Aménagements de périmètres rizicoles dans la région de Gontougo (République de Côte d'Ivoire)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES
OPTION : EAU AGRICOLE

Présenté et soutenu publiquement le 04 novembre 2016 par :

OUEDRAOGO Béné Jean Baptiste De La Salle

Travaux dirigés par :

M. BOUBE BASSIROU, Enseignant au département Génie Civil Hydraulique au 2iE ;
DR. TADJOUWA KOUAWA, Ingénieur et responsable du département Hydraulique et Assainissement à Faso Ingénierie.

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Amadou KEITA

Membres et correcteurs : Dr. Dial NIANG
M. Roland YONABA
M. Bassirou BOUBE

Dédicace

Je dédie ce présent mémoire :

A mes parents ;

A mes frères et sœurs ;

Pour leur soutien moral et plein d'encouragement à notre égard.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles nous ont fait part durant notre stage de fin de cycle de MASTER.

Tout d'abord, nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur, **M. BOUBE Bassirou**, enseignant au département Génie Civil Hydraulique à l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour sa disponibilité. Ses conseils et directives furent d'un grand apport à l'établissement de ce document.

M. BILGO Zakaria, **M. SINARE Karim** et **M. SORE Souleymane** respectivement Directeur Général et associés de FASO Ingénierie pour nous avoir accueilli au sein de leur structure pour effectuer notre stage de mémoire.

Nous tenons à remercier particulièrement **M. TADJOUWA KOUAWA**, notre maître de stage pour son expertise et conseils dont il nous a fait part tout au long de notre séjour dans la structure d'accueil. Merci pour les remarques, les suggestions ainsi que les conseils dans la mise en œuvre de ce document.

M. Bega OUEDRAOGO, enseignant au département Eau et Assainissement au département Eau et Assainissement à l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour son aide et son assistance.

Je remercie également tout le personnel de FASO Ingénierie pour leur accueil, leur esprit d'équipe. Merci de nous avoir accepté les bras ouverts dans votre service.

Résumé

L'aménagement des périmètres rizicoles dans la région de Gontougo s'inscrit dans le cadre du projet PROPACOM. Ce projet intervient auprès des petits producteurs agricoles ivoiriens pour les accompagner à améliorer leur production rizicole par la mise en place de périmètres irrigués. De ce fait, deux vallons des villages de Kouassi-Datékro et Soko ont fait l'objet de notre étude dans le cadre de ce projet pour l'établissement de ce présent mémoire.

Pour se faire, des approches méthodologiques et des études techniques de bases ont été réalisées pour aboutir à des propositions d'aménagements hydro-agricoles. Ces étapes et études préliminaires sont entre autres la réunion de cadrage, la visite de reconnaissance détaillée des sites, la collecte des données, les études topographiques, pédologiques et hydrologiques.

Un aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire classique a été l'option retenue pour le site de Kouassi-Datékro. En effet ce site dispose d'un barrage à vocation agricole capable de répondre aux besoins en eau du riz de submersion d'une superficie de 11 ha d'une part, et d'autres part une prise d'eau du barrage existe déjà en rive gauche et domine gravitairement les côtes du vallon.

En outre, l'aménagement par DCN a été retenue pour le site de Soko afin de pouvoir maintenir une lame d'eau suffisante au développement du riz de basfond. Cependant un micro-barrage d'une capacité de 46 036 m^3 a été mise en place pour répondre aux besoins en eau d'appoint du cycle rizicole de bas-fond proposé sur une superficie de 12 ha. Les couts de réalisation s'élèvent respectivement à **66 665 846 FCFA** soit 7 262 074 FCA/ha pour le site de Kouassi-Datékro et à **43 466 753 FCFA** soit 2 822 516 FCA/ha pour celui de Soko.

Par ailleurs la zone de projet se situe dans une région à fort potentiel productif de cultures agricoles tels l'igname et l'anacarde. De ce fait l'Etat ivoirien devra mettre en place des systèmes de suivi et d'accompagnement auprès de ces bénéficiaires par crainte de ne voir émerger des plants d'anacarde ou d'igname dans les aménagements mis en place par le projet.

Mots clés :

1. **Gontougo (Côte d'Ivoire)**
2. **Aménagement**
3. **Riz**
4. **Irrigation**
5. **Appoint**

Abstract

The development of rice-growing areas in the Gontougo region is part of the PROPACOM project. This project is aimed at small-scale farmers in Côte d'Ivoire to help them improve their rice production through the establishment of irrigated perimeters. As a result, two valleys of the villages of Kouassi-Datékro and Soko were the subject of our study as part of this project for the preparation of this memorandum.

In order to do so, methodological approaches and basic technical studies have been carried out in order to arrive at proposals for hydro-agricultural development. These stages and preliminary studies include the scoping meeting, detailed site reconnaissance visits, data collection, topographic, soil and hydrological studies.

A hydro-agricultural development using conventional gravity irrigation was the option chosen for the Kouassi-Datékro site. Indeed, this site has an agricultural dam capable of meeting the water needs of submerged rice with an area of 11 ha on the one hand, and on the other hand a catch already exists on the left bank of the dam and Dominates gravelly the coasts of the valley.

In addition, development by DCN was retained for the Soko site in order to maintain a sufficient water surface for the development of basalt rice. However, a micro-dam with a capacity of 46 036 m3 has been set up to meet the water supply requirements of the proposed 12 ha shallow rice cycle.

The cost of construction is CFAF 66,665,846, CFAF 7,262,074 per hectare for the former and CFAF 43,466,753, or CFAF 2,822,516 per hectare.

Furthermore, the project area is located in a region with a high productive potential for agricultural crops such as yams and cashew nuts. As a result, the Ivorian State will have to put in place monitoring and support systems for these beneficiaries for fear of seeing cashew or yam plants emerge in the installations set up by the project.

Keywords:

1. **Gontougo (Ivory Coast)**
2. **Development**
3. **Rice**
4. **Irrigation**
5. **Extra**

Liste des abréviations

2iE	: Institut International de l'Eau et de l'Environnement
BNETD	: Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement
CEDEAO	: Communauté des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CNRA	: Centre National de Recherche Agronomique
CRC	: Cadres Régionaux de Concentration
DCN	: Courbes à niveau
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et la Faim
ONDR	: Office Nationale du Développement Rizicole
ORSTROM	: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
PRAREP	: Projet de Réhabilitation Agricole et de Réduction de la Pauvreté
PROPACOM	: Projet d'appui à la production Agricole et à la Commercialisation
PVC	: Polychlorure de Vinyle
SDRN	: Stratégie de Développement de la Riziculture Nationale
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
TOR	: Tout Ou Rien
SIEREM	: Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau et leur Modélisation

Sommaire

Dédicace.....ii
Remerciements.....iii
Résumé.....iv
Abstract.....v
Liste des abréviations.....vi
Liste des tableaux.....viii
Liste des figures.....x
Liste des équations.....xi
I INTRODUCTION.....1
II GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE.....4
III MATERIELS ET METHODES.....8
IV RESULTATS.....25
V ANALYSES ET DISCUSSION.....46
VI CONCLUSION GENERALE.....50
Bibliographie.....a
ANNEXES.....b

Liste des tableaux

Tableau 1: Localisation des localités de la zone d'étude 4

Tableau 2 : Données pluviométriques et ETP de la station de Bondoukou 5

Tableau 3 : Population des localités d'intervention (RGPH) 6

Tableau 4 : Caractéristiques de la spéculation choisie (CNRA 2010) 12

Tableau 5 : durées approximatives des stades et coefficients culturaux du riz (Brouwer C., Heidblom, and FAO 1986) 13

Tableau 6 : Caractéristiques de la spéculation choisie (CNRA 2010) 21

Tableau 7: Etats des lieux des sites à aménager 25

Tableau 8 : Récapitulatif des classes aptitudes des sols des sites 27

Tableau 9: Coordonnées XYZ du bornage des sites 27

Tableau 10 : quantiles des ajustements statistiques des pluies normales (Loi de Gauss) 30

Tableau 11: quantiles des ajustements statistiques des pluies maximales (Loi de Gumbel) 30

Tableau 12 : Caractéristiques du barrage de Kouassi-Datékro 32

Tableau 13 : tableau de résultats des besoins en eau du riz irrigué 34

Tableau 14 : Caractéristiques de l'apport d'eau d'irrigation 35

Tableau 15 : Calendrier d'arrosage du jour d'irrigation 35

Tableau 16 : Caractéristiques des canaux primaires 36

Tableau 17 : Caractéristiques des canaux secondaires 37

Tableau 18 : Caractéristiques des colatures externes 38

Tableau 19 : Caractéristiques des colatures internes 38

Tableau 20 : Bilan des sollicitations en eau du barrage 40

Tableau 21 : Caractéristiques des colatures accolés à la diguette de ceinture 41

Tableau 22 : tableau de résultats des besoins en eau en campagne sèche et pluvieuse 42

Tableau 23 : Paramètres de détermination du débit de projet du site de Soko 44

Tableau 24 : Caractéristiques de la digue déversant 44

Tableau 25 : Tableau de résultats de la capacité de la retenue d'appoint 45

Tableau 26 : Couts de réalisation des aménagements 47

Tableau 27 : Evaluation économique des allotissements des travaux.....48

Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation des localités de la zone d'étude 4

Figure 2: Evolution mensuelle des précipitations et de l'ETP de la station de Bondoukou 5

Figure 3 : Evolution de la variation hydrique annuel.....14

Figure 4 : Moyennes mobiles des pluies annuelles.....28

Figure 5 : Ajustement statique des pluies totales annelles de Bondoukou par la loi de Gauss.....29

Figure 6 : ajustement statique des pluies maximales journalières de Bondoukou par la loi de GUMBEL 29

Figure 7 : bassin versant alimentant le barrage de Kouassi Datekro 32

Figure 8 : Bassin versant alimentant le site de Soko.....43

Liste des équations

Equation 1 : Moyenne mobile centrée sur 5 ans....11

Equation 2 : Moyenne mobile centrée sur 10 ans....11

Equation 3 : Moyenne mobile centrée sur 25 ans....11

Equation 4 : Deficit hydrique....13

Equation 5 : Evapo-transpiration mximale....14

Equation 6 : Volume de remplissage des casiers....15

Equation 7 : Volume d'entretien de la lame d'eau....15

Equation 8 : Fréquence d'arrosage....16

Equation 9 : Besoin en eau journalier du riz....16

Equation 10 : Dose réelle....16

Equation 11 : Debit fictif continu....16

Equation 12 : Debit moyen de pointe....17

Equation 13 : Debit total du systeme....17

Equation 14 : Temps d'arrosage par poste....17

Equation 15 : Nombre de postes irrigués par jour....18

Equation 16 : Superficie d'un poste....18

Equation 17 : Temps d'arrosage par parcelle....18

Equation 18 : Formule de Manning Strickler....18

Equation 19 : Debit d'assainissement des colatures....19

Equation 20 : Quantité d'eau ruselée dans le bassin versant....19

Equation 21 : Debit d'assainissement des drains....19

Equation 22 : Cote du plan d'eau maximale dans la parcelle....20

Equation 23 : Cote du pln d'eau dans le canal primaire....20

Equation 24 : Quantité d'eau ruisélée....21

Equation 25 : Quantité d'eau ruisélée....21

Equation 26 : Bilan des apports....21

Equation 27 : Lame d'eau ruisélée 22

Equation 28 : Debit de crue de projet decenal (ORSTROM).....22

Equation 29 : Lame d'eau deversant.....23

Équation 30 : Hauteur de la digue 23

Equation 31 : Largeur en crete (formule de PREECE).....23

Equation 32 : Largeur en crete (formule de KNAPPEN).....23

Equation 33 : Largeur en crete (autres formules) 24

Equation 34 : Volume élémentaire de la retenue.....24

I INTRODUCTION

I.1 Contexte

L'agriculture est un secteur indispensable à l'essor de tout pays d'Afrique Occidentale. Depuis leur indépendance intervenue dans les années 1960, la majorité de ces pays du continent du berceau de l'humanité a basé son développement économique et social sur l'agriculture. C'est le cas de la république de Côte d'Ivoire, où l'agriculture contribue de nos jours pour presque 30 pour cent au Produit Intérieur Brute national selon l'Office National de Développement de la Riziculture (ONDR).

Dans la mère patrie de feu Felix Houphouët BOUIGNY, les terres cultivables sont estimées à 21 millions d'ha, soit 65 pour cent de la superficie totale du pays (CAMARA 2000). Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et la Faim, la superficie mise en culture en 2009 représentait 6,9 millions d'ha environ, soit 21 pour cent de la surface totale du pays traduisant la disponibilité des superficies cultivables.

En outre le climat de cette contrée africaine caractérisé par une pluviométrie assez importante par rapport à ceux des autres pays ouest africains est favorable au développement de plusieurs cultures agricoles ; aussi les travaux champêtres sont sources d'importantes revenues (CAMARA 2000).

Les ressources en eau ne sont pas en reste. En effet une étude effectuée par le bureau d'étude national ivoirien BNETD a recensé 572 barrages en 2008, soit une capacité de stockage maximale pouvant atteindre 38,1 km^3. De ces barrages, seulement 41 pour cent seulement sont utilisés pour les productions agricoles (FAO 2008).

Les productions agricoles de ce pays sont fortement centrées sur les cultures d'exportation de base représentées par le binôme café-cacao qui est actuellement le fer de lance de l'économie ivoirienne puisque ces deux produits représentent 40 pour cent des revenus d'exportations (BNETD 2008). En effet, au dernier classement mondial de production de café et de cacao, la république ivoirienne est leader en cacao avec une production annuelle avoisinant 1,7 million de tonnes par an et 15e mondial pour la production de café avec 417 milles de tonnes par an (Mays Moussi 2015).

En outre l'agriculture est très diversifiée dans ce pays. En effet le palmier à huile, l'hévéa, l'anacarde, la banane, l'avocat sont cultivés dans les zones de forêts et les cultures vivrières, maraichères, les tubercules en zone de savane.

