905
II.2	Sable pour lit de pose	m3	1500	221	331990,5
II.3	Fourniture et pose conduite PVC PN10 DN63	ml	1800	119	214020
II.4	Fourniture et pose conduite PVC PN10 DN90	ml	2000	145	290900
II.5	Fourniture et pose conduite PVC PN10 DN125	ml	2500	1275	3188050
II.6	Fourniture et pose conduite PVC PN10 DN140	ml	3000	674	2021100
II.7	Fourniture et pose coude 90 PVC PN10 DN125/125	U	1500	2	3000
II.8	Fourniture et pose de té en PVC PN10 DN 125/90/90	U	10000	2	20000
II.9	Fourniture et pose de té PVC PN10 DN 140/125/63	U	8500	2	17000
II.11	Fourniture et pose de clapet anti-retour	U	30000	3	90000
II.12	Fourniture et pose de robinet vanne DN63	U	2100	2	4200
II.13	Fourniture et pose de robinet vanne DN90	U	2500	4	10000
II.14	Fourniture et pose de robinet vanne DN125	U	2100	2	4200
II.15	Fourniture et pose de compteur	U	1100	8	8800
II.16	Fourniture et pose de manomètre 0-10 bars	U	5800	2	11600
II.17	Ventouse automatique à trois fonction DN140	U	500000	1	500000
II.18	Fourniture et pose d'accessoires de vidange	FF	150000	1	150000
II.19	Fourniture et pose de pressostat	U	100000	1	100000
	Sous total II				10 284 766
III	Réservoir				
III.1	Etude géotechnique pour implantation du réservoir de stockage	FF	500 000	1	500000

**Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à
Kouforpissiga : République du Bénin**

III.2	Construction du réservoir	m3	450 000	35	15750000
III.3	Fourniture et pose d'accessoires du réservoir	FF	500 000	1	500000
	Sous total III				16 750 000
IV	Forage-pompe-énergie-accessoires				
IV.1	Forage	U	5 000 000	3	15000000
IV.2	Pompe SP8A-21 MS 4000	U	950 000	1	950000
IV.3	Pompe SP17-11 MS 4000	U	1 000 000	1	1000000
IV.4	Pompe SP17-10 MS 4000	U	1 500 000	1	1500000
IV.5	Fourniture et pose du groupe électrogène de 7,5 kVA	U	10 000 000	1	10000000
IV.6	Fourniture et pose du champs photovoltaïque de type Africa Sun	ens	42500000	1	42500000
IV.7	Fourniture et pose d'accumulateur BTi de 100Ah	U	150000	1	150000
	Dispositif de protection par fusible	ens	1	20000	20000
	Sous total III				71 120 000
V	Construction et divers				
V.1	Fourniture et pose de système de protection des installations	ens	900000	1	900000
V.2	Hangar pour abri du groupe électrogène avec toiture (tôles ondulées 27/100 sur charpente en bois-chevrons 8x8) et clôture en métal déployé y compris toute sujétion de pose	U	750000	1	750000
	Sous total V				1 650 000
	TOTAL HT				102 104 766
	TOTAL TVA	18%			18 378 858
	TOTAL TTC				120 483 623
	Marge bénéficiaire	10%			12 048 362
	Total général				132 531 986

1. Devis d'aménagement hydro-agricole de 10ha

N°	Désignation	Unité	Prix Unitaire	Quantité	Prix total
I	Installation de chantier				
I.1	Amenée et repli du matériel	FF	1500000	1	1 500 000
I.1	Implantation des ouvrages	ha	35000	15	525 000
I.2	Etablissement du dossier d'exécution	FF	900000	1	900 000
I.3	Installation de chantier	FF	1500000	1	1 500 000
	Sous total I				4 425 000
II	Canalisation et accessoires				
II.1	Fouilles	ml	2000	6978	13955580
II.2	Fourniture et pose conduite PVC PN6 DN110	ml	1500	2463	3694455
II.3	Fourniture et pose coude 90 PVC PN6 DN110/110	U	1000	7	7000
II.4	Fourniture et pose de robinet vanne DN110	U	2100	14	29400
II.5	Fourniture et pose de té en PVC PN10 DN 110/110/110	U	6000	40	240000
	Sous total II				17 926 435
II.1	Drainage				
II.2	Déblai pour drainage	m3	1000	1185	1185000
II.3	Colatures de ceinture	ml	2000	1138	2276000
II.4	Drains internes	ml	1750	1280	2240000
II.5	Collecteurs	ml	2000	300	600000
	Sous total II				6 301 000
III	Construction et divers				
III.1	Bureau pour le comité de gestion et d'entretien 4m*3m	FF	300000	1	300000
III.2	Construction du magasin de stockage	FF	400000	1	400000
III.3	Fourniture et pose de système de protection des installations	ens	600000	1	600000

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

III.4	Construction de regards pour nœud du réseau	U	10000	15	150000
III.5	Fourniture et pose de prise parcellaire	U	2000	40	80000
III.6	Réalisation des ouvrages de vidange	U	10000	10	100000
III.7	Labour des parcelles	ha	75000	30	2250000
III.8	Construction de la station de pompage	U	200000	1	200000
III.9	Débroussaillage de l'emprise de l'aménagement	ha	30000	15	450000
III.10	Planage sommaire et comblement des dépressions	ha	100000	15	1500000
III.11	Abattage des arbres de circonférence	U	100	20	2000
	Sous total V				6 032 000
	TOTAL HT				34 684 435
	TOTAL TVA	18%			6 243 198
	TOTAL TTC				40 927 633
	Marge bénéficiaire	10%			4 092 763
	Total général				45 020 397

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

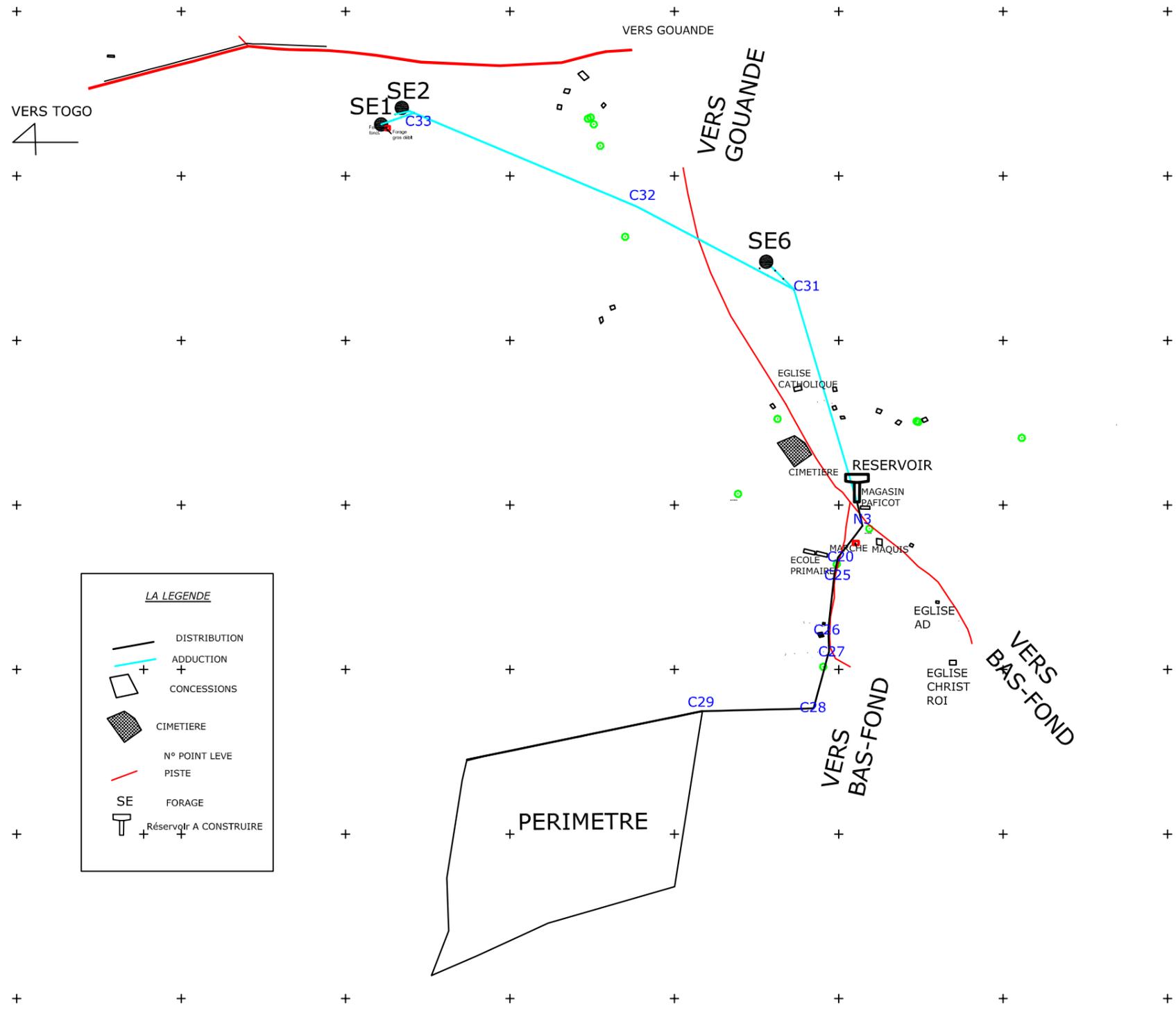
2. Devis d'aménagement hydro-agricole de 15ha

N°	Désignation	Unité	Prix Unitaire	Quantité	Prix total
I	Installation de chantier				
I.1	Amenée et repli du matériel	FF	1500000	1	1500000
I.1	Implantation des ouvrages	ha	35000	20	700000
I.3	Installation de chantier	FF	1500000	1	1500000
	Sous total I				3 700 000
II	Canalisation et accessoires				
II.1	Fouilles	ml	2000	2240	4480780
II.4	Fourniture et pose de té PVC PN6 DN 250/250/250	U	1500	40	60000
II.5	Fourniture et pose de clapet anti-retour	U	30000	2	60000
II.6	Fourniture et pose de robinet vanne DN250	U	3000	2	6000
II.7	Fourniture et pose d'accessoires de vidange	FF	150000	1	150000
	Sous total II				4 756 780
III	Drainage				
III.1	Déblai pour drainage	m3	2000	58320	116639700
III.2	Colatures de ceinture	ml	2500	2386	5965875
III.3	Drains internes	ml	1750	1428	2499823
	Sous total III				125 105 398
V	Construction et divers				
V.2	Fourniture et pose de système de protection des installations	ens	600000	1	600000
V.3	Fourniture et pose de prise parcellaire	U	2000	40	80000
V.4	Réalisation des ouvrages de vidange	U	5000	10	50000
V.5	Construction de regards pour nœuds du réseau	U	10000	8	80000
V.6	Béton cyclopéen dosé à 250Kg/m3 pour colature de ceinture	m ³	50000	100	5000000
V.7	Construction de la station de pompage	U	200000	1	200000

Conception et dimensionnement d'un système d'irrigation de type semi-californien de 40 ha à Kouforpissiga : République du Bénin

V.8	Labour des parcelles	ha	50000	15	750000
V.9	Réalisation des pistes principales	ens	2000000	1	2000000
V.10	Débroussaillage de l'emprise de l'aménagement	ha	30000	20	600000
V.11	Planage sommaire et comblement des dépressions	ha	100000	20	2000000
V.12	Abattage des arbres	U	100	55	5500
	Sous total V				11 365 500
	TOTAL HT				144 927 678
	TOTAL TVA	18%			26 086 982
	TOTAL TTC				171 014 659
	Marge bénéficiaire	10%			17 101 466
	Total général				188 116 125