Le riz, troisième céréale produite à l'échelle mondiale, après le blé et le maïs (FAO 2008) est aussi cultivé et s'adapte bien aux sols et climat ivoiriens. Selon (ONDR 2012), la production nationale de cette denrée alimentaire est estimée à 600 milles tonnes de riz blanchi en moyenne par an.

I.2 Problématique

La Côte d'Ivoire, malgré sa production rizicole, importe de plus en plus le riz venant des pays asiatiques pour répondre à un déficit de production croissant. En effet selon (FAO 2008) la production nationale couvre à peine 50 pour cent des besoins alimentaires rizicoles de la population.

Par ailleurs tout comme le mil, le maïs, le sorgho, le riz entre de plus en plus dans les habitudes alimentaires des populations ivoiriennes surtout celles des savanes (BNETD 2008). Ce qui fait de ce produit agricole l'une des principales denrées alimentaires importés. De ce fait cet aliment constitue actuellement un enjeu à la fois alimentaire et économique pour l'Etat ivoirien (BOUET et al. 2013).

Cependant cette demande prend de l'ampleur et seulement 31 millions de tonnes de riz correspondant à 5 pour cent de la production mondiale font l'objet d'échange entre les pays ; traduisant le caractère protectionniste des grands explorateurs rizicoles que sont la Chine, le Taiwan, le Japon, et l'Inde (ONDR 2012).

Face à cette demande de plus en plus grandissante, la sécurité alimentaire de ce pays se trouve menacée ; le gouvernement ivoirien devait agir. De ce fait, la valorisation du potentiel agricole des basfonds pour la culture du riz est devenue l'une des priorités nationales (BOUET et al. 2013). Ainsi à travers le Projet de Réhabilitation Agricole et de Réduction de la Pauvreté (PRAREP) une étude de réhabilitation ou d'aménagement de basfonds a été menée dans six des régions du pays afin d'accompagner les paysans des basfonds à accroitre leur rendement rizicole.

Dans cette même lancée, en 2015 des cadres régionaux de concentration ont approuvé des micro-projets émanant des organisations professionnelles agricoles à travers le Projet d'appui à la Production Agricole et à la Commercialisation (PROPACOM). C'est dans ce cadre qu'il nous a été confié d'effectuer une étude de faisabilité pour l'aménagement de deux périmètres rizicoles situés respectivement dans les villages de Kouassi-Datékro et Soko appartenant à la région de Gontougo. Le thème de ce présent mémoire est intitulé : Aménagements de périmètres rizicoles dans la région de Gontougo.

I.3 Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette présente étude est de contribuer à l'amélioration de la production rizicole par l'aménagement de périmètres irrigués.

De façon spécifique, il s'agira de :

- Proposer une étude technique pour l'aménagement des périmètres rizicoles ;
- Réaliser une estimation du coût global du projet ;
- Réaliser une analyse sommaire des impacts socio-environnementaux des futurs aménagements.

I.4 Résultats attendus

Les résultats attendus sont les suivants :

- Des systèmes d'aménagement hydro-agricoles modernes ;
- Une estimation globale du coût du projet ;
- Une évaluation sommaire des impacts socio-environnementaux.

II GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

II.1 Localisation et accès à la zone d'étude

Les sites à aménager qui font l'objet de notre présent rapport sont situés dans les villages de Kouassi-Datékro et de Soko. Ces localités appartiennent à la région de Gontougo avec pour chef-lieu le département Bondoukou.

Le tableau 1 donne des informations complémentaires sur la localisation de ces sites.

Tableau 1: Localisation des localités de la zone d'étude

Villages	Département	Région	Chef-lieu	Distance (km)	
				Chef-lieu-Village	Village-Site
Soko	Bondoukou	Gontougo	Bondoukou	9	2
Kouassi-Datékro	Koun-Fao			101	1

La figure 1 présente une localisation des différentes localités d'intervention dans le District Nord de la Cote d'Ivoire : le Zanzan.

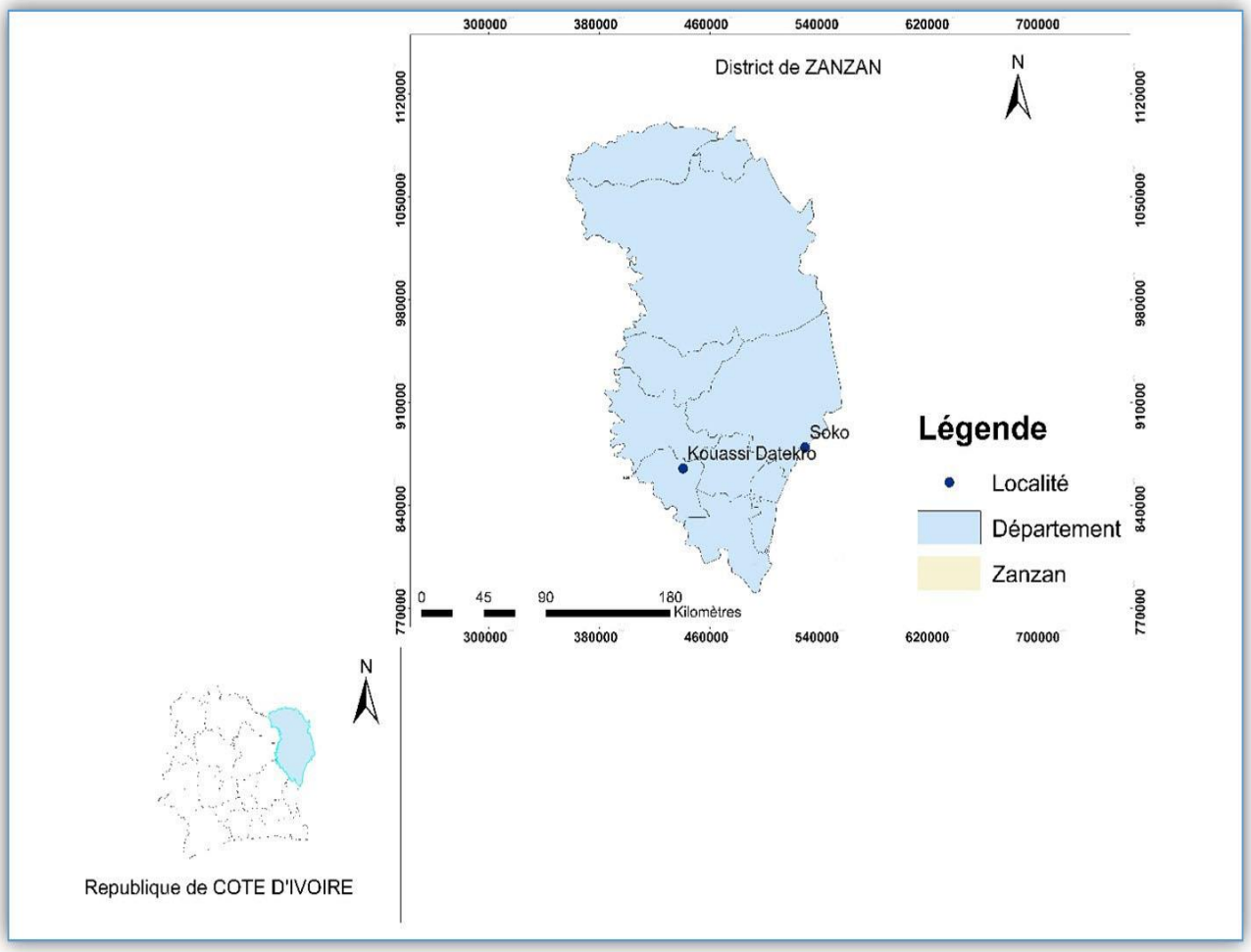


Figure 1 : Carte de localisation des localités de la zone d'étude

II.2 Cadre physique

II.2.1 Climat et Pluviométrie

Les localités d'étude se situent dans une zone à climat tropical humide caractérisé par une longue saison de pluie (Avril à Octobre) et une saison sèche le reste de l'année. L'analyse des données pluviométriques sur la période de 1901 à 2014 montre que la zone de projet est située entre les isohyètes 1000 et 1200mm (BNETD 2012).

Le mois le plus arrosé est celui de septembre avec une précipitation moyenne mensuelle pouvant atteindre 196mm (Tableau 2) tandis que le mois de janvier est le moins arrosé.

L'évapotranspiration potentielle est maximale pour le mois de février pouvant atteindre 128,7mm (Tableau 2) et moindre où la pluviométrie est élevée, celui du mois d'Aout.

Tableau 2 : Données pluviométriques et ETP de la station de Bondoukou

Paramètres	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluie (mm)	5,1	29,5	77,0	123,6	181,7	160,5	112,3	102,5	196,3	144,6	42,2	12,2
ETP (mm)	113,1	116,5	128,7	117,1	109,0	86,8	77,9	75,6	77,2	95,0	94,6	99,8

La figure 2 illustre l'évolution annuelle des pluies et ETP moyens de la station de Bondoukou de 1901 à 2014, station référence de ce présent projet, choisie de par sa proximité des sites à aménager.

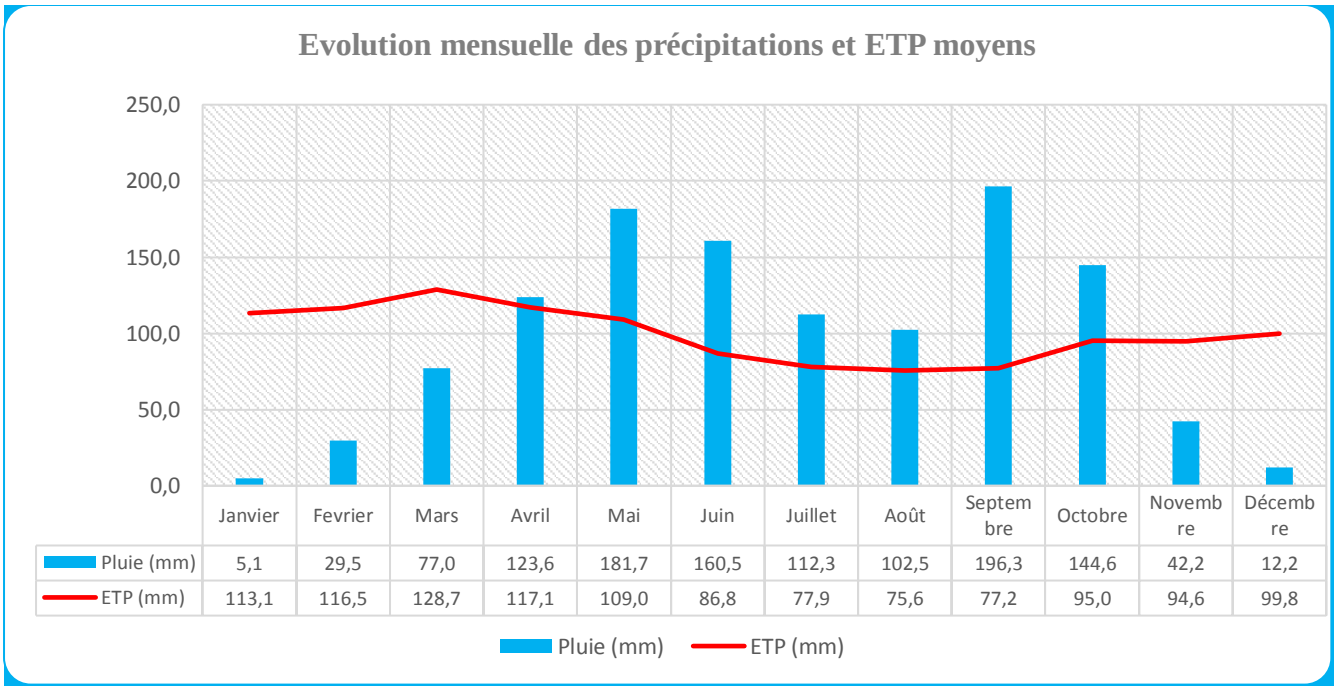


Figure 2: Evolution mensuelle des précipitations et de l'ETP de la station de Bondoukou

II.2.2 Hydrographie

La zone de projet ne dispose pas de grands cours d'eau à caractère sous régional. En effet, les sites sont essentiellement sillonnés par un réseau hydrographique peu dense, caractérisé par l'existence de cours d'eau saisonniers qui drainent les bassins versant abritant ces sites.

Compte tenu des conditions topographiques prévalant sur les différents sites et de la nature des sols, les écoulements sont relativement faibles et la capacité de stockage très limitée.

II.2.3 Relief et sol

Comme dans la plupart des localités de la région, la zone d'étude a un relief relativement plat. Cependant des collines sont répertoriées par endroit. En plus, on retrouve dans la région de Gontougo, le mont Zanzan et le mont Koun avec respectivement 560m et 700m.

Les sols de cette partie du district de la Zanzan appartiennent aux classes suivantes (BNETD 2012) :

- Sols ferralitiques rouges, potentiellement moins fertiles ;
- Sols bruns rouges sur basaltes, très fertiles lorsqu'ils ne sont pas érodés ;
- Sols noirs sur lapilli, ayant un fort potentiel de production ;
- Sols hydro morphes présents dans les zones marécageuses et des basfonds.

II.3 Cadre socio-économique

II.3.1 Population

Le dernier recensement en Côte d'Ivoire date de 1998. Si l'on se base sur le taux de croissance moyen de la population de 3,5% obtenu lors de ce recensement, en occultant les pertes potentielles dues aux différentes crises socio-politiques et le phénomène de migration, la population des différents villages de notre zone d'intervention devrait se présenter comme dans le tableau 3.

Tableau 3 : Population des localités d'intervention (RGPH)

Villages	Population
Kouassi-Datékro	27 780
Soko	2 027

Le village de Kouassi-Datékro est celui le plus peuplé et Soko est le moins avec une population actuelle estimée à 2027 habitants.