ANNEXE 5: PIÈCES DESSINÉES

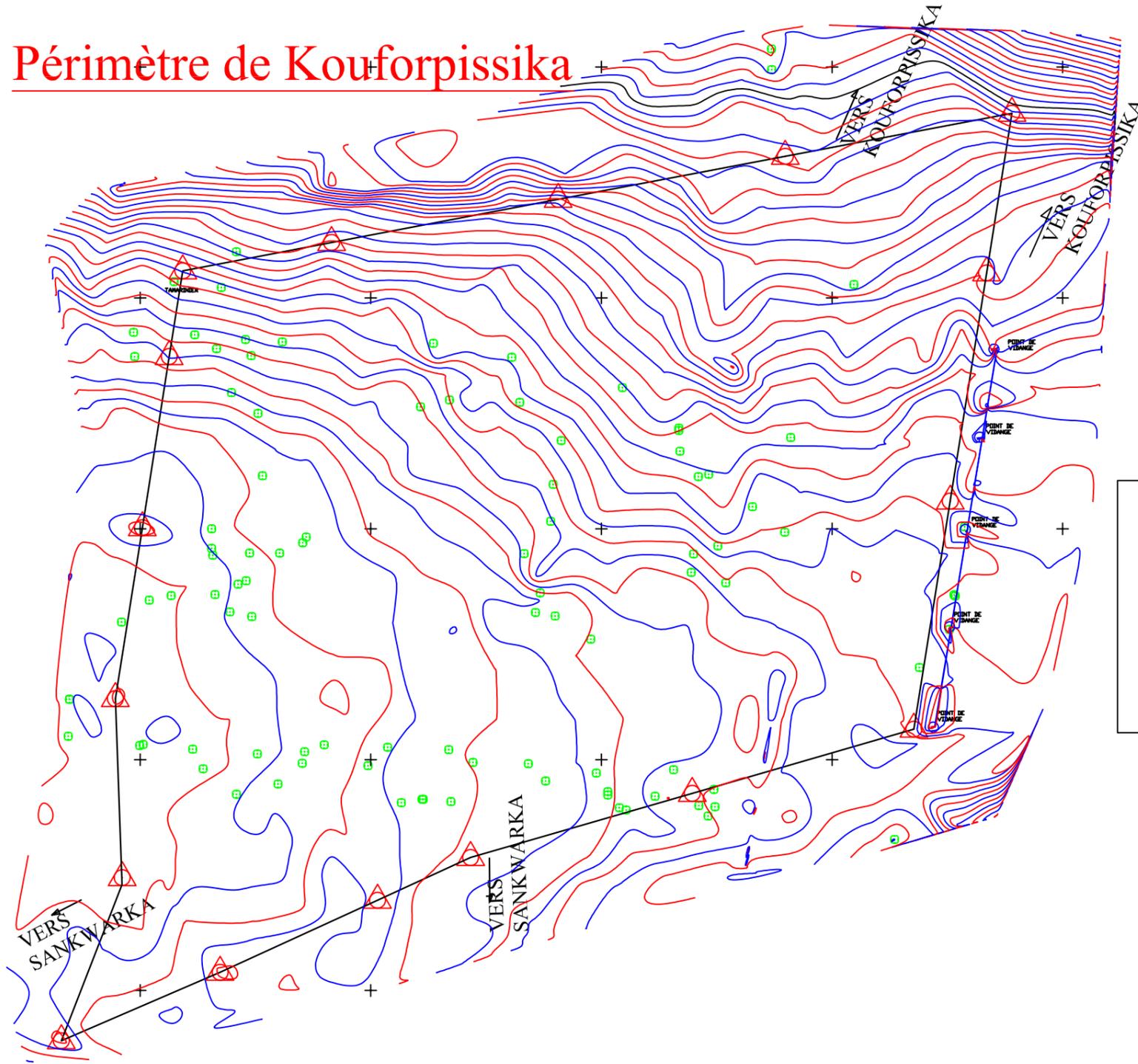


LA LEGENDE

	DISTRIBUTION
	ADDUCTION
	CONCESSIONS
	CIMETIERE
	N° POINT LEVE
	PISTE
	FORAGE
	Reservoir A CONSTRUIRE

2iE	PLAN-DE-MASSE			N°
M2-GCH				
Ech:1/2000		OCTOBRE-2016	L-OUEDRAOGO	

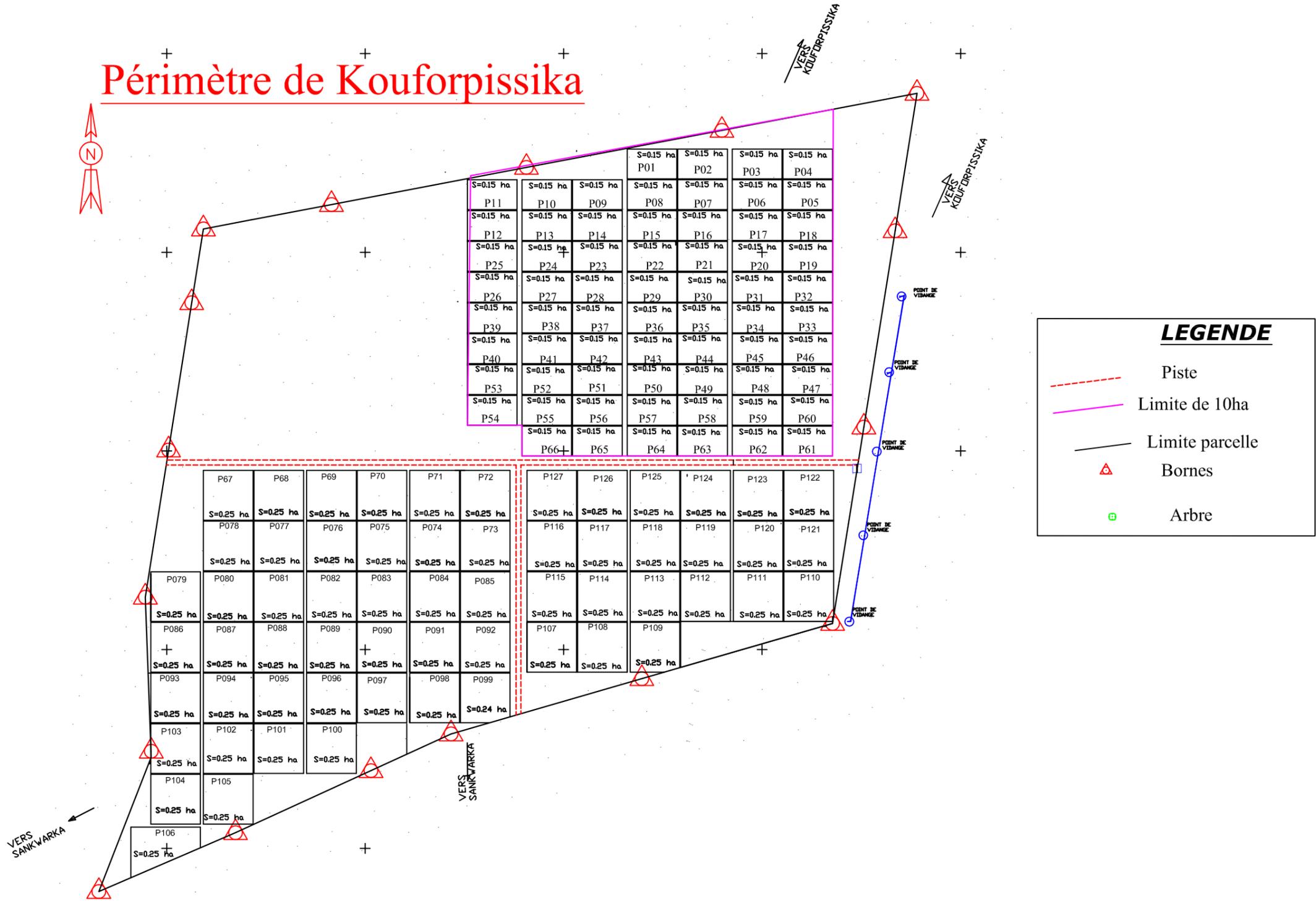
Périmètre de Kouforpissika



LEGENDE	
	Courbes de niveau
	Limite parcelle
	Bornes
	Arbre

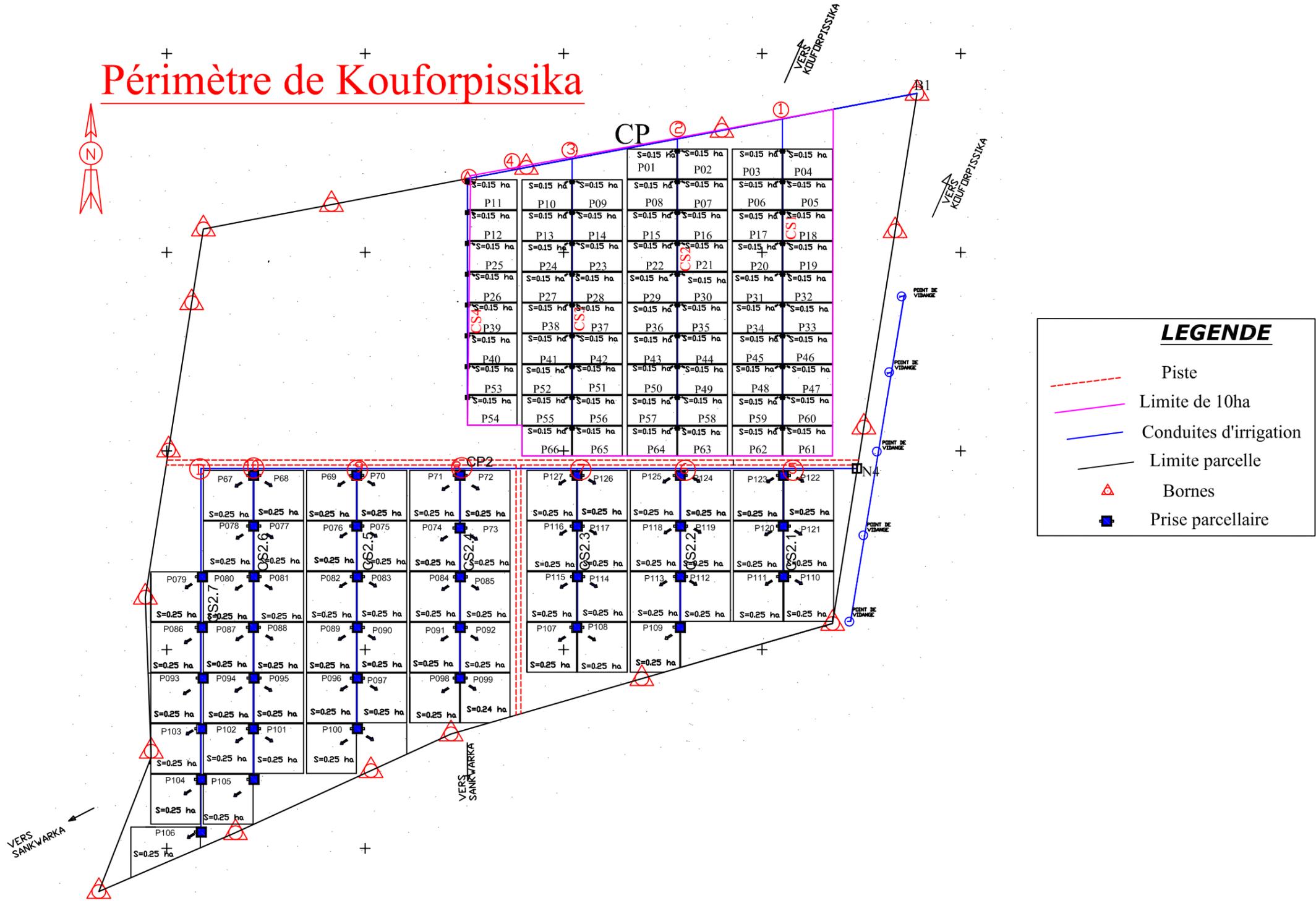
2iE	PLAN-TOPO		N°
M2-GCH			
Ech.:1/2500		OCTOBRE-2016	

Périmètre de Kouforpissika



2iE	PLAN-PARCELLAIRE		N°
M2-GCH			
Ech.: 1/2500		OCTOBRE-2016	

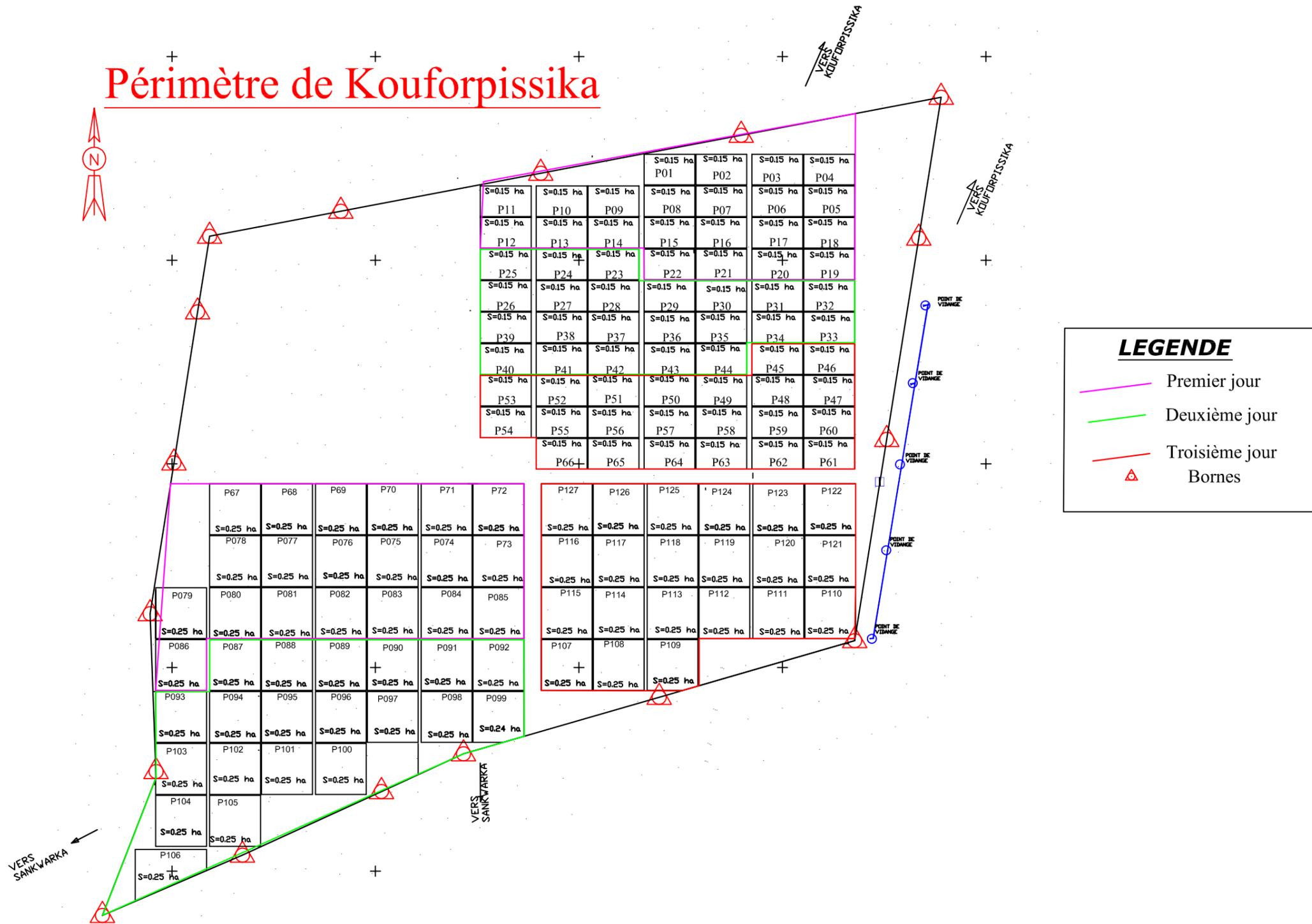
Périmètre de Kouforpissika



LEGENDE	
	Piste
	Limite de 10ha
	Conduites d'irrigation
	Limite parcelle
	Bornes
	Prise parcellaire