Les populations autochtones sont les Gbin, Koulango, Abron, Nafana, Dega ainsi que les lobi. En outre, on note la présence de nombreux allogènes, ressortissants des pays de la CEDEAO.

II.3.2 Economie

L'économie des localités d'intervention du présent projet, à l'image de la région de Gontougo, est basée essentiellement sur l'agriculture. L'igname est le plus produit dans ces localités. Cependant l'anacarde constitue la principale culture industrielle et sa commercialisation est aujourd'hui la première dans la région.

A tous ces produits agricoles s'ajoutent la culture du binôme café- cacao et les cultures vivrières surtout le riz. Les sols de la région de Gontougo regorgent des richesses comme le manganèse.

III MATERIELS ET METHODES

III.1 Réunion de cadrage

Dans le souci d'harmoniser les points de vue sur les attentes des bénéficiaires et des promoteurs du projet PROPACOM sur les résultats des études à mener ; une réunion de cadrage a eu lieu à Bondoukou, chef-lieu de la région de Gontougo. Cette rencontre a eu pour objectifs :

- De présenter l'équipe de mission chargée de l'étude au maître d'ouvrage et aux bénéficiaires ;
- De présenter et échanger avec les représentants du projet sur les outils de collecte de données disponibles pour mener à bien les investigations ;
- D'échanger sur les objectifs de la mission afin de mieux cerner tous les contours de l'étude ; et de noter toutes les éventuelles aspirations du maître d'ouvrage et des bénéficiaires qui n'auraient pas figuré clairement dans les TDR ;
- De préciser l'intervention des différents experts de l'équipe de mission sur le terrain.

III.2 Visite de reconnaissance des sites

Après la réunion de cadrage, une mission de reconnaissance détaillée des sites a été organisée en compagnie des membres de l'équipe de projet et des autorités locales de gestion des sites à aménager. Elle a permis de mener les actions ci-dessous définies :

- Constater approximativement les limites des périmètres rizicoles aménageables ;
- Repérer avec précision la position des bas-fonds et de la retenue d'eau de Kouassi-Datékro à l'aide d'un GPS pour les études ultérieures ;
- Recueillir des données hydrologiques, climatiques et sur les spéculations envisagées à travers d'échanges auprès des riverains et des bénéficiaires du projet ;
- Déterminer de façon sommaire les caractéristiques physiques des bas-fonds ;
- Discuter avec les populations sur la disponibilité locale en main d'ouvrage et matériel pour le creusage des sondages pédologiques et au besoin procéder au recrutement de cette main d'ouvrage ;

III.3 Collecte des données hydro-climatiques

Cette collecte s'est fait aussi bien à Ouagadougou et au chef-lieu Bondoukou de la région d'où relèvent les sites des bas-fonds. Elles sont principalement de deux ordres :

- Les données climatiques de la zone de projet (pluviométrie, évapotranspiration potentielle) ont été acquises à partir de la station référence de Bondoukou. Les lacunes

ont été compensées à partir des données du site officiel du Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau et leur Modélisation (SIEREM).

- Les données hydrologiques (périodes approximatives d'écoulement) ont été obtenues à partir des échanges effectués avec les riverains des sites et bénéficiaires des du projet.

III.4 Etudes topographiques

III.4.1 Consistance des travaux topographiques et résultats attendus

Les levés topographiques ont été exécutés par l'équipe topographique de la mission chargée de l'étude. L'étude topographique a eu pour mission, l'atteinte d'un ensemble de résultats qui sera issue des levés topographiques et la mise en place d'éléments suivants :

- Une polygonale de base dans les bas-fonds avec la mise en place d'un réseau de bornes géodésiques ;
- Un levé d'états des lieux de la superficie brute des sites à aménager ;
- Un levé des singularités (cours d'eau, ouvrages, pites, etc.).

III.4.2 Démarche de travail topographique suivi

❖ La mise en place de repères topographiques

Elle a consisté à la construction de bornes topographiques en béton de 40 à 50 cm de hauteur au-dessus du sol.

❖ Le contrôle et analyse des données

Avant la mise en place de la polygonale, des opérations ont été effectuées dans le but de faire un rattachement entre les bornes repérées sur le terrain et connues en coordonnées, et la polygonale nouvellement installée. La planimétrie est rattachée au système mondial WGS84 à partir d'un GPS de positionnement.

❖ L'observation de la polygonale

Le rattachement est fait à partir des coordonnées prises avec un GPS de navigation au système de référence WGS84.

❖ Le nivellement géométrique de précision

Les observations ont été faites ensuite sur l'ensemble du site en station double. Les observations ont été calculées et compensées en cheminement encadré entre les bornes de la polygonale de base. Les compensations ont tenu compte des tolérances applicables au nivellement ordinaire.

❖ **Le levé de détail**

Le levé de détail a consisté à l'observation, à partir des bornes de la polygonale, le levé des points particuliers existants sur le terrain tels que : lit du cours d'eau, pistes, ravins, concessions, arbres, points d'eau, lieux sacrés, champs, ainsi que des points du terrain naturel. L'équidistance entre les points varie selon qu'on soit sur un terrain relativement plat ou en zone accidentée tout en respectant l'équidistance requise à l'échelle du 1/2000 c'est-à-dire environ un point tous les 40 mètres. Tous ces points connus en X, Y, Z ont servi à l'établissement du fond de plan à l'aide des logiciels COVADIS et AUTOCAD.

III.5 Etudes pédologiques

L'étude pédologique a été menée selon les étapes suivantes :

- Un quadrillage systématique des bas-fonds (l'observation étant constituée par une fosse pédologique) a été procédé dans un premier temps ;
- Le profil des bas-fonds a été décrit selon les directives de la FAO ;
- La classification ainsi réalisé des sols a été celle française (CPCS 1967) ;
- L'évaluation des terres a été faite suivant la méthode FAO.

III.6 Etudes hydrologiques

Les études hydrologiques de ce projet ont porté essentiellement sur l'ajustement statistique des pluies et la détermination des caractéristiques du bassin versant.

III.6.1 La détermination des caractéristiques des bassins versants

Un bassin versant est une surface topographique où toute eau tombée sur cette même superficie s'écoule vers un seuil point topographique appelé exutoire.

Pour la détermination des bassins versants abritant les sites pour l'étude hydrologique et le dimensionnement des réseaux d'assainissement des terres agricoles ; la détermination a été faite avec le binôme de logiciels Google Earth/Global Mapper. En effet par manque de levés topographiques nécessaires ; ce binôme de logiciels a été utilisé.

Le traitement ainsi réalisé sur le binôme de logiciels a fourni les limites des bassins versants étudiés et a donné leurs caractéristiques telles que la superficie, le périmètre, la pente longitudinale etc. qui étaient indispensables à la détermination de nos débits de crue de projet.

III.6.2 Etudes statistiques des précipitations

Dans la présente étude, la détermination de l'évolution des précipitations s'avère très importante dans le dimensionnement des ouvrages de retenue d'eau ainsi que les ouvrages

d'assainissement des terres agricoles. Ainsi, un ajustement statistique des données pluviométriques a été nécessaire. Cependant il a été judicieux de vérifier la qualité de l'homogénéité de notre échantillon avant tout traitement. Pour se faire, la méthode des moyennes mobiles centrées a été utilisée.

❖ La méthode des moyennes mobiles centrées

La méthode des moyennes mobiles centrées part du principe que la pluviométrie annuelle est une variable aléatoire indépendante dont la loi de probabilité est constante dans le temps. Ce qui fait que l'échantillon obtenu ne doit pas présenter une tendance.

La méthode des moyennes mobiles centrées s'applique à une station pluviométrique disposant d'une série continue de mesures sur 20 ans au moins. Dans ce présent projet nous disposons d'un échantillon de pluies normales sur 113 ans pour l'étude statistique.

Pour se faire, les moyennes mobiles centrées de notre échantillon sur 5 ans, 11 ans et 25 ans ont été calculés. Ces moyennes mobiles ont été déterminées respectivement à partir des équations 1 ,2 et 3.

$$\boldsymbol{Moy(5ans)} = \frac{1}{5} * \sum_{i=1}^{5} \boldsymbol{Pi} \quad \text{(Equation 1)}$$

$$\boldsymbol{Moy(11ans)} = \frac{1}{11} * \sum_{i=1}^{11} \boldsymbol{Pi} \quad \text{(Equation 2)}$$

$$\boldsymbol{Moy(25ans)} = \frac{1}{25} * \sum_{i=1}^{25} \boldsymbol{Pi} \quad \text{(Equation 3)}$$

Où :

- ***Moy** (mm)* : *moyenne mobile centrée ;*
- ***Pi** (mm)* : *pluie totale annuelle.*

❖ Ajustements statistiques des précipitations

L'ajustement statistique de nos données pluviométriques a été fait sur le logiciel Hyfran. Les lois de traitement utilisées sont la loi de Gauss et la loi de Gumbel respectivement pour les pluies normales de la période de 1901 à 2014 et les pluies journalières maximales de la période de 1970 à 2002 de la station référence de Bondoukou.

III.7 Etude de l'aménagement du site de Kouassi-Datékro

L'option d'irrigation gravitaire classique a été choisi pour l'aménagement du vallon du village de Kouassi-Datékro.

Cette option a été choisie pour les raisons suivantes :

- L'existence d'une retenue d'eau à vocation agricole d'une capacité maximale de **76000** m^3 pouvant répondre aux besoins en eau du riz irrigué ;
- L'existence d'une prise d'eau du barrage en rive droite qui domine les côtes du vallon du site à aménager ;
- Une option d'irrigation axée à la culture de la riziculture de submersion en maitrise totale en eau (Gatot et al. 1999).

III.7.1 La spéculation choisie : le riz de submersion

Le riz de submersion ou riz irrigué est cultivé sur toute l'étendue du territoire national. Cependant la région des savanes reste la principale productrice du riz ivoirien.

Selon (ONDR 2012) le riz irrigué est caractérisé par des exploitations modernes et intensives et est le plus demandé sur le marché ivoirien par rapport aux riz strictes.

L'un des objectifs majeurs de ce présent projet étant l'augmentation des productions agricoles rizicoles ; notre choix s'est posé sur une variété de spéculation irriguée a fort rendement potentiel vis-à-vis des conditions naturelles qui prévalent en Côte d'Ivoire. Le tableau 4 présente les caractéristiques de la spéculation choisie.

Tableau 4 : Caractéristiques de la spéculation choisie (CNRA 2010)

Valeurs agronomiques		
Code		KOSSOU (WITA 3)
Espèce		*Oryza sativa (Indica)*
Cycle de vie		120 jours
Variété		Irrigué
Rendement	Potentiel	9 tonnes/ha
	Moyen	4,5 tonnes/ha

III.7.2 Données agro-climatiques

Les paramètres agro-climatiques du riz ont été obtenus à partir des manuels référence de la FAO. Le tableau 5 présente l'évolution du coefficient cultural en fonction des stades d'évolution du riz ainsi que le nombre de jours de chaque période.

Tableau 5 : durées approximatives des stades et coefficients culturaux du riz (Brouwer C., Heidblom, and FAO 1986)

Stades	Initial	Tallage	Epiaison	Formation du produit	Murissement
Durée (jrs)	10	60	10	25	15
Kc	0,8	1,1	1,15	1,2	0,8

III.7.3 Evaluation des besoins en eau

Les besoins en eau du plant ont été déterminés à partir du bilan des apports et des pertes. Les apports sont essentiellement la pluie et l'irrigant. Les pertes quant à elles comprennent l'évapotranspiration de la plante, les pertes par percolation et le ruissellement de surface (FAO 2002).

Le principe de détermination adopté est un calcul au pas de temps décadaire de la réserve en eau qui doit varier entre deux extrêmes :

- Une lame d'eau en dessous de laquelle l'irrigation est nécessaire ;
- Une lame d'eau au-dessus de laquelle il y'a écrêtage des apports.

Pour se faire, différents paramètres indispensables au calcul du besoin hydrique sont à déterminer. Ces derniers se présentent comme suit :

❖ Le déficit hydrique pluviométrique

Le déficit hydrique pluviométrique est la différence de la pluviométrie brute d'une période donnée par l'évapotranspiration potentielle de la même période. Il a été déterminé par la relation donnée par l'équation 4.

$$\boldsymbol{Dh(mm) = P - ETP} \quad \text{(Équation 4)}$$

Avec :

- ***Dh*** *(mm)* : *déficit hydrique ;*
- ***ETP*** *(mm)* : *évapotranspiration potentielle ;*
- ***P*** *(mm)* : *Pluie brute.*

Le déficit hydrique pluviométrique de notre zone d'étude se situe pendant la saison sèche de l'année, début Novembre fin Mars (Figure 3). Aussi, ce dernier est maximal durant le mois de janvier avec un déficit de l'ordre de -108mm (Figure3).

La figure 3 présente l'évolution du déficit hydrique moyen annuel des précipitations de la zone d'étude.

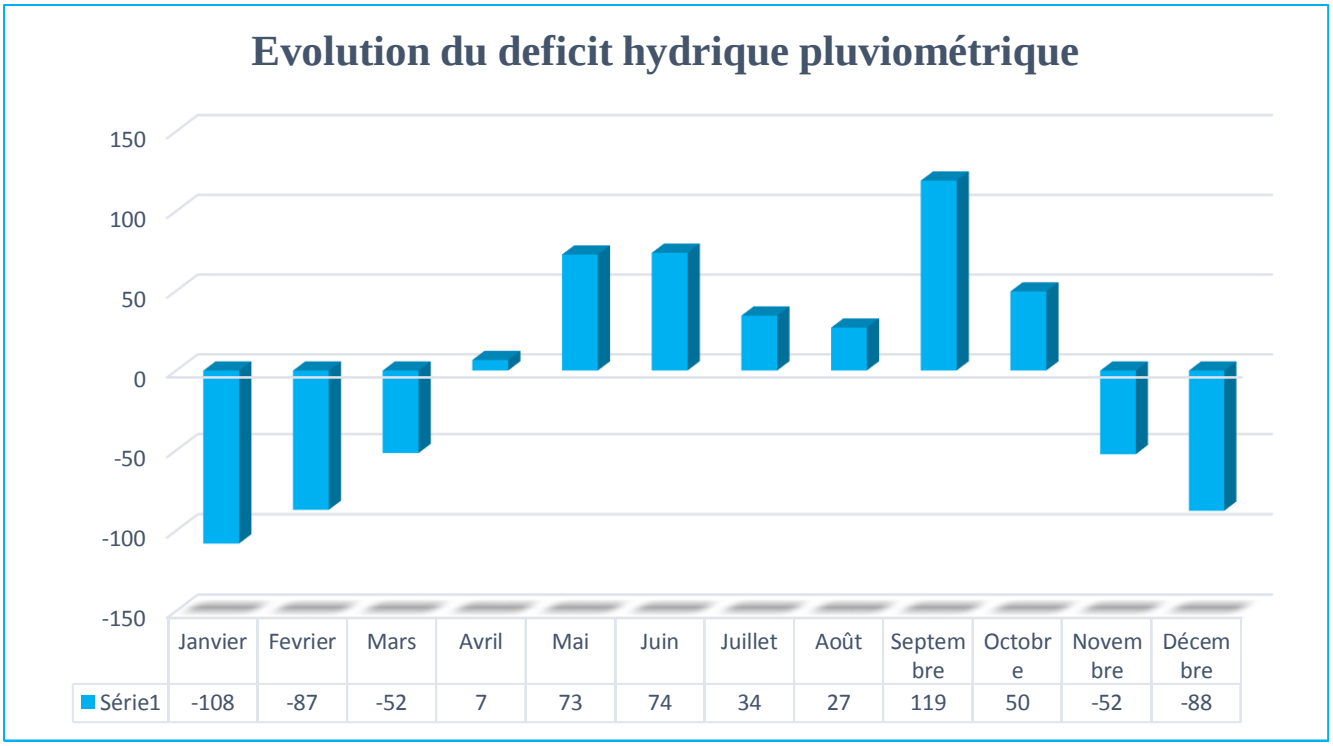


Figure 3 : Evolution de la variation hydrique annuel

❖ La pluie efficace

La pluie efficace est la pluie réelle tombée et utilisable sur un périmètre par la plante. Le riz de submersion est cultivé dans des casiers bornés par des diguettes. Aussi la quasi-totalité de l'eau de pluie tombée sur le périmètre ne ruisselle pas. Ainsi en pratique, on considère que la pluie efficace est égale à la pluie brute dans les casiers rizicoles (ALIOU IBRAHIM 1994).

❖ L'Evapotranspiration maximale et les pertes par percolation

L'évapotranspiration maximale est le produit du coefficient cultural de la spéculation choisie par l'évapotranspiration potentiel sur une période donnée. Il a été déterminé à partir de l'équation 5.

$$\boldsymbol{ETM(mm) = kc * ETP}$$ (Équation 5)

Où :

- ***ETM** (mm)* : *évapotranspiration maximale ;*
- ***Kc*** : *coefficient cultural ;*
- ***ETP** (mm)* : *évapotranspiration potentielle.*

Les pertes par percolation sont la partie de l'eau d'irrigation qui s'infiltre dans le sous-sol. En effet cette infiltration est fonction de la porosité du sol.

L'infiltration déduite de plusieurs études similaires réalisées dans la zone de projet varie de 2 à 4mm/jr (BNETD 2012). Dans cette présente étude une moyenne d'une infiltration de 3mm/jr a été choisie.

❖ Le volume de remplissage des casiers rizicoles

Le remplissage des casiers correspond à la quantité d'eau à apporter pour inonder le sol. Dans le cas de notre projet ; un temps maximal de remplissage de 72 heures a été choisi. La détermination de la quantité d'eau à apporter pour la saturation effective du sol se traduit par l'équation 6.

$$\boldsymbol{Vr(m3) = Sp * \left((Hcc - Hpf) * Da + Hmax + tr(ETMj + Kj - Pe) * C\right)} \text{ (Équation 6)}$$

Où :

- ***Sp*** *(m^2)* : *superficie du périmètre ;*
- ***Hmax*** *(m)* : *lame d'eau maximale à atteindre ;*
- ***Kj*** *(m/jr)* : *infiltration dans le sol ;*
- ***C*** : *coefficient des diguettes des casiers rizicoles ;*
- ***Tr*** *(jr)* : *temps maximum de remplissage des casiers ;*
- ***ETMj*** *(m)* : *évapotranspiration maximale journalier ;*
- ***Hcc*** *(%)* : *humidité a la capacité au champ ;*
- ***Hpf*** *(%)* : *humidité au point de flétrissement ;*
- ***Da*** : *densité apparente ;*
- ***Pe*** *(m/jr)* : *pluie efficace.*

La densité apparente des sols cultivés déduite de plusieurs études pédologiques effectuées par le bureau national BNETD dans la zone de projet varie entre 1,5 à 1,6 (BNETD 2012). Aussi, une valeur moyenne de 1,55 a été donc adopté pour notre projet.

La différence (Hcc-Hpf) vaut en moyenne 12% pour les sols aptes à la riziculture (Gatot et al. 1999).

❖ Le volume mensuel d'entretien et la fréquence d'arrosage

Le volume d'entretien correspond au volume d'eau nécessaire à apporter pour maintenir une lame d'eau admissible au développement du riz. Il a été déterminé à partir de l'équation 7.

NB : la lame d'eau d'entretien du riz irrigué doit être comprise entre 0,15m a 0,20m.

$$\boldsymbol{Vme\ (mm) = (Hmax - Hmin)} \text{ (Équation 7)}$$

Avec :

- ***Ve*** *(mm)* : *Volume d'entretien*
- ***Hmax*** *(mm)* : *lame d'eau maximale ;*
- ***Hmin*** *(mm)* : *lame d'eau minimale.*

La fréquence F d'arrosage est le temps maximal que met la plante pour épuiser l'irrigant apporté. Il est le temps maximal entre deux arrosages en maitrise totale de l'eau. Elle a été déterminée à partir de l'équation 8.

$$\boldsymbol{F(jr) = \frac{Vme}{(ETMj+Kj-Pe)*C}} \text{ (Équation 8)}$$

Où :

$$\boldsymbol{Bj(mm/jr) = (ETMj + Kj - Pe) * C} \text{ (Équation 9)}$$

- ***Bj*** *(mm/jr)* : *besoin réel journalier ;*
- ***ETMj*** *(mm/jr)* : *évapotranspiration maximale journalier ;*
- ***Kj*** *(mm/jr)* : *Infiltration dans le sol ;*
- ***C*** : *coefficient des diguettes des casiers rizicoles.*

Le tour d'eau T est le temps réel entre deux arrosages. Il n'a pas été calculé mais choisi en fonction du mois de pointe de telle sorte qu'il soit inférieur à la fréquence d'arrosage.

❖ La dose réelle

La dose réelle est la quantité d'eau qu'il faut réellement apporter à la plante. Il est le produit du besoin net journalier par le tour d'eau. Elle a été calculée par l'expression donnée par l'équation 10.

$$\boldsymbol{Dr(mm) = T.Bnet} \text{ (Équation 10)}$$

Où :

- ***Dr*** *(mm)* : *dose réelle ;*
- ***T*** *(jrs)* : *tour d'eau choisie.*

❖ Le débit fictif continu et moyen de pointe

Le débit fictif continu est le débit avec lequel il faut apporter l'irrigant sur les sites de manière continue 24 heures sur 24 pour assurer les besoins des plantes. Il a été déduit à partir de l'équation 11.

$$\boldsymbol{DFC(l/s/ha) = \frac{BB(mm)*10000}{(nj*24*3600)}} \text{ (Équation 11)}$$

Avec :

- ***DFC*** *(l/s/ha)* : *débit fictif continu ;*
- ***nj*** *(jrs)* : *nombre de jours de la période.*

Le débit moyen de pointe est le débit ajusté au temps de fonctionnement réel de service des ouvrages dans la journée pour satisfaire les besoins rizicoles. Il a été déterminé à partir de l'équation 12.

$$\boldsymbol{DMP(l/s/ha)} = \frac{\boldsymbol{BB(mm)} * \boldsymbol{10000}}{\boldsymbol{nj.nh.3600}} \text{ (Équation 12)}$$

Avec :

- ***DMP*** *(l/s/ha)* : *débit moyen de ponte ;*
- ***nh*** *(h)* : *nombre d'heures d'irrigation.*

III.7.4 Organisation de l'arrosage

❖ Le débit total du système et la main d'eau

Connaissant la superficie nette du périmètre aménagé, le débit total Q_{tot} du système a été calculé à partir de l'équation 13.

$$\boldsymbol{Q_{tot}\ (l/s)} = \boldsymbol{DMP} * \boldsymbol{Sp(ha)} \text{ (Equation 13)}$$

La main d'eau est le débit manipulé par l'exploitant pour irriguer sa parcelle. Elle varie le plus souvent de 15 à 30l/s pour la riziculture (Taky et al. 2004)

❖ Temps d'arrosage par poste

Il est le temps nécessaire avec lequel une main d'eau irrigue une superficie donnée. Il a été déduit à partir de l'équation 14.

$$\boldsymbol{Ts(h)} = \frac{\boldsymbol{Dr} * \boldsymbol{10000}}{(\boldsymbol{m} * \boldsymbol{3600})} \text{ (Équation 14)}$$

Avec :

- ***Ts*** *(h)* : *temps d'arrosage par poste ;*
- ***Dr*** *(mm)* : *dose réelle ;*
- ***m*** *(l/s)* : *main d'eau choisie.*

❖ Nombre de postes irrigués par jour et superficie d'un poste

Le nombre de postes irrigués par jour est le rapport du temps maximal d'arrosage par le temps mis pour irriguer un poste. Il a été calculé par la relation donnée par l'équation 15.

$$NS = \frac{Twmax}{Ts}$$ (Équation 15)

Où :

- ***Ns*** : *nombre de postes ;*
- ***Twmax*** *(h)* : *temps maximum d'arrosage ;*
- ***Ts*** *(h)* : *temps d'arrosage du poste.*

La superficie d'un poste a été déterminée à partir de l'équation 16.

$$Sp = \frac{S}{NS}$$ (Équation 16)

❖ **Temps d'arrosage d'une parcelle**

Il a été calculé suivant la relation donnée par l'équation 17.

$$Tp(h) = \frac{Sp * Ts}{Ns}$$ (Équation 17)

Où :

- ***Tp*** *(h)* : *temps d'arrosage d'une parcelle ;*
- ***Ts*** *(h)* : *temps d'arrosage d'un poste ;*
- ***Sp****(ha)* : *superficie du périmètre*

III.7.5 Ouvrages du réseau d'irrigation

❖ **Canaux d'irrigation**

Les canaux ont été mis en place pour véhiculer l'eau du barrage depuis la prise située sur la rive droite vers les parcelles à irriguer. Ils ont été érigés de telle sorte que la prise du barrage puisse envoyer l'irrigant de manière gravitaire sur la superficie aménageable.

Ils ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler définie par l'équation 18.

$$Q = K_S . S . \sqrt{I} . R_H^{2/3}$$ (Équation 18)

Où :

- ***Q*** *(m^3/s)* : *débit du canal ;*
- ***Ks*** : *Coefficient de rugosité de Manning Strickler ;*
  Ks=60 pour les canaux en béton
  Ks=25 pour les canaux en terre (Degoutte and Royet 1999)
- ***S*** *(m^2)* : *section mouillée du canal ;*
- ***R_h*** *(m)* : *rayon hydraulique en m.*

III.7.6 Réseau d'assainissement des terres agricoles

Pour l'assainissement de nos périmètres agricoles, un réseau d'évacuation a été mis en place pour collecter et évacuer le surplus d'eau arrivant sur les périmètres.

❖ Dimensionnement des colatures externes

Les colatures externes sont prévues pour collecter les eaux de ruissellement arrivant sur les périmètres lors des pluies. Ils ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler présentée ci-dessous à partir d'un débit d'assainissement.

Selon (Keïta 2015), le débit d'évacuation des colatures externes s'exprime comme suite.

$$\boldsymbol{Qev = \frac{\left(\frac{Vol}{Sp}\right)+10*P10}{84{,}6*Tmax}} \quad \text{(Équation 19)}$$

$$\text{Avec : } \boldsymbol{Vol = 10 * P10 * Cr * Sbv} \quad \text{(Équation 20)}$$

Où :

- ***Qev*** *(m3/s)* : *débit à évacuer ;*
- ***Vol*** *(mm)* : *volume d'eau drainé par le bassin versant ;*
- ***P10*** *(mm)* : *Pluie décennale ;*
- ***Cr*** *(%)* : *coefficient de ruissellement ;*
- ***Sbv*** *(km^2)* : *Superficie du bassin versant ;*
- ***Sp*** *(ha)* : *Superficie brute du périmètre ;*
- ***Tmax*** *(h)* : *durée maximale d'inondation du champ.*

❖ Dimensionnement des drains internes

Le drainage interne évacuera le surplus d'eau présent sur le périmètre. Les drains prévus sont des canaux à ciel ouvert, dimensionnés par la formule de Manning de Strickler à partir d'un débit d'assainissement déterminé à partir de l'équation 21. Selon (Keïta 2015) ; ce débit d'assainissement s'exprime comme suite.

$$\boldsymbol{Qev = \frac{P10*10000}{Tamx}} \quad \text{(Équation 21)}$$

Avec :

- ***P10*** *(mm) : pluie décennale ;*
- ***Tmax*** *(s) : durée maximale d'inondation du champ.*

III.7.7 Calage des canaux d'irrigation

Le calage des lignes d'eau dans les canaux primaires et secondaires est déterminé de l'aval vers l'amont comme suit :

❖ **Détermination de la cote de référence Z0**

La cote de référence est par mesure de sécurité la cote maximale observée sur une parcelle.