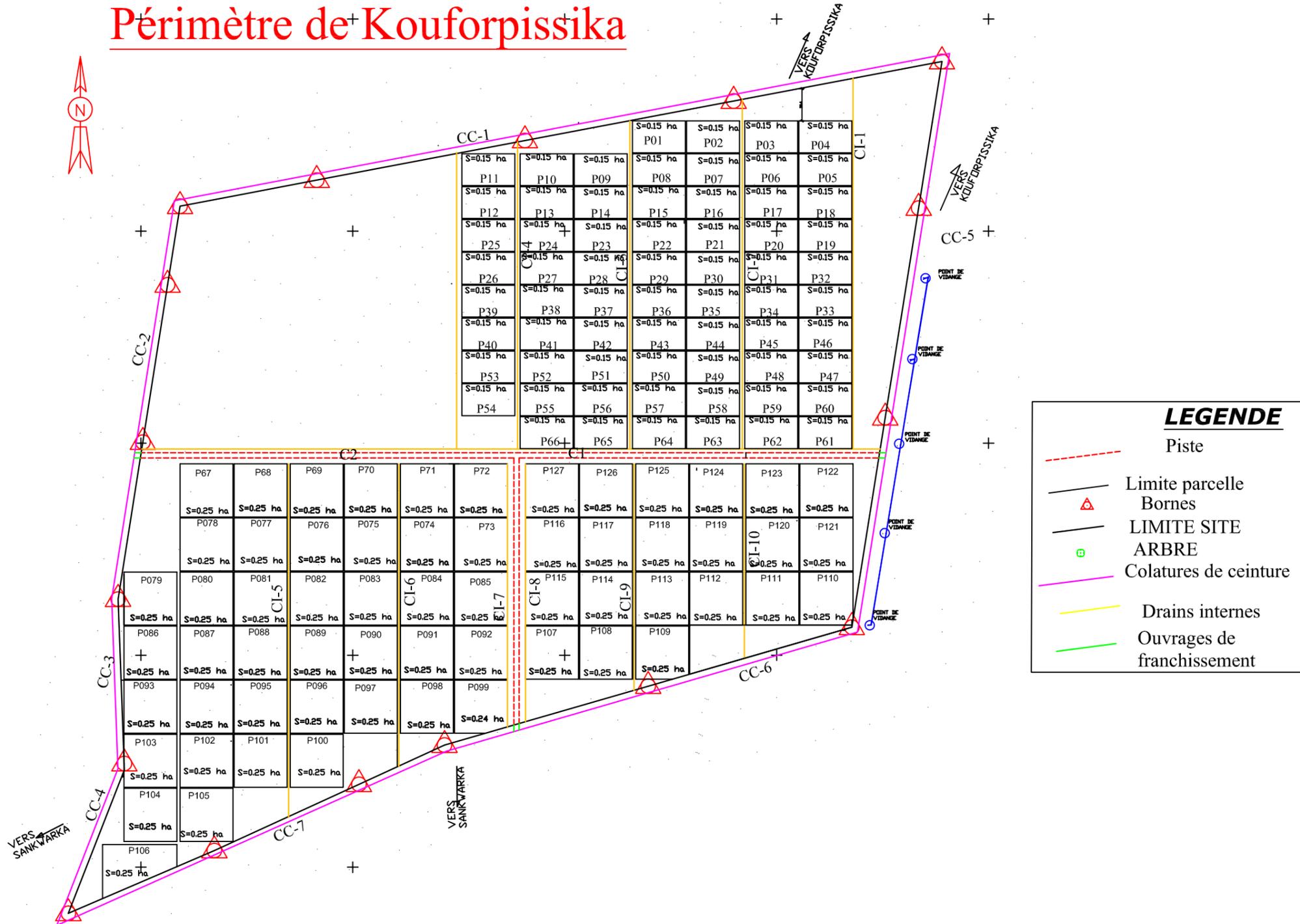
2iE	PLAN-D'IRRIGATION		N°
M2-GCH			
Ech.: 1/2500		OCTOBRE-2016	

Périmètre de Kouforpissika

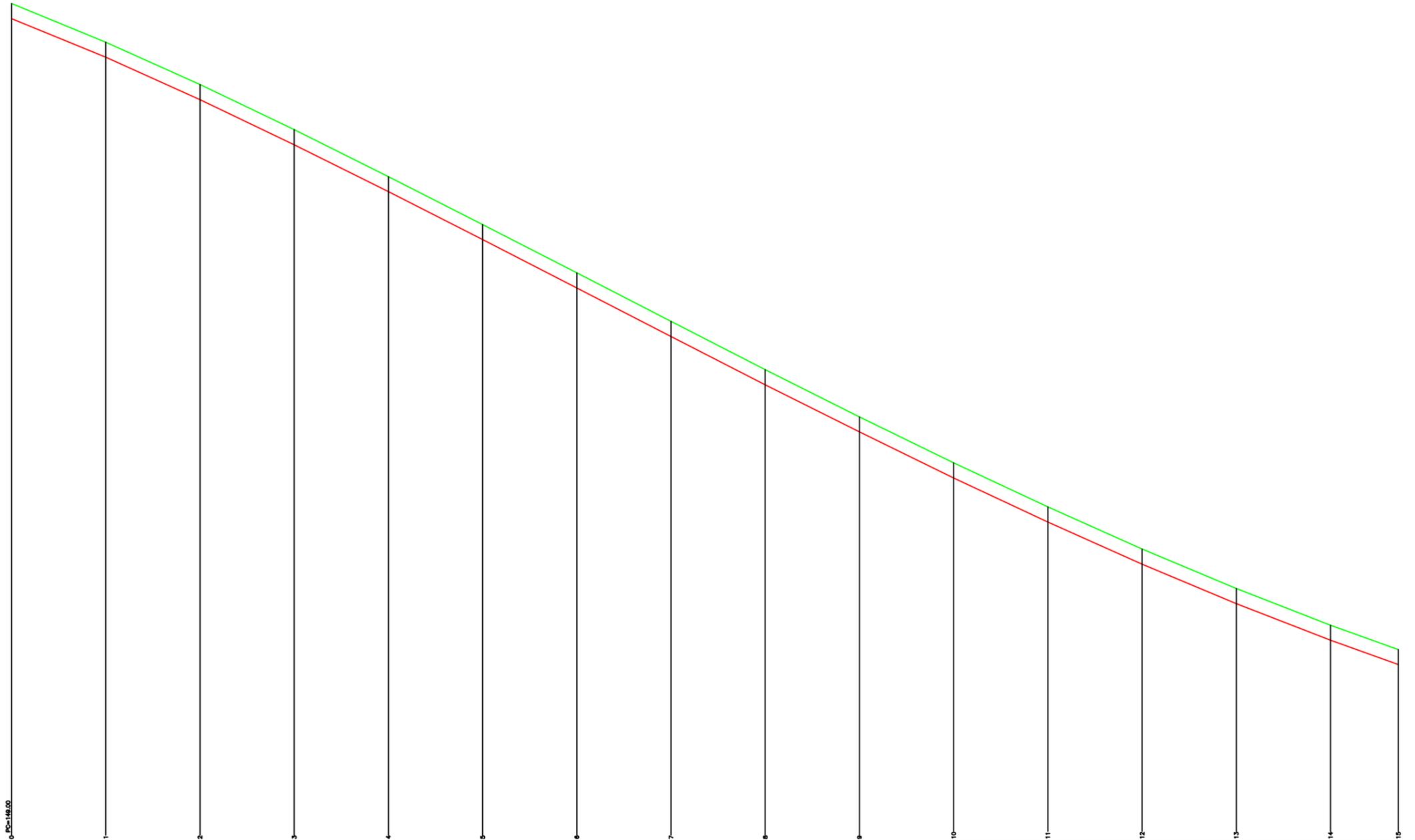
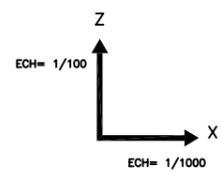


2iE	CALENDRIER-D'IRRIGATION		N°
M2-GCH			
Ech.:1/2500	OCTOBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	

Périmètre de Kouforpissika



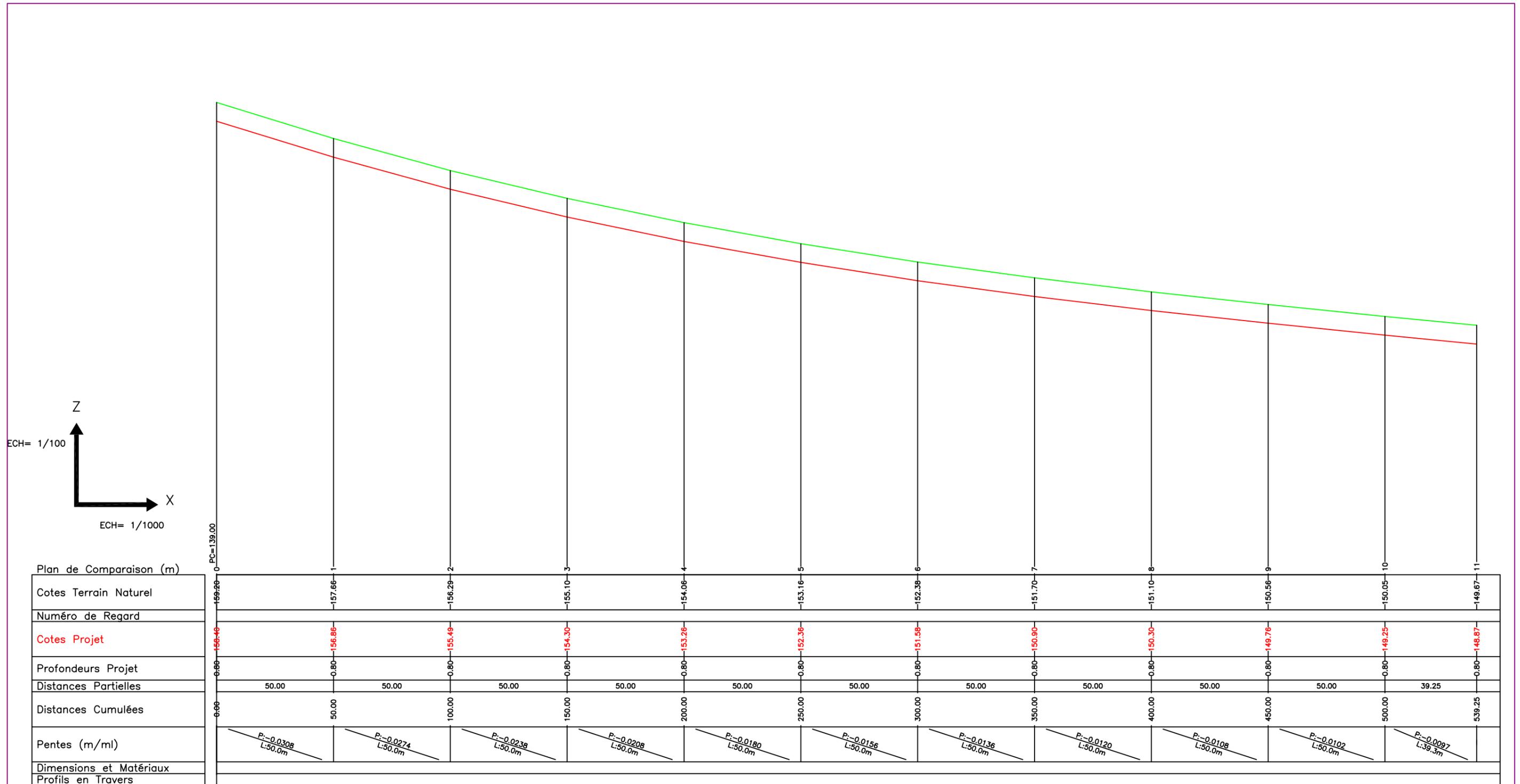
2iE	PLAN-DE-DRAINAGE		N°
M2-GCH			
Ech.:1/2500		OCTOBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO



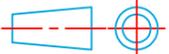
Plan de Comparaison (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Cotes Terrain Naturel	193.44	191.41	189.16	186.77	184.25	181.74	179.17	176.60	174.04	171.54	169.10	166.76	164.53	162.43	160.48	158.20
Numéro de Regard																
Cotes Projet	193.44	190.91	188.38	185.97	183.46	180.94	178.37	175.80	173.24	170.74	168.30	165.86	163.75	161.83	159.88	158.40
Profondeurs Projet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Distances Partielles		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	35.97
Distances Cumulées	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00	650.00	700.00	750.97
Pentes (m/m)		P=-0.0410 L=50.0m	P=-0.0450 L=50.1m	P=-0.0478 L=50.1m	P=-0.0488 L=50.1m	P=-0.0508 L=50.1m	P=-0.0514 L=50.1m	P=-0.0514 L=50.1m	P=-0.0512 L=50.1m	P=-0.0500 L=50.1m	P=-0.0488 L=50.1m	P=-0.0468 L=50.0m	P=-0.0446 L=50.0m	P=-0.0420 L=50.0m	P=-0.0388 L=50.0m	P=-0.0350 L=50.0m
Dimensions et Matériaux																
Profils en Travers																

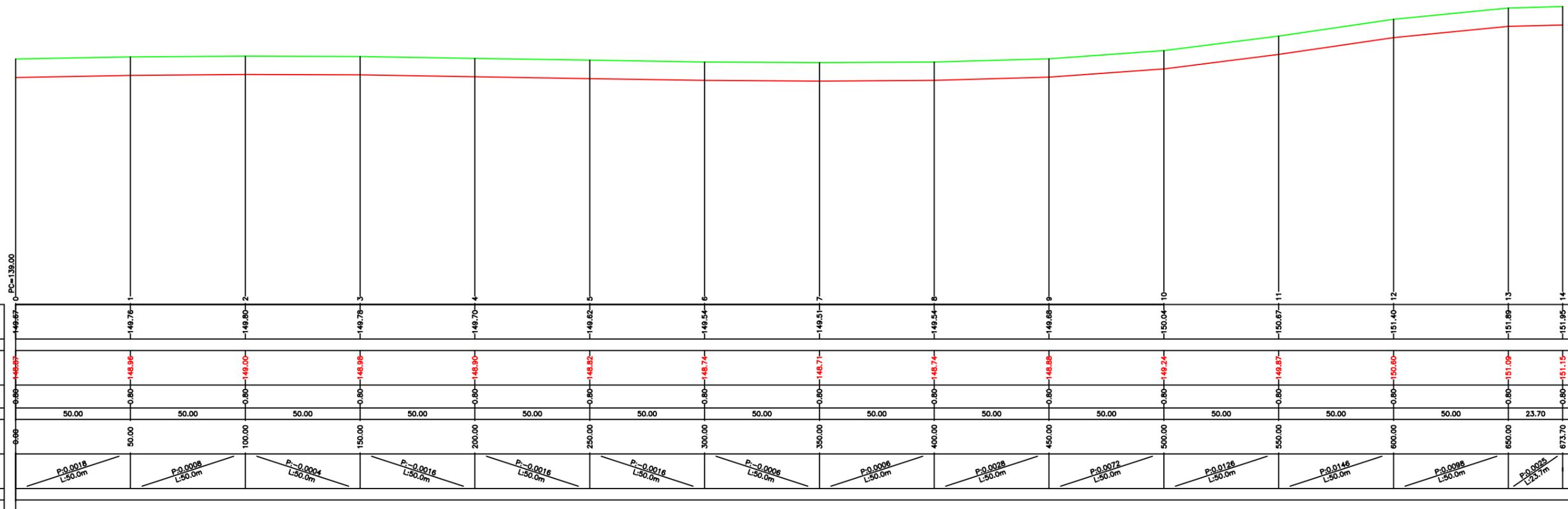
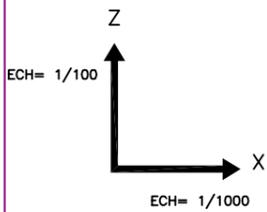
C32-C33

2iE	PROFIL-EN-LONG-TYPE-CONDUITE-C32-C33			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH		SEPT-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	



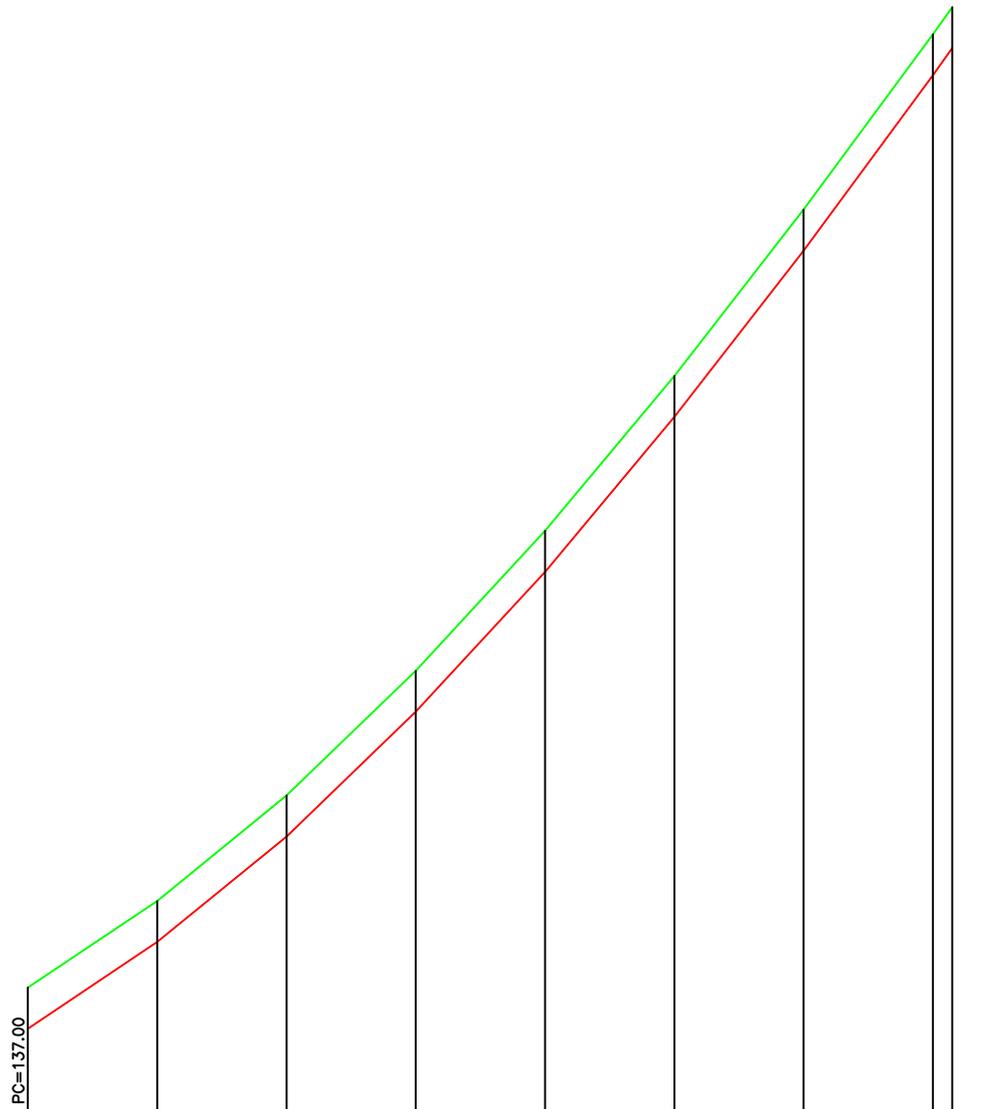
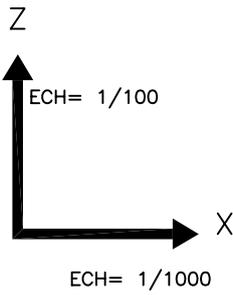
C32-C31

2iE	PROFIL-EN-LONG-TYPE-CONDUITE-C32-C31		N°
M2-GCH			
Ech.: ECH		SEPT-2016	



C31-Réservoir

2iE	PROFIL-EN-LONG-TYPE-CONDUITE-C31-RESERVOIR			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH		SEPT-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	

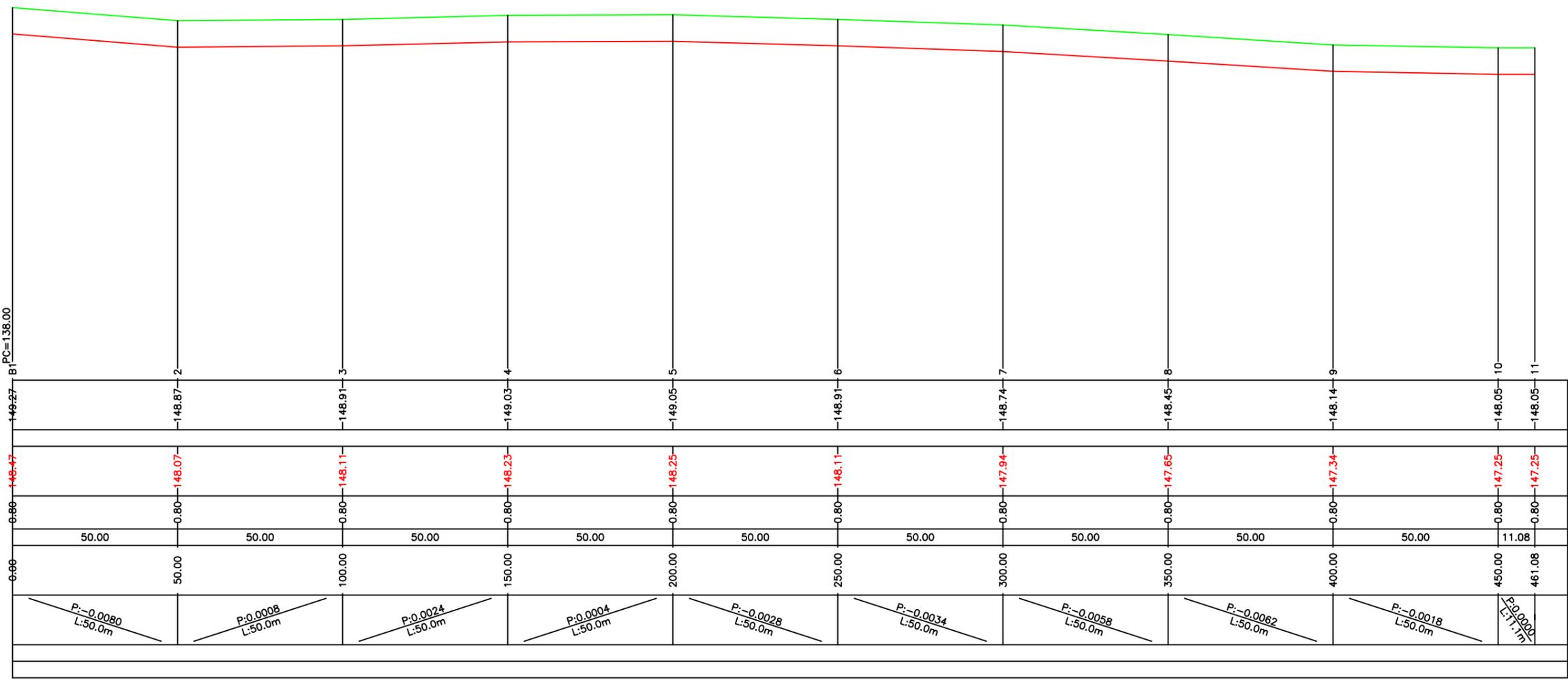
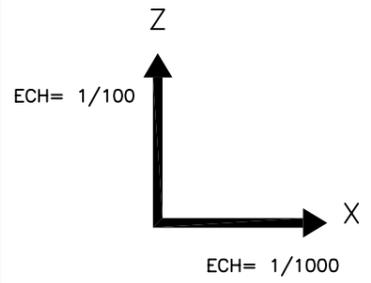


Plan de Comparaison (m)

Cotes Terrain Naturel	139.77	141.46	143.52	145.95	148.68	151.70	154.94	158.36	158.89
Numéro de Regard									
Cotes Projet	139.97	140.66	142.72	145.15	147.88	150.90	154.14	157.56	158.09
Profondeurs Projet	0.00	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
Distances Partielles		25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	
Distances Cumulées	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00	150.00	175.00	178.76
Pentes (m/ml)		P:0.0676 L:25.1m	P:0.0824 L:25.1m	P:0.0972 L:25.1m	P:0.1092 L:25.1m	P:0.1208 L:25.2m	P:0.1296 L:25.2m	P:0.1368 L:25.2m	P:0.1470 L:3.87m
Dimensions et Matériaux Profils en Travers									

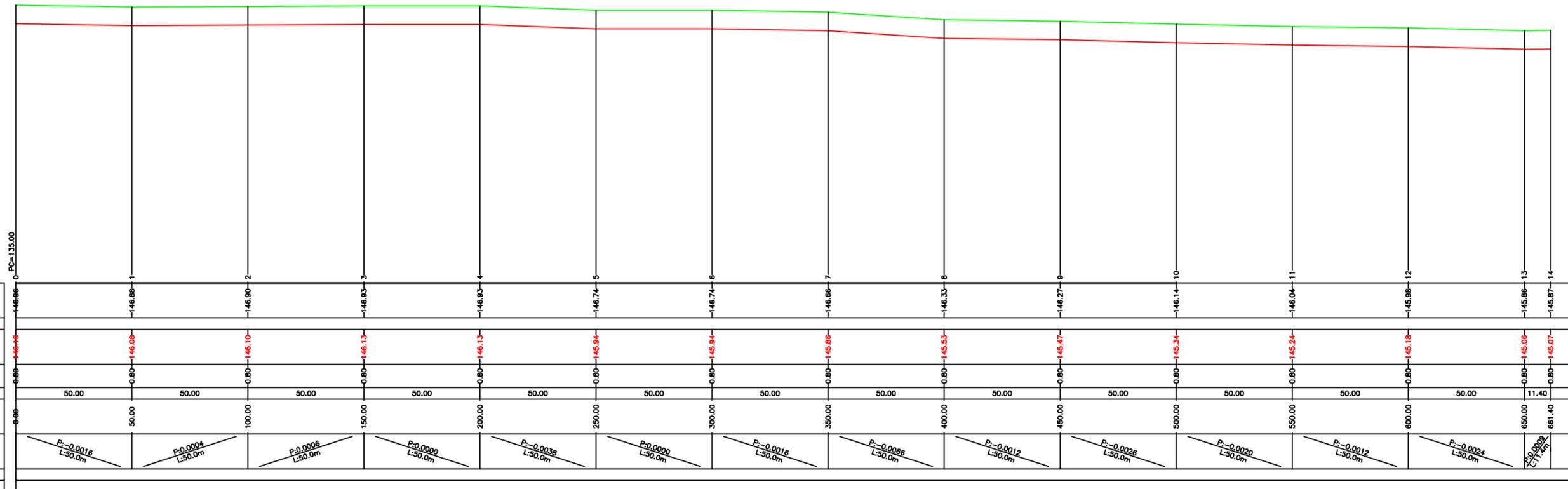
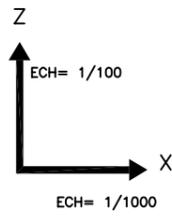
C27-C28

2iE	PROFIL-EN-LONG-C27-C28		N°
M2-IRH			
Ech.: ECH.	 	SEPTEMBRE-2016	



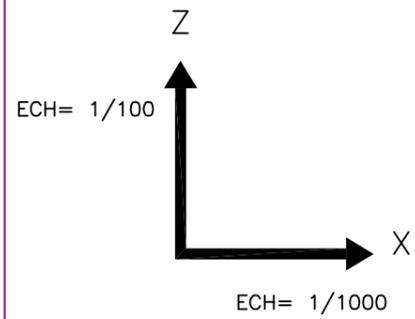
CP1

2iE	PROFIL-EN-LONG-CP1		N°
M2-GCH			
Ech.: ECH		SEPTEMBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO



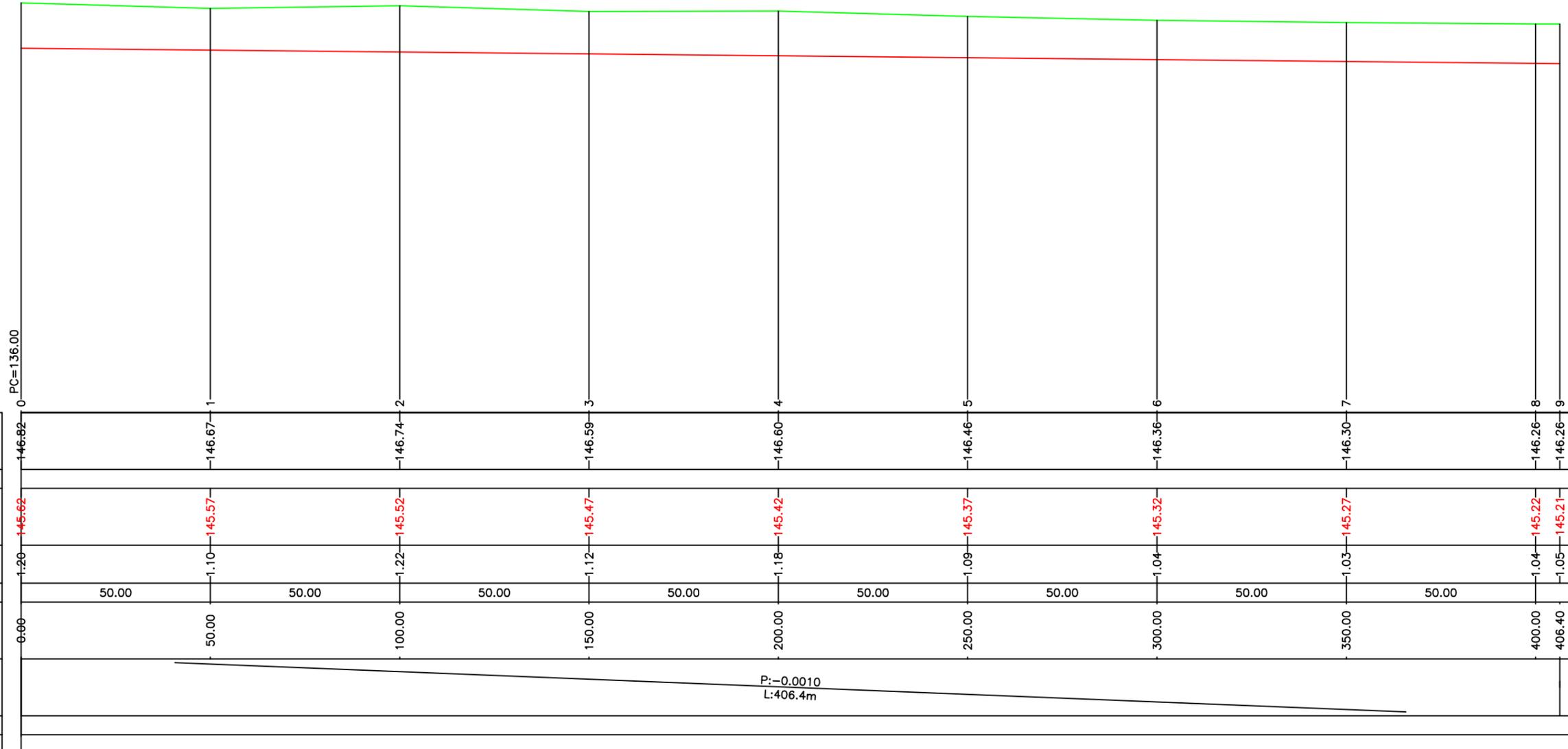
CP2

2iE	PROFIL-EN-LONG-CP2			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH		OCTOBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	

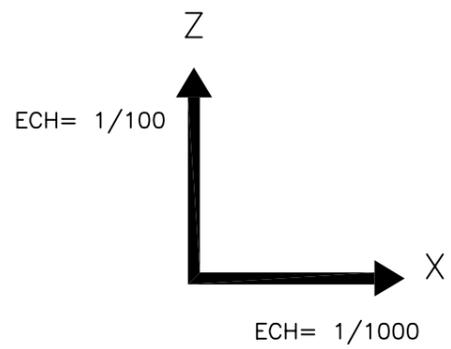


Plan de Comparaison (m)

Cotes Terrain Naturel	146.82	146.67	146.74	146.59	146.60	146.46	146.36	146.30	146.26	146.26
Numéro de Regard										
Cotes Projet	145.62	145.57	145.52	145.47	145.42	145.37	145.32	145.27	145.22	145.21
Profondeurs Projet	1.20	1.10	1.22	1.12	1.18	1.09	1.04	1.03	1.04	1.05
Distances Partielles	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Distances Cumulées	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	406.40
Pentes (m/ml)										
Dimensions et Matériaux										
Profils en Travers										

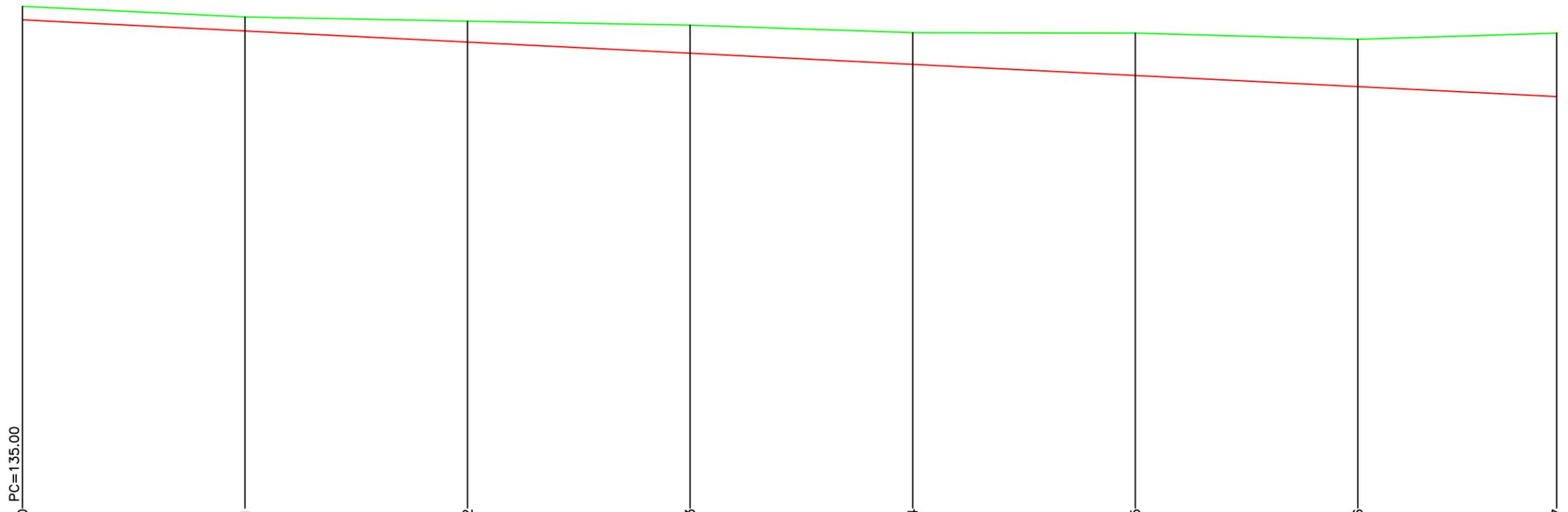


2iE	PROLI-EN-LONG-TYPE-COLATURE		N°
M2-GCH			
Ech.: ECH		OCTOBRE-2016	

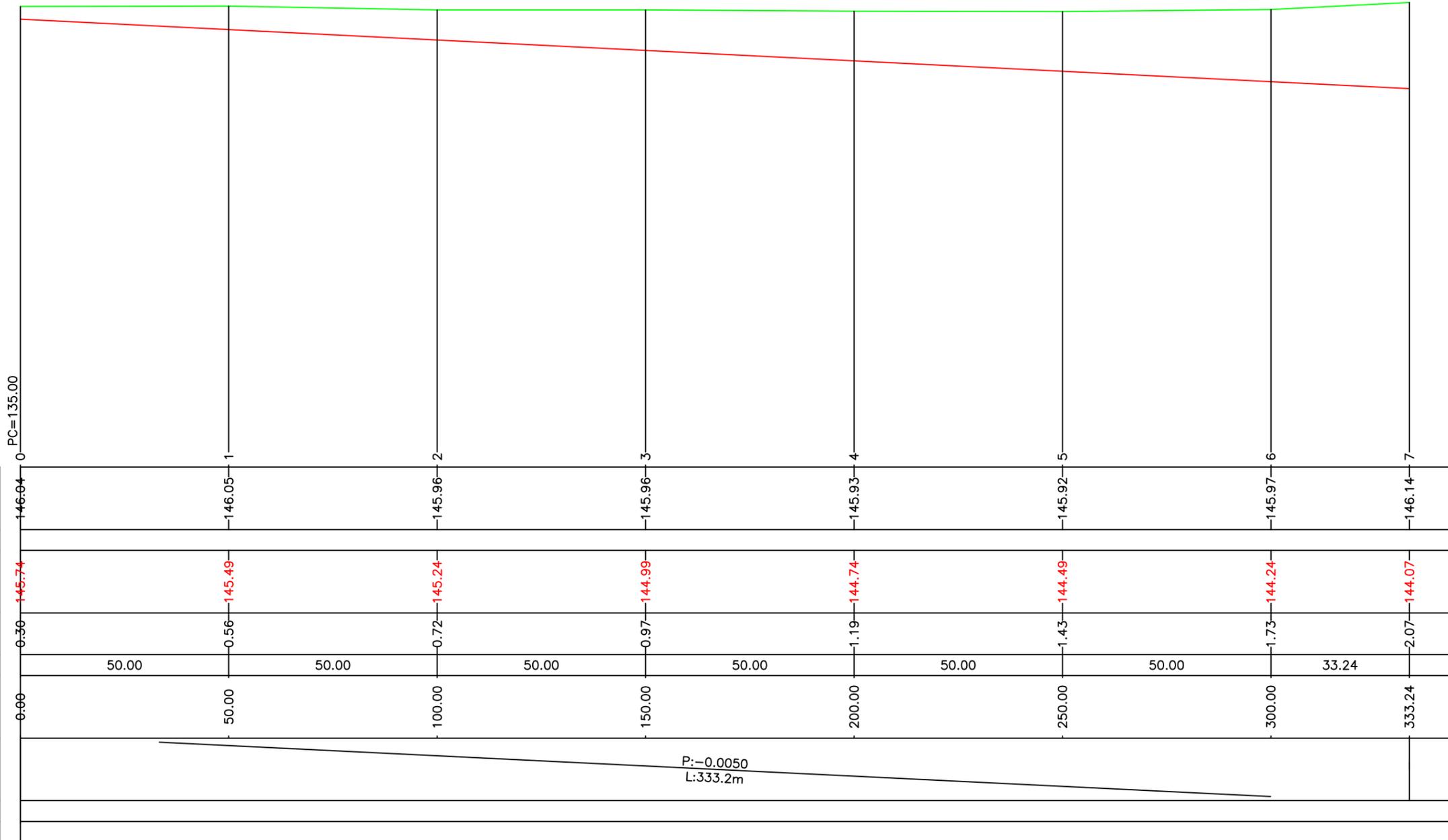
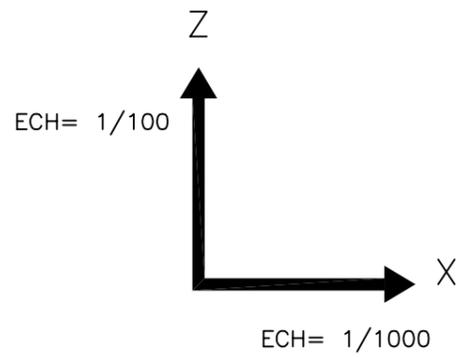