❖ **Détermination de la cote Z1 du plan d'eau maximum dans la parcelle**

L'aménagement hydro-agricole mis en place étant à vocation rizicole, une lame d'eau maximale de 200mm est à prendre en compte. Aussi la cote Z1 se détermine suivant l'équation 22.

$$\boldsymbol{Z1 = Z0 + 200mm} \text{ (Équation 22)}$$

❖ **Détermination de la cote Z2**

Le plan d'eau nécessaire dans le canal primaire, au droit de la prise d'eau du canal secondaire a été déterminé à partir de l'équation 23.

$$\boldsymbol{Z2 = Z1 + \Delta H} \text{ (Équation 23)}$$

- $\boldsymbol{\Delta H}$ *(m)* : *pertes de charges de la prise*

III.8 Etude de l'aménagement du site de Soko

L'aménagement à diguettes par courbes à niveau (DCN) a été retenu pour l'aménagement du site du village de Soko. En effet une option d'irrigation en maitrise totale en eau telle celle de Kouassi-Datékro était à exclure puisque ce site ne dispose d'aucune source de retenue d'eau. En outre le site a une très faible capacité de stockage de par sa topographie et sa superficie.

Pour l'aménagement de ce site ; des diguettes ont été érigées sur les courbes de niveau voisines d'une hauteur assez importante afin de maintenir une certaine lame d'eau indispensable à la réussite du cycle de vie du riz. Cependant la précipitation directe à elle seule arrivant sur les rizières aménagées en DCN ne suffira pas à faire face aux besoins en eau du riz.

Aussi un apport des eaux de ruissellement des pluies drainées par le bassin versant vers le périmètre a été pris en compte. En effet le site localisé dans une zone agricole se situe d'une part à l'exutoire et d'autres parts dans le talweg du bassin versant abritant le périmètre et un écoulement est observé en saison pluvieuse.

Par ailleurs, pour répondre aux besoins en eau d'appoint du riz en saison sèche ; une mini-retenue avec digue déversant est prévue pour répondre aux besoins en eau d'irrigation de complément.

III.8.1 Spéculation choisie : Riz des bas-fonds

Le riz des bas-fonds est une variété de riz dont l'alimentation hydrique est assurée par la pluie, et ou les eaux de ruissellement dans un bas-fond ou les crues d'un cours d'eau dans une zone basse inondable (CNRA 2010). Selon (ONDR 2010) c'est une variété qui s'adapte le plus aux zones à écoulement saisonnier tel le site de Soko et son rendement est fonction de la quantité apportée durant le cycle. Le tableau 6 présente les caractéristiques de la spéculation choisie.

Tableau 6 : Caractéristiques de la spéculation choisie (CNRA 2010)

Valeurs agronomiques		
Code		AKADI / WAB (638-1)
Espèce		*Oryza sativa (Indica)*
Cycle de vie		120 jours
Variété		Basfond
Rendement	Potentiel	10 tonnes/ha
	Moyen	6 tonnes/ha

III.8.2 Evaluation de l'apport d'eau de ruissellement

❖ **Lame d'eau ruisselée dans le bassin versant**

Toute eau d'une importance donnée tombée sur la surface du sol ne s'infiltre entièrement. Cependant une partie de cette dernière ruisselle.

Selon (ALIOU IBRAHIM 1994), le ruissellement au niveau des périmètres est fonction de la quantité d'eau tombée. Ainsi, les équations 24 et 25 ont été utilisées pour la détermination du ruissellement.

$$Si\ \boldsymbol{P \leq 20mm}\ ;\ \boldsymbol{R(mm) = 0} \quad \text{(Équation 24)}$$

$$Si\ \boldsymbol{P \gg 20mm}\ ;\ \boldsymbol{R(mm) = 0.15 * (P - 20)} \quad \text{(Équation 25)}$$

Avec :

- ***R**(mm) : ruissellement.*

❖ **Lame d'eau ruisselée arrivant sur le périmètre**

Théoriquement, l'eau de ruissellement pouvant alimenter le périmètre provient de l'écoulement du bassin versant abritant ce site. Cela se traduit par l'équation suivante.

$$\boldsymbol{Eau(bassin\ versant) = Eau(arrivant\ sur\ le\ périmetre)} \quad \text{(Équation 26)}$$

Cependant, l'eau du bassin versant est le produit de la superficie du BV par la hauteur d'eau pouvant être ruisselée. Par ailleurs, l'eau sur le périmètre est le produit de la lame d'eau ruisselée par la superficie du périmètre. Elle se traduit suivant l'équation 27.

$$\boldsymbol{Lr(mm) * Sp(ha) = R(mm) * S(km2)} \quad \text{(Équation 27)}$$

Où :

- ***Lr*** *(mm)* : *lame d'eau ruisselée arrivant sur le site ;*
- ***Sp*** *(ha)* : *Superficie du périmètre ;*
- ***R*** *(mm)* : *lame d'eau ruisselée ;*
- ***S*** *(km^2)* : *superficie du bassin versant considéré.*

❖ **La retenue d'eau pour l'irrigation d'appoint**

⇒ **Le débit de crue de projet**

Pour une meilleure réussite du cycle de vie rizicole ; une retenue d'eau a été mise en place pour répondre aux besoins en eau d'irrigation d'appoint du riz. En effet dans le cadre des aménagements sans maitrise totale de l'eau, cette retenue semble nécessaire.

La méthode ORSTROM a été utilisée à cet effet pour la détermination des débits de crue de projet puisqu'elle donnait une valeur de débit plus importante par rapport à la méthode théorique de CIEH. Selon (RODIER and AUVRAY 1965) le débit de crue décennal, qui sera notre crue de projet est déterminé à partir de l'équation 28.

$$\boldsymbol{Q10 = \frac{A * P10 * Kr10 * S * 10^3}{Tb10} * \acute{\alpha}10} \quad \text{(Équation 28)}$$

Avec :

- $\boldsymbol{Q_{10}}$ *(m^3/s) : débit de pointe de crue décennal en m^3/s ;*
- $\boldsymbol{P_{10}}$ *(mm) : Précipitation journalière décennale ;*
- ***S*** *(km^2) : superficie du bassin versant ;*
- $\boldsymbol{\acute{\alpha}_{10}}$ *: Coefficient de pointe de crue décennale qui est estimé à 2,5 dans les régions tropicaux (RODIER and AUVRAY 1965)*
- *A : coefficient d'abattement de la pluie*

$$\boldsymbol{A = 1 - \frac{161 - 0.42 * Pan}{1000} * log(S)}$$

⇒ ***Pan*** *(mm) : pluie annuelle*

⇒ ***S*** *(km^2) : superficie du bassin versant*

- Kr_{10} *: Coefficient de ruissellement décennal ; obtenu par interpolation de Kr_{70} et Kr_{100}*

Avec $\boldsymbol{Kr_{70\ ou}\ Kr_{100}\frac{a}{S+b} + c}$ *; ou (a, b , c) sont des paramètres qui fonction de l'indice global de pente et de la classe de perméabilité du bassin versant (FAO 1994)*

- *Tb10 : temps de base décennal ; obtenu par interpolation*

  Avec $\boldsymbol{Tb_{10}=a*S^{0.36}+b}$ *; ou (a, b) sont des paramètres fonction de l'indice global de pente.*

⇒ **Le déversoir de la retenue**

Les déversoirs sont des ouvrages rectilignes. Ils ont pour but d'évacuer les débits de crue. Ils ont été déterminés par la relation donnée par l'équation 29.

$$\boldsymbol{Q = m * L * \sqrt{2 * g * h}}$$ (Équation 29)

Où :

- ***m*** *: coefficient de contraction ;*
- ***L*** *(mm) : longueur du déversoir en m ;*
- ***g*** *(m^2/s) : pesanteur ;*
- ***h*** *(m) : la lame d'eau déversant.*

⇒ **Détermination des caractéristiques de la digue**

Les caractéristiques de la section maximale de la digue sont déterminées comme suite.

La hauteur

La hauteur du mini-barrage est la somme du plan d'eau normale, la lame d'eau déversant et une revanche. Cela a été déduite à partir de l'équation 30.

$$\boldsymbol{E = PEN + h + R}$$ (Équation 30)

Avec :

- ***PEN*** *(m) : plan d'eau normale de la retenue ;*
- ***h*** *(mm) : lame d'eau déversant ;*
- ***R****(mm) : revanche*

La largeur en crête

La largeur en crête de la retenue est la valeur maximale de trois équations suivantes. Ces dernières sont les suivantes :

❖ Formule de PRECCE

$$\boldsymbol{lc = 1,65 * E\text{^}(\frac{1}{2})}$$(Équation 31)

❖ Formule de KNAPPEN

$$\boldsymbol{lc = 1,1 * E^{\frac{1}{2}} + 1}$$ (Équation 32)

❖ Autres formules

$$lc = 3,6 * E^{\frac{1}{3}} - 3 \text{ (Équation 33)}$$

Où :

- ***lc*** *(m) : largeur en crête du barrage*
- ***E*** *(m) : hauteur du barrage*

Talus

Selon (DURAND, ROYET, and MERIIAUX 1998) ; les talus des micro-barrages en Afrique Occidentale sont généralement de l'ordre de 1/2.

❖ **Capacité de la micro-retenue**

Pour la détermination de la capacité de la retenu ; des données topographiques de la cuvette ont été nécessaires. Ces données ont permis de mettre en place les courbes hauteurs-surfaces et hauteurs-volumes afin de déterminer le volume d'eau mobilisable pour être utilisé. Le principe de calcul a consisté à rechercher le volume partiel entre deux courbes de niveau voisines par l'expression suivante.

$$Vi = \frac{Si-1+Si}{2} * \Delta H \text{ (Équation 34)}$$

Où :

- V_i *(m^3) : volume partiel ;*
- S_{i-1} *(m^2) : surface de la courbe de niveau (i-1) ;*
- S_i *(m^2) : surface de la courbe de niveau (i) ;*
- ΔH*(m) : dénivelé entre les courbes de niveau voisines.*

Le volume total V de la retenue est déterminé comme suite : $V = \sum_{i=1}^{n} Vi$

IV RESULTATS

IV.1 Etats des lieux des sites

Suite à la sortie de terrain effectuée, quelques observations essentielles ont été faites pour la suite de notre étude, présentées dans le tableau 7.

Tableau 7: Etats des lieux des sites à aménager

Sites	Observations
Soko	Site non aménagé et exploité traditionnellement par les paysans
	Petit vallon avec cours d'eau saisonnier non marqué
	Superficie supérieure à 25 ha, une partie sera prélevée pour l'étude
	Cours d'eau saisonnier non marqué
	Zone peu boisée
Kouassi-Datékro	Site non aménagé et exploité
	Petit vallon concave situé à l'aval d'un micro-barrage.
	Alimentation par ouvrage de prise d'eau de la retenue d'un barrage existant
	Superficie aménageable potentiel avoisinant 10 ha à partager avec un aménagement goutte-à-goutte a vocation maraichère
	Zone peu boisée

Du contact avec les producteurs, nous avons eu l'information selon laquelle, des travaux champêtres ont lieu sur les sites à aménager pendant la saison pluvieuse. En outre les groupements, futures bénéficiaires du projet en cours sont les seuls exploitants et propriétaires de ces dits sites. Cependant ces périmètres, exploités traditionnellement ne permettent pas d'atteindre un niveau de production optimale.

Par ailleurs il faut noter que les groupements disposent chacun d'un bureau de gestion des sites. Ce sont des associations bien organisées à but non lucratif et bien motivées dans l'idée de modernisation de leurs terrains.

IV.2 Etude Pédologique

L'étude pédologique a permis d'inventorier quatre sous-groupes de sols (CPCS, 1967). Ces sols ont pour matériaux lithologiques des alluvions et des roches cristallines. Ils se localisent essentiellement dans les basfonds.

Les classes d'aptitudes rencontrées sur les sites sont les suivantes :

Classe d'aptitude A :

Elle représente les *sols hydromorphes peu humifères à pseudogley*. Les sols sont très aptes à moyennement aptes au riz.

Ce sont des sols inaptes aux autres céréales (maïs, sorgho).

Superficies : Kouassi Datékro : 3,47 ha / Soko : 1,1 ha

Classe d'aptitude B :

La classe d'aptitude B correspond aux *sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes*. Ils sont moyennement aptes au riz avec comme contrainte la texture moyenne en surface et la disponibilité en éléments nutritifs dont particulièrement les carences en phosphore assimilable et en azote total.

Superficies : Kouassi Datékro : 5,66 ha / Soko : 5,78 ha

Classe d'aptitude C :

Elle regroupe les *sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et concrétions et ferrugineux tropicaux lessivés indurés profonds*. Ces dits sols sont marginalement aptes au riz du fait des conditions d'enracinement (texture grossière et charge graveleuse), de la fertilité chimique (phosphore assimilable, azote total, pH) et de la position topographique.

Superficies : Kouassi Datékro : 1,64 ha / Soko : 8,20 ha

Classe d'aptitude D :

La classe d'aptitude D correspond aux *sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés moyennement profonds.*

Ils sont inaptes en permanence au riz. Les contraintes communes aux trois types de cultures sont les conditions d'enracinement (profondeur utile limitée, la structure massive).

Superficies : Kouassi Datékro : 0,73 ha / Soko : 0,31 ha

Classe d'aptitude E :

La classe E rassemble *les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels et peu profonds*. Ils se caractérisent par de nombreuses contraintes dont la très faible profondeur utile, la charge graveleuse assez importante et la texture grossière. Ils sont inaptes en permanence au riz irrigué et aux cultures fruitières.

Superficies : Kouassi Datékro : 0 ha / Soko : 0 ha

Le tableau 8 récapitule les classes d'aptitudes des sols disponibles sur nos sites.