Plan de Comparaison (m)

Cotes Terrain Naturel	146.62	146.38	146.29	146.20	146.03	146.02	145.88	146.02
Numéro de Regard								
Cotes Projet	146.32	146.07	145.82	145.57	145.32	145.07	144.82	144.60
Profondeurs Projet	0.30	0.31	0.47	0.63	0.71	0.95	1.06	1.42
Distances Partielles	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	44.70
Distances Cumulées	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	344.70
Pentes (m/ml)	P: -0.0050 L: 344.7m							
Dimensions et Matériaux								
Profils en Travers								



2iE	PROLI-EN-LONG-TYPE-COLLECTEUR			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH		OCTOBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	



Plan de Comparaison (m)

Cotes Terrain Naturel	146.04	146.05	145.96	145.96	145.93	145.92	145.97	146.14
Numéro de Regard								
Cotes Projet	145.74	145.49	145.24	144.99	144.74	144.49	144.24	144.07
Profondeurs Projet	0.30	0.56	0.72	0.97	1.19	1.43	1.73	2.07
Distances Partielles		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	33.24
Distances Cumulées	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	333.24
Pentes (m/ml)	P: -0.0050 L: 333.2m							
Dimensions et Matériaux								
Profils en Travers								

2iE	PROLI-EN-LONG-TYPE-DRAIN-INTERNE			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH		OCTOBRE-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO	



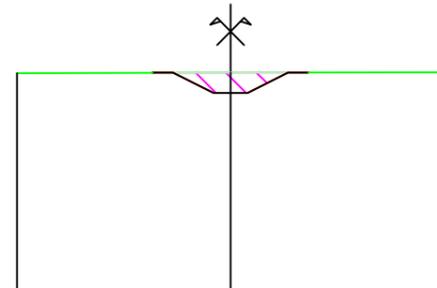
Profil dessiné par Covadis
Profil en long n° : CI

Profil n°: P1

Abscisse : 0.000 m

Echelle des longueurs : 1/100
Echelle des altitudes : 1/100

Déblai : 0.33 m²



PC : 142.00 m

Altitudes TN	146,13	146,14	146,15
Distances à l'axe TN	-3,150	0,000	3,150
Distances partielles TN	3,150	3,150	
Altitudes Projet	146,14	146,14	146,14
Distances à l'axe Projet	-1,150	-0,850	1,150
Distances partielles Projet	0,300	0,600	0,300

Date : 20/09/2016

Dossier : Profil.dwg



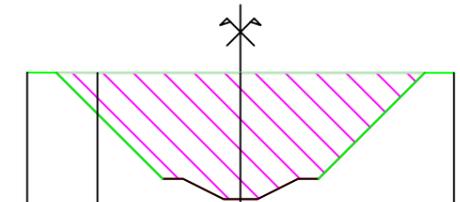
Profil dessiné par Covadis
Profil en long n° : CI

Profil n°: P2

Abscisse : 333.242 m

Echelle des longueurs : 1/100
Echelle des altitudes : 1/100

Déblai : 6.38 m²



PC : 141.00 m

Altitudes TN	146,04	146,04	146,04	146,04
Distances à l'axe TN	-3,150	-2,112	0,000	3,150
Distances partielles TN	1,038	2,112	3,150	
Altitudes Projet	144,47	144,47	144,17	144,17
Distances à l'axe Projet	-1,150	-0,850	0,250	1,150
Distances partielles Projet	0,300	0,600	0,250	0,300

Date : 20/09/2016

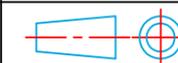
Dossier : Profil.dwg

2iE

M2-GCH

Ech.: ECH

PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE-DRAIN-INTERNE



OCTOBRE-2016

LALAICHA-OUEDRAOGO

N°



Profil n°: P1

Abscisse : 0.000 m

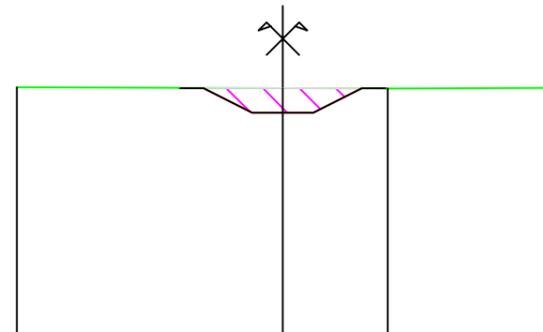
Profil dessiné par Covadis

Echelle des longueurs : 1/100

Profil en long n° : Collecteur

Echelle des altitudes : 1/100

Déblai : 0.41 m²



PC : 143.00 m

Altitudes TN		146.63		146.62		146.61		146.62
Distances à l'axe TN		-3.275		0.000		1.290		3.275
Distances partielles TN			3.275		1.290		1.985	
Altitudes Projet			146.61	146.61	146.31	146.31	146.61	146.61
Distances à l'axe Projet			-1.275	-0.975	-0.375	0.000	0.375	0.975
Distances partielles Projet			0.300	0.600	0.375	0.375	0.600	0.300

Date : 21/09/2016

Dossier : Profil.dwg



Profil n°: P2

Abscisse : 344.800 m

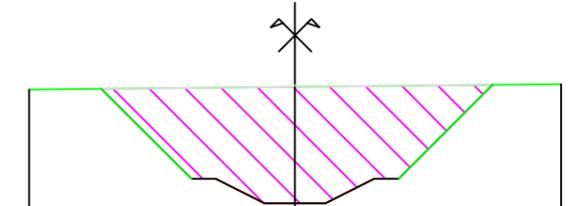
Profil dessiné par Covadis

Echelle des longueurs : 1/100

Profil en long n° : Collecteur

Echelle des altitudes : 1/100

Déblai : 4.57 m²



PC : 141.00 m

Altitudes TN		145.99		146.02		146.06
Distances à l'axe TN		-3.275		0.000		3.275
Distances partielles TN			3.275		3.275	
Altitudes Projet			144.89	144.89	144.59	144.59
Distances à l'axe Projet			-1.275	-0.975	-0.375	0.000
Distances partielles Projet			0.300	0.600	0.375	0.375

Date : 21/09/2016

Dossier : Profil.dwg

2iE	PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE-COLLECTEUR			N°
M2-GCH				
Ech.: ECH.	SEPT-2016	LALAICHA-OUEDRAOGO		



Profil dessiné par Covadis

Profil en long n° : CC

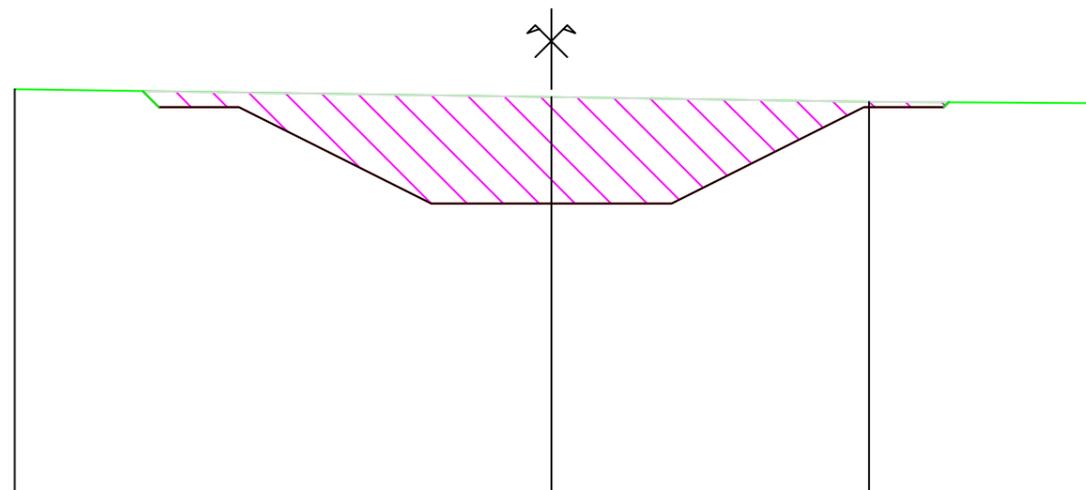
Profil

Abscisse : 403.018 m

Echelle des longueurs : 1/100

Echelle des altitudes : 1/100

 Déblai : 7.74 m²



PC : 141.00 m

Altitudes TN	146.07	145.97	145.91	145.89			
Distances à l'axe TN	-6.700	0.000	3.966	6.900			
Distances partielles TN		6.700	3.966	2.934			
Altitudes Projet	145.84	145.84	144.64	144.64	145.84	145.84	
Distances à l'axe Projet	-4.900	-3.900	-1.500	0.000	1.500	3.900	4.900
Distances partielles Projet		1.000	2.400	1.500	1.500	2.400	1.000

Date : 20/09/2016

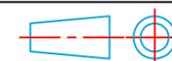
Dossier : Profil.dwg

2iE

M2-GCH

Ech.: ECH

PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE-COLATURES-DE-CEINTURE



OCTOBRE-2016

LALAICHA-OUEDRAOGO

N°