Tableau 8 : Récapitulatif des classes aptitudes des sols des sites

Sites	Classe d'aptitudes	Bonne	Assez-Bonne	Passable	Mauvaise	Médiocre
	Classes d'aptitudes	A	B	C	D	E
	Type de sols	HPGS	PEAH	FLTC FLIP	FLIMP	FLIS FLIPP
Kouassi-Datékro	Superficie	3,47	5,66	1,64	0,73	0,00
	Pourcentage	30,2%	49,2%	14,2%	6,3%	0,0%
Soko	Superficie	1,11	5,78	8,20	0,31	0,00
	Pourcentage	7,2%	37,5%	53,2%	2,1%	0,0%

IV.3 Etudes topographiques

Le levé d'état des lieux des sites aménageables a permis de faire ressortir des plans de masse à l'échelle 1/1000. Sur ces plans de masse, la superficie et les singularités telles que les arbres, les ouvrages déjà présents, les limites ainsi que le nouveau bornage fait par notre équipe topographique y ressortent.

Le traitement et l'élaboration des données prises sur le terrain par l'équipe ont été faits par le biais des logiciels AUTOCAD et COVADIS. Le tableau 9 présente les coordonnées en XYZ des nouvelles bornes topographiques réalisées sur les sites.

Tableau 9: Coordonnées XYZ du bornage des sites

Sites	Superficie levée	Listing des bornes			
	[ha]	Bornes	X	Y	Z
Soko	15,4	B.1	529263,0	881317,2	300,0
		B.2	529296,7	881313,0	301,0
Kouassi Datékro	11,5	B.1	440626,0	865152,0	300,0
		B.2	440683,7	865274,5	299,9
		B.3	441773,8	864853,6	291,1
		B.4	441880,8	864818,6	290,1

IV.4 Etudes hydrologiques :

IV.4.1 Qualité d'homogénéité des données

La détermination des moyennes mobiles centrées des pluies annuelles a abouti à la mise en exergue des dépendances de notre échantillon sous forme de graphe. La figure 4 présente le résultat obtenu.

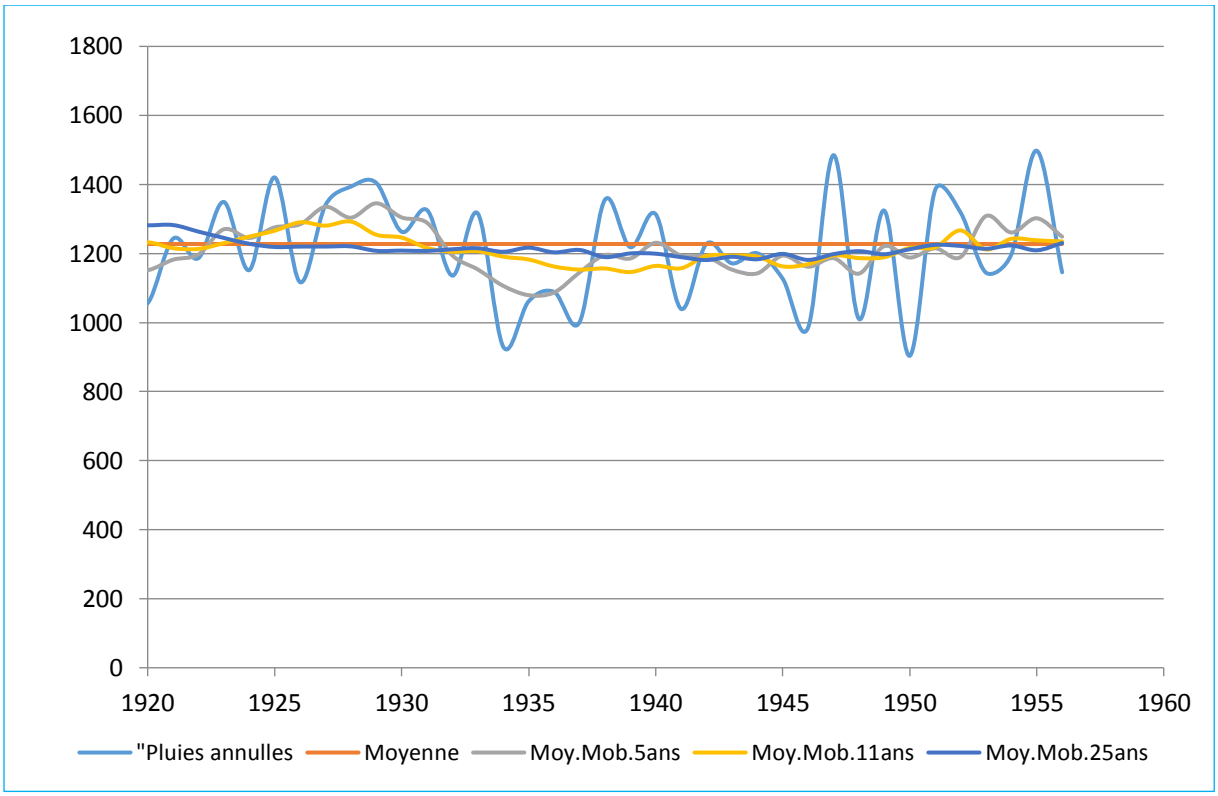


Figure 4 : Moyennes mobiles des pluies annuelles

Du graphe de la figure ci-dessus ; on constate que les pluies ainsi obtenues ne s'éloignent pas trop de la moyenne de l'échantillon. Aussi l'échantillon obtenu de la station de Bondoukou est homogène et ne présente pas de tendance. Aussi cet échantillon ne nécessite pas de correction. Il sera donc utilisé pour la suite de notre étude hydrologique.

Le tableau de résultat de détermination des moyennes mobiles sera présenté en Annexe1.

IV.4.2 Ajustements statiques des pluies normales et maximales

Les variables de la station référence de Bondoukou qui ont été traités sont :

- Les totaux pluviométriques annuels de 1901 à 2014 ;
- Les précipitations maximales journalières de 1970 à 2002.

Le traitement réalisé sur le logiciel a un intervalle de confiance de 95 pour cent. Les modèles de traitement obtenus sur le logiciel sont présentés dans les figures 5 et 6.

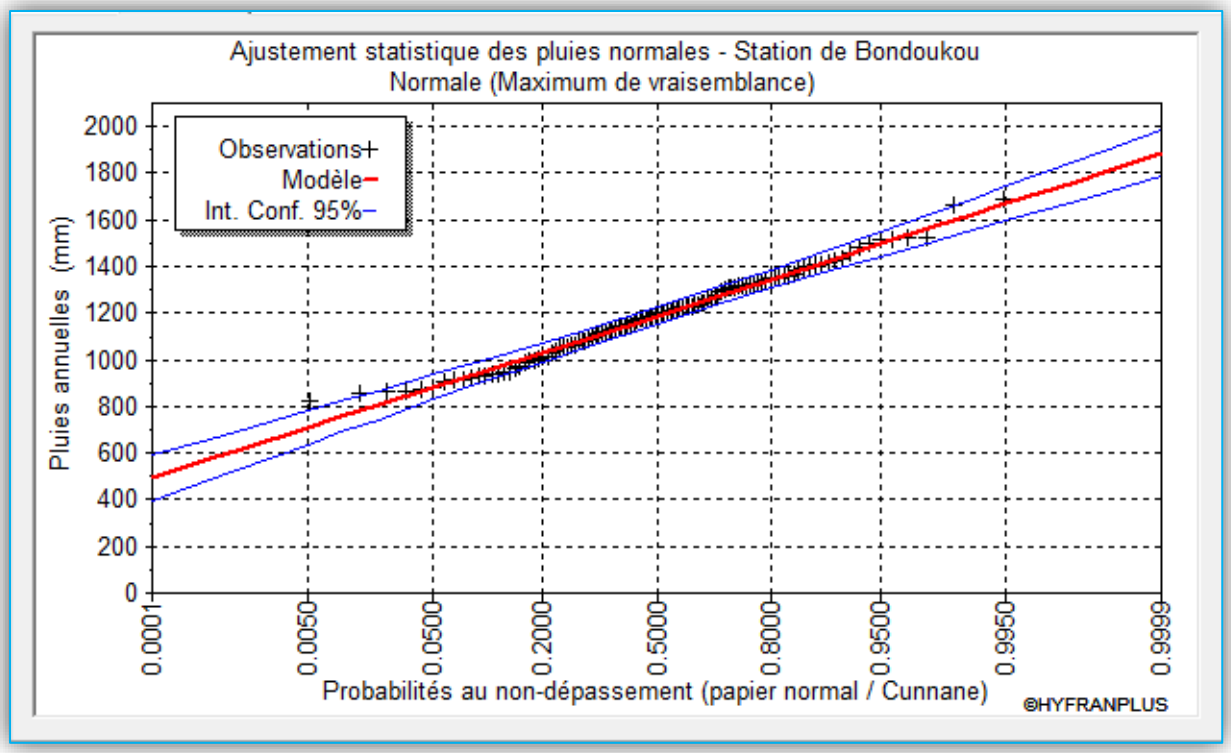


Figure 5 : Ajustement statique des pluies totales annelles de Bondoukou par la loi de Gauss

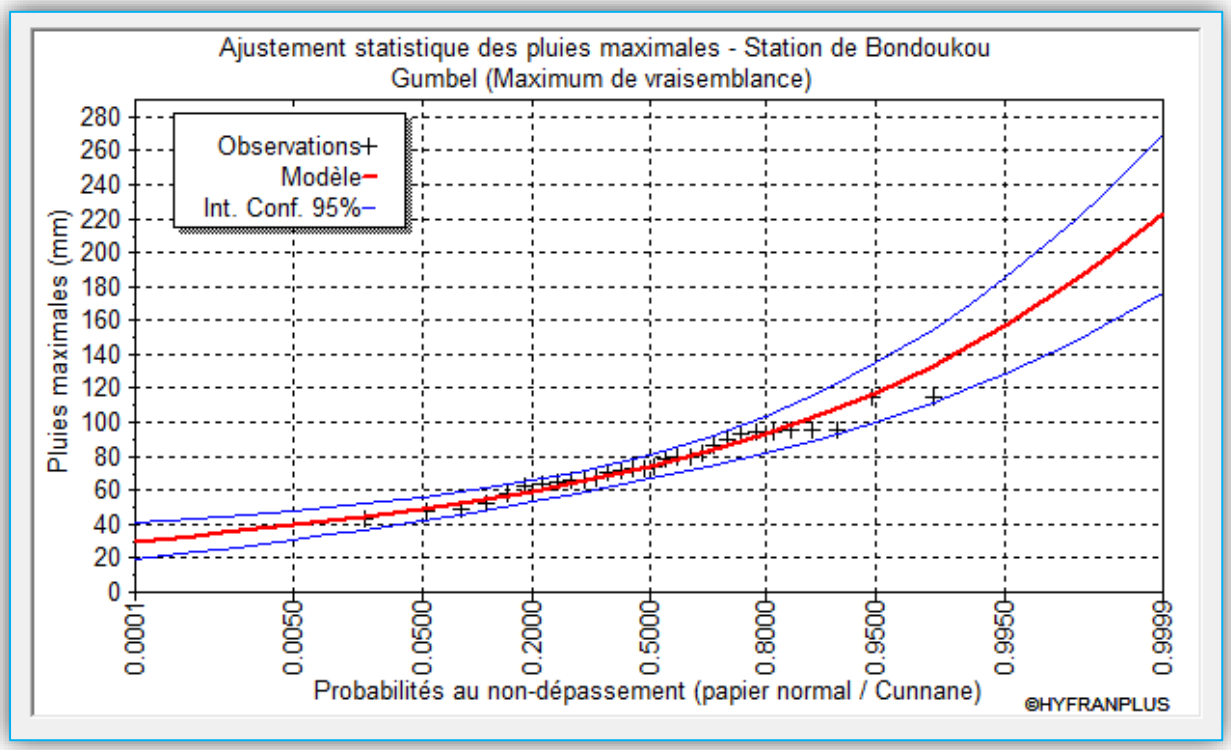


Figure 6 : ajustement statique des pluies maximales journalières de Bondoukou par la loi de GUMBEL

Les tableaux 10 et 11 présentent les différents quantiles extraits de nos modèles obtenus après l'ajustement statistique des données pluviométriques de la station de Bondoukou.

Tableau 10 : quantiles des ajustements statistiques des pluies normales (Loi de Gauss)

Période	Fréquence au non dépassement	Pluie annuelle (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance. 95%
10000	0.9999	1880	49.2	1780 - 1970
2000	0.9995	1800	44.2	1710 - 1890
1000	0.9990	1760	42.0	1680 - 1840
200	0.9950	1670	36.3	1590 - 1740
100	0.9900	1620	33.6	1550 - 1690
50	0.9800	1570	30.8	1510 - 1630
20	0.9500	1490	26.8	1440 - 1550
10	0.9000	1430	23.5	1380 - 1470
5	0.8000	1340	20.3	1300 - 1380
3	0.6667	1270	18.2	1230 - 1300
2	0.5000	1190	17.4	1150 - 1220

Tableau 11: quantiles des ajustements statistiques des pluies maximales (Loi de Gumbel)

Période	Fréquence au non dépassement	Pluie maximale (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance. 95%
10000	0.9999	216	23.8	169 - 262
2000	0.9995	190	19.9	151 - 229
1000	0.9990	179	18.2	143 - 215
200	0.9950	153	14.3	125 - 181
100	0.9900	142	12.7	117 - 167
50	0.9800	131	11.0	109 - 153
20	0.9500	116	8.82	98.8 - 133
10	0.9000	105	7.18	90.5 - 119
5	0.8000	92.7	5.57	81.8 - 104
3	0.6667	83.1	4.41	74.5 - 91.8
2	0.5000	74.6	3.58	67.6 - 81.6

Pour le dimensionnement de nos ouvrages d'assainissement des terres agricoles et d'ouvrage de retenue d'eau ; la pluie de retour de 10 ans a été choisi comme période de retour de projet de notre présente étude.

IV.5 Aménagement du site de Kouassi Datékro

L'irrigation gravitaire classique a été l'option technique d'aménagement hydro-agricole retenu pour le site du village de Kouassi-Datékro. La conception de ce type d'aménagement sur ce périmètre est décrite comme suite.

De la prise existante du barrage située à une côte de 294,71m ; un canal primaire CP1 est prévu pour transporter l'irrigant gravitairement vers le vallon pour irriguer les parcelles de la rive droite de la superficie aménageable. Ce canal désert un second canal primaire CP2 qui irrigue les parcelles de la rive gauche du vallon. L'apport d'eau au niveau des parcelles sera réalisé par l'intermédiaire d'arroseurs (bouchons d'arrosage) qui sont placés sur des canaux secondaires.

Un parcellement de la superficie brute aménageable a donné vingt parcelles de superficies variables comprises entre 0,24 ha à 0,62 ha. La superficie nette ou utile aménagée est de 9,18 ha.

Les canaux secondaires ont été placés perpendiculaires aux courbes de niveaux afin de favoriser l'écoulement de l'irrigant vers les bouchons d'arrosage des parcelles.

Cependant afin d'envoyer l'eau gravitairement sur la rive gauche, un canal porté est prévu ; permettant au canal CP2 de traverser le lit mineur du cours d'eau pour atteindre une côte qui domine le maximum de parcelles de la rive gauche.

Des colatures externes CE1 et CE2 sont érigés le long du périmètre respectivement sur la rive droite et sur la rive gauche du vallon pour collecter les eaux sauvages arrivant sur la superficie irrigable.

Un réseau d'assainissement interne est prévu où un drain principal DP achemine les eaux du chenal d'amené, le surplus d'eau du périmètre voisin ainsi que celui de notre périmètre recueilli par des drains secondaires qui rejoignent le drain principal qui achemine ces eaux vers l'exutoire de notre aménagement.

Deux dalots, une sur la rive droite et le second sur l'autre rive sont prévus afin de franchir les sections des colatures externes. Les sections des ouvertures de ces dalots sont les mêmes que celles des colatures pour permettre la continuité de l'écoulement des eaux sauvages.

Le plan de masse ainsi que les ouvrages annexes de l'aménagement de Kouassi-Datékro est en Annexe 5.

IV.5.1 Source d'eau d'irrigation : le barrage

❖ **Bassin versant alimentant la retenue**

Le bassin versant alimentant le barrage du site du village de Kouassi-Datékro est présenté dans la figure 7. Il couvre une superficie de 8,8 km^2 et un périmètre de 15,1 km.

Il s'entend du village de Moutakou jusqu'à Kouassi-Datékro.

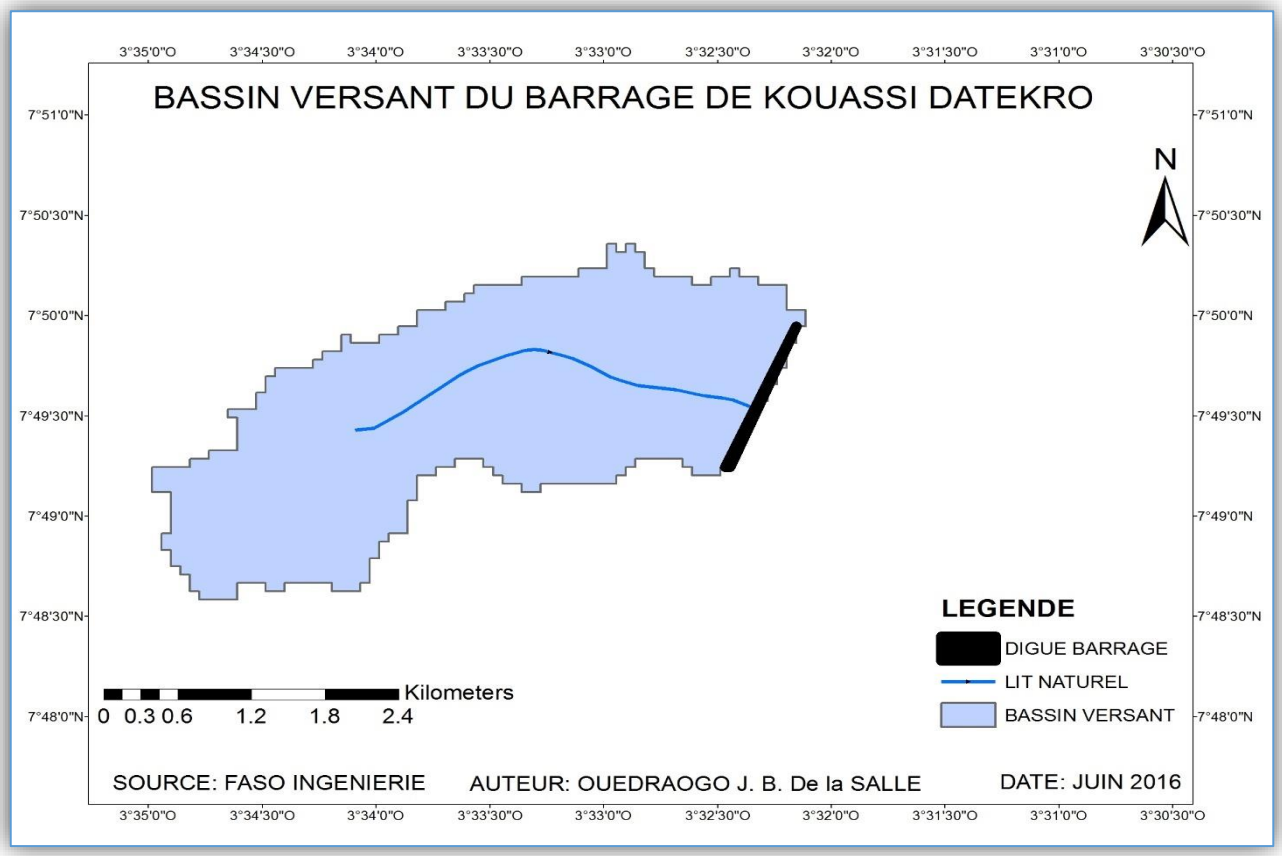


Figure 7 : bassin versant alimentant le barrage de Kouassi Datekro

❖ Caractéristiques du barrage de Kouassi-Datékro

Lors de la visite de reconnaissance détaillée des sites à aménager, les différentes caractéristiques de la retenue d'eau ont été relevées. Le tableau 12 présente les caractéristiques de ce barrage.

Tableau 12 : Caractéristiques du barrage de Kouassi-Datékro

Localisation : localité de Kouassi Datekro			
Type : barrage en terre / Capacité : 76 000m^3 (Global Mapper)			
1. Digue		**2. Déversoir**	
Type	: Piste	**Type**	: Latéral
Hauteur maximale	: 5m	**Matériau**	: Béton Armé
Talus amont et aval	: 1/2	**Longueur déversant**	: 30m
Longueur	: 360m	**Cote PEN**	: 298,49m

Largeur en crête	: 5m	**Cote PHE**	: 299,99m
Largeur maximale de l'emprise	: 10m	**Lame d'eau déversant**	: 0,5m
Revanche	: 1m		

IV.5.2 Besoin en eau du riz irrigué

La collecte des données de la station de Bondoukou, station référence de notre présente étude ainsi que des données agro-climatiques du riz de submersion a permis de déterminer les besoins en eau de la spéculation choisie.

Pour ce site, deux campagnes agricoles ont été prévues. Cependant un repos de deux mois minimum des terres agricoles a été prise en compte : Mars à Mai.

- Campagne pluvieuse : Mai à Septembre

L'usage de l'irrigant du barrage sera autant que possible réduite pour permettre de remplir la retenue afin de l'utiliser pour le cycle de saison sèche où le déficit hydrique pluviométrique est noté (Figure 3).

- Campagne sèche : Octobre a Février

A cette période, le déficit hydrique est notable. Il va donc falloir utiliser l'eau de la retenue pour répondre aux besoins hydriques rizicoles.

Le calcul de besoin en eau ainsi déterminé est celui de la campagne sèche puisque c'est durant cette période que le riz a une demande hydrique élevée à cause des faibles précipitations. Le tableau 13 donne les résultats des besoins en eau du riz déterminé.

Tableau 13 : tableau de résultats des besoins en eau du riz irrigué

N°	MOIS	Octobre			Novembre			Décembre			Janvier			Février	
1	Décades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Pluie (mm)	14,0	46,6	46,6	14,1	14,1	14,1	3,9	3,9	3,9	1,6	1,6	1,6	10,5	5,3
3	ETP (mm)	9,2	30,6	30,6	31,5	31,5	31,5	32,2	32,2	32,2	36,5	36,5	36,5	41,6	20,8
4	Déficit hydrique	4,8	16,0	16,0	-17,5	-17,5	-17,5	-28,3	-28,3	-28,3	-34,8	-34,8	-34,8	-31,1	-15,5
5	Pluie efficace	14,0	46,6	46,6	14,1	14,1	14,1	3,9	3,9	3,9	1,6	1,6	1,6	10,5	5,3
6	Stades végétatifs		Initial	Tallage-développement						Epiaison	Formation de produit			Murissement	
7	Coefficient cultural		0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15	1,2	**1,2**	1,2	0,8	0,8
8	ETM-Pe (mm/jr)	-2,21	-2,21	-1,29	2,06	2,06	2,06	3,15	3,15	3,31	4,2	**4,21**	4,2	2,28	2,28
9	Volume de remplissage (m3)	**34042,8**													
10	Vme (mm)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	**50**	50	50	50
11	Besoin réel journalier (mm/jr)	0,95	0,95	2,05	6,07	6,07	6,07	7,38	7,38	7,57	8,65	**8,66**	8,65	6,33	6,33
12	Fréquence (jr)	52,88	52,88	24,41	8,23	8,23	8,23	6,78	6,78	6,60	5,78	**5,78**	5,78	7,90	7,90
13	Tour d'eau choisi (jr)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	**5**	5	5	5
14	Dose réel (mm)	4,73	4,73	10,24	30,37	30,37	30,37	36,89	36,89	37,85	43,28	**43,28**	43,28	31,65	31,65
15	Efficience du réseau	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	**0,95**	0,95	0,95	0,95
16	Besoin mensuel total (mm)	2,99	9,95	21,56	63,94	63,94	63,94	77,66	77,66	79,69	91,11	**91,12**	91,12	66,64	33,32
17	Besoin total (mm)	**834,65**													
18	Besoin total (m3/ha)	**8346,55**													
19	Besoin Brute	2,99	9,95	21,56	63,94	63,94	63,94	77,66	77,66	79,69	91,10	**91,12**	91,10	66,64	33,32
20	Débit fictif continu	0,12	0,12	0,25	0,74	0,74	0,74	0,90	0,90	0,92	1,04	**1,05**	1,04	0,77	0,77
21	Débit moyen continu	0,28	0,28	0,60	1,78	1,78	1,78	2,16	2,16	2,21	2,52	**2,53**	2,52	1,85	1,85

Du précédant tableau, la demande en eau de la plante est plus élevée lors de la deuxième décade du mois de janvier avec un besoin net journalier de 8,86mm.

Pour la suite de notre dimensionnement, nous utiliserons le débit fictif continu de cette décade (**DMP=2,53 l/s/ha**) pour organiser notre apport d'eau sur le périmètre.

IV.5.3 Organisation de l'irrigation

L'apport d'eau se doit de respecter certains paramètres afin d'éviter un stress hydrique ou un état d'écrêtage à la plante. Les caractéristiques d'apport ainsi déterminées sont présentées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Caractéristiques de l'apport d'eau d'irrigation

Débit d'équipement (l/s/ha)	**2,53**
Débit total (l/s)	23,24
Main d'eau choisie (l/s)	15
Temps d'arrosage d'un poste (h)	6,49
Temps d'arrosage par poste choisi (h)	5
Nombre de poste	2
Superficie d'un poste	4,59
Temps d'arrosage par parcelle (h)	0,54
Temps d'arrosage par parcelle (min)	32,68
Nombre de parcelles par poste	10

De ces caractéristiques obtenues dans le tableau 14, un calendrier d'arrosage du jour d'irrigation a été proposé (Tableau 15). Cet organisation doit être appliqué à chaque 5 jours (tour d'eau) pour ainsi apporter tout l'irrigant indispensable au développement de la plante en campagne sèche.

Tableau 15 : Calendrier d'arrosage du jour d'irrigation

Postes	**Parcelles**	**Heures d'arrosage**	**Temps d'arrosage par poste**	**Période d'arrosage du poste**
Poste1	P1	7h-7h30	5	7h-12h
	P2	7h30-8h		
	P5	8h-8h30		
	P6	8h30-9h		
	P7	9h-9h30		
	P8	9h30-10h		
	P9	10h-10h30		
	P10	10h30-11h		
	P11	11h-11h30		
	P12	11h30-12h		

Postes	Parcelles	Heures d'arrosage	Temps d'arrosage par poste	Période d'arrosage du poste
Poste 2	P3	12h-12h30	5	12h-17h
	P4	12h30-13h		
	P13	13h-13h31		
	P14	13h30-14h		
	P15	14h-14h30		
	P16	14h30-15h		
	P17	15h-15h30		
	P18	15h30-16h		
	P19	16h-16h30		
	P20	16h30-17h		

IV.5.4 Le réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation mis en place comprend :

- Deux (2) canaux principaux CP1 et CP2 ;
- Dix (10) canaux secondaires ;
- Dix (10) prises TOR sur les canaux primaires ;
- Douze (12) ouvrages de fin de canal ;
- Vingt (20) bouchons d'arrosage sur les canaux secondaires ;

Le réseau d'irrigation a été mis en place de manière à envoyer la main d'eau de 15l/s à chaque exploitant. Pour une meilleure durabilité de nos canaux d'irrigation, ils seront réalisés en béton armé. Ils ont été dimensionnés et calés avec une pente de 1‰ proche de celle du terrain naturel. Les canaux primaires sont de section trapézoïdale avec un fruit de berge de 1/1 tandis que les canaux secondaires sont de section rectangulaire (m=0). Ils ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler ; les tableaux 16 et 17 présentent les caractéristiques des canaux d'irrigation

Tableau 16 : Caractéristiques des canaux primaires

Canal	Débit	Longueur	Tirant d'eau	Revanche	Dimensions définitives du canal		
					Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Q	L	yn	r	h	b	L
	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
CP1	20	30,85	0,24	0,26	0,50	0,40	1,40
CP2	20	113,8	0,24	0,26	0,50	0,40	1,40

Tableau 17 : Caractéristiques des canaux secondaires

Canal	Débit	Longueur	Tirant d'eau	Revanche	Dimensions définitives du canal		
					Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Q	L	yn	r	h	b	L
	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
CS1	15	48,08	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS2	15	48,49	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS1-1	15	41,94	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS1-2	15	46,47	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS1-3	15	54,5	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS1-4	15	37,22	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS2-1	15	43,16	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS2-2	15	43,81	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS2-3	15	44,17	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40
CS2-4	15	48,49	0,40	0,10	0,50	0,40	0,40

Les plans de masse des différents ouvrages annexes des canaux d'irrigation proposé sont en Annexe 6.

IV.5.5 Le réseau d'assainissement des terres agricoles

❖ **Le drainage externe**

Le drainage externe est composé de deux colatures CE1 et CE2. Pour des raisons économiques, ils seront sans revêtement. Ils sont de section trapézoïdale avec un fruit de berge de 3/2. Ils ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler avec une pente choisie de 1‰ tout comme les canaux d'irrigation à partir du débit d'assainissement des colatures.

Les débits que peuvent véhiculer les colatures ont été déterminés à partir des paramètres suivant :

- *P_{10} : 105 mm (HYFRAN) ;*
- *Cr : 0.3 (FAO) ;*
- *T_{max} : 72 heures.*

Le tableau 18 présente les caractéristiques des colatures externes prévues.

Tableau 18 : Caractéristiques des colatures externes

Colature	Surface du bassin versant	Débit	Longueur	Tirant d'eau	Revanche	Dimensions définitives du canal		
						Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Sbv	Q	L	yn	r	H	b	L
	[km2]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
CE1	1,1	558,7	1060	1,00	0,20	1,25	2,00	3,47
CE2	1,7	862,5	583	1,30	0,20	1,55	2,00	3,65

❖ Colatures internes

Les colatures internes tout comme les colatures externes seront sans revêtement.

Ils sont de section trapézoïdale avec un fruit de berge de 3/2 et ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler avec une pente de 1‰.

Le débit d'assainissement des drains internes a été déterminé à partir des paramètres suivants :

- P_{10} : 105 mm ;
- T_{max} : 72 heures.

Cependant le drain principal a été dimensionné en bief pour minimiser les couts de réalisation.

Le tableau 19 présente les caractéristiques des drains dimensionnés.

Tableau 19 : Caractéristiques des colatures internes

Drains	Débit	Longueur	Tirant d'eau	Revanche	Dimensions définitives du canal		
					Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Q	L	yn	r	h	b	l
	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Drains secondaires							
DS1	16	40,9	0,38	0,12	0,50	0,3	0,97
DS2	12	51,26	0,32	0,08	0,40	0,3	0,83
DS1-1	14	32,89	0,35	0,1	0,45	0,3	0,9
DS1-2	14	38,65	0,35	0,1	0,45	0,3	0,9
DS1-3	17	46,09	0,39	0,11	0,50	0,3	0,97

Drains	Débit	Longueur	Tirant d'eau	Revanche	Dimensions définitives du canal		
					Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Q	L	yn	r	h	b	l
	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
DS1-4	21	30,15	0,43	0,12	0,55	0,3	1,03
DS2-1	19	44,73	0,41	0,09	0,50	0,3	0,97
DS2-2	18	28,39	0,39	0,11	0,50	0,3	0,97
DS2-3	17	28,92	0,39	0,11	0,50	0,3	0,97
DS2-4	8	20,49	0,28	0,12	0,40	0,3	0,83
Biefs du drain principal							
DP-DS1	30	90,1	0,29	0,26	0,55	1	1,73
DP-DS2	46	101,23	0,38	0,27	0,65	1	1,87
DP-DS1.1	58	164	0,43	0,27	0,70	1	1,93
DP-DS2.1	72	31,27	0,49	0,26	0,75	1	2
DP-DS1.2	91	144,3	0,56	0,24	0,80	1	2,07
DP-DS2.2	105	26,59	0,61	0,24	0,85	1	2,13
DP-DS1.3	122	164,03	0,66	0,24	0,90	1	2,2
DP-DS2.3	139	50,96	0,71	0,24	0,95	1	2,27
DP-DS1.4/2.4	156	105,34	0,76	0,24	1,00	1	2,33
DP	185	15	0,83	0,27	1,10	1	2,47

IV.5.6 Bilan des sollicitations en eau du barrage

Le bilan des sollicitations en eau du barrage a été fait durant la campagne sèche, période durant laquelle la retenue d'eau sera utilisée de façon permanente.

Les demandes hydriques sont les besoins en eau agricole (Tableau 13) et les besoins pastoraux. Cependant la zone de projet est une zone essentiellement agricole où les animaux à grande consommation hydrique tels les bovins, chameaux, animaux sauvages etc. est à exclure. Aussi une consommation en eau des petits ruminants a été prise en compte. Selon (GUEYE 2005) l'abreuvement des petits ruminants est de l'ordre de 5l/jr/animal.

Les pertes en eau sont essentiellement l'évaporation et l'infiltration. Le tableau 20 présente le bilan des sollicitations en eau de la retenue.

Tableau 20 : Bilan des sollicitations en eau du barrage

Pertes hydriques					
Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
Evaporation (mm)	95,0	94,6	99,8	113,1	116,5
Infiltration (mm)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Hauteur (m)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Demandes hydriques					
Petits ruminants (m^3)	15	15	15	15	15
Irrigation (m^3)	3133,0	17416,3	21339,1	24822,0	9076,2
Volume mobilisable (m^3)	3148,0	17431,3	21354,1	24837,0	9091,2

Le bilan des sollicitations a permis l'établissement de la courbe d'exploitation de la retenue du site de Kouassi-Datékro (Annexe 3).

De cette courbe, on en déduit que la retenue arrive à répondre aux besoins hydriques du cycle rizicole. Cependant un volume toujours disponible avoisinant les 25 000m^3 est toujours disponible dans la retenue en fin de cycle rizicole ; aussi l'extension de la superficie exploitable est plus que jamais une possible.

IV.6 Aménagement du site du village de Soko

L'aménagement par diguettes par courbes à niveau avec digue déversant (DCN/DD) a été l'option technique retenue pour l'aménagement du site du village de Soko. Il se présente comme suit.

Les parcelles seront aménagées à cet effet puis planées sommairement entre les courbes de niveau de 0,5m de différence de côte dans le sens de la pente longitudinale du terrain naturel.

Des diguettes de ceintures sont prévues pour maintenir la lame d'eau dans les rizières.

Deux colatures Col1 et Col2 sont placées respectivement sur la rive droite et sur la rive gauche du périmètre rizicole pour collecter et évacuer les eaux sauvages arrivant sur ledit site.

Une digue de type déversant en remblai compacté protégé d'un perré maçonné est prévue. Elle servira d'ouvrage de rétention d'une partie de l'eau ruisselée qui sera utilisée pour l'irrigation d'appoint. Une prise est prévue sur la digue de la mini-retenue qui envoi l'irrigant à travers une rigole pour irriguer les parcelles en période d'appoint.

IV.6.1 Calage des diguettes suivant les courbes de niveau

Dans le cadre de cette présente étude, une lame d'eau maximale à l'amont des diguettes de 50cm a été proposé. C'est une disposition qui conduit à fixer notre hauteur de diguette a 0,5m. Les diguettes seront réalisées en remblai compacté recouvert d'un papier polypropylène (géotextile) sur lequel se repose un enrochement de 10cm.

Les diguettes proposées sont de type T1. Ce choix s'explique par le fait qu'elles ne sollicitent pas de travaux d'entretien de la part des paysans et offrent une grande satisfaction dans le monde paysan (PAFR 2002).

Les caractéristiques des diguettes sont les suivantes :

- Largeur en crête de 0,5m ;
- Talus amont 1/1 ;
- Talus aval 2/1.

IV.6.2 Diguettes de ceinture

Les diguettes de ceinture proposées ont 0,6m de hauteur, plus hautes que celles ordinaires pour éviter la perte d'eau latérale. Aussi elles ont une largeur en crête de 0,32m et des pentes de talus de 2/3. Un enrochement de 10 cm se repose également sur un papier polypropylène permettent de protéger le remblai compacté contre l'érosion hydrique.

Les colatures ont été dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler. Le tableau 21 donne les résultats obtenus.

Tableau 21 : Caractéristiques des colatures accolés à la diguette de ceinture

Colature	**Superficie du bassin versant**	**Débit**	**Longueur**	**Tirant d'eau**	**Revanche**	**Dimensions définitives du canal**		
						Profondeur	Largeur	Largeur en gueule
	Sbv	Q	L	yn	r	h	b	L
	[km^2]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Col 1	1,3	660,7	1060	1,21	0,24	1,45	2,00	3,93
Col 2	1,3	660,7	583	1,21	0,24	1,45	2,00	3,93

IV.6.3 Besoin en eau du riz du site de Soko

Le besoin en eau rizicole déterminé pour le site de Soko a pris en compte les eaux de ruissellement du bassin versant abritant ce site. Ce dernier couvre une superficie de 7,17km2.

Tableau 22 : tableau de résultats des besoins en eau en campagne sèche et pluvieuse

Saison		Saison pluvieuse													
N°	MOIS	Mai			Juin			Juillet			Aout			Septembre	
1	Décades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Jours	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
3	Pluie (mm)	17,6	58,6	58,6	53,5	53,5	53,5	36,2	36,2	39,9	33,1	33,1	33,1	65,4	65,4
4	ETP (mm)	10,5	35,2	35,2	28,9	28,9	28,9	25,1	25,1	25,1	24,4	24,4	24,4	25,7	12,9
5	Déficit hydrique	7,0	23,4	23,4	24,6	24,6	24,6	11,1	11,1	14,7	8,7	8,7	8,7	39,7	52,6
6	Pluie efficace	17,6	58,6	58,6	53,5	53,5	53,5	36,2	36,2	39,9	33,1	33,1	33,1	65,4	65,4
7	Ruissellement	0,0	5,8	5,8	5,0	5,0	5,0	2,4	2,4	3,0	2,0	2,0	2,0	6,8	6,8
8	Lame d'eau	0,0	343,4	343,4	298,1	298,1	298,1	144,4	144,4	176,6	116,2	116,2	116,2	404,1	404,1
9	Stades végétatifs	Prep. Sols	Initial	Tallage-développement						Epiaison	Formation de produit			Murissement	
10	Coefficient cultural	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8
11	ETM-Pe (mm)	-9,14	-30,48	-19,93	-21,70	-21,70	-21,70	-8,59	-8,59	-10,96	-3,80	-3,80	-3,80	-44,84	-55,13
12	ETM-Pe-Lr (mm)	-9,1	-373,9	-363,3	-319,8	-319,8	-319,8	-153,0	-153,0	-187,6	-120,0	-120,0	-120,0	-448,9	-459,2

Saison		Contre saison													
N°	MOIS	Octobre			Novembre			Décembre			Janvier			Février	
1	Décades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	Pluie (mm)	14,0	46,6	46,6	14,1	14,1	14,1	3,9	3,9	3,9	1,6	1,6	1,6	10,5	5,3
4	ETP (mm)	9,2	30,6	30,6	31,5	31,5	31,5	32,2	32,2	32,2	36,5	36,5	36,5	41,6	20,8
5	Déficit hydrique	4,8	16,0	16,0	-17,5	-17,5	-17,5	-28,3	-28,3	-28,3	-34,8	-34,8	-34,8	-31,1	-15,5
6	Pluie efficace	14,0	46,6	46,6	14,1	14,1	14,1	3,9	3,9	3,9	1,6	1,6	1,6	10,5	5,3
7	Ruissellement	0,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Lame d'eau	0,0	236,9	236,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Stades végétatifs	Prep. Sols	Initial	Tallage-développement						Epiaison	Formation			Murissement	
10	Coefficient cultural	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8
11	ETM-Pe (mm)	-6,64	-22,12	-12,93	20,62	20,62	20,62	31,48	31,48	33,09	42,14	42,14	42,14	22,76	11,38
12	ETM-Pe-Lr (mm)	-6,64	-259,03	-249,84	20,62	20,62	20,62	31,48	31,48	33,09	42,14	42,14	42,14	22,76	11,38
13	Volume mobilisable	38 500 m^3													

Du tableau de résultat ci-dessus ; on constate qu'avec l'apport d'eau de ruissellement ; les besoins en eau du riz sont négatifs pendant la saison pluvieuse ; ainsi on peut dire que l'eau de ruissellement du bassin arrive à répondre aux besoins en eau du riz.

Cependant un besoin hydrique est à noter durant la campagne sèche ; aussi notre retenue d'appoint sera érigée de manière à répondre aux besoins hydriques de cette campagne.

IV.6.4 La digue déversant : retenue d'appoint

❖ **Le débit de crue du projet**

Le débit de projet que nous avons choisi pour le dimensionnement de notre retenue de stockage pour l'irrigation d'appoint est le débit décennal. Il a été déterminé à partir de la méthode déterministe de ORSTROM qui est beaucoup plus axé pour l'évaluation de débit à l'exutoire des petits bassins versants (RODIER and AUVRAY 1965).

Le bassin versant abritant le site est présenté dans la figure suivante. Il couvre une superficie de 7,17 $km^{2,}$ un périmètre de 11,17km avec un indice global de pente de 0,0089 m/km.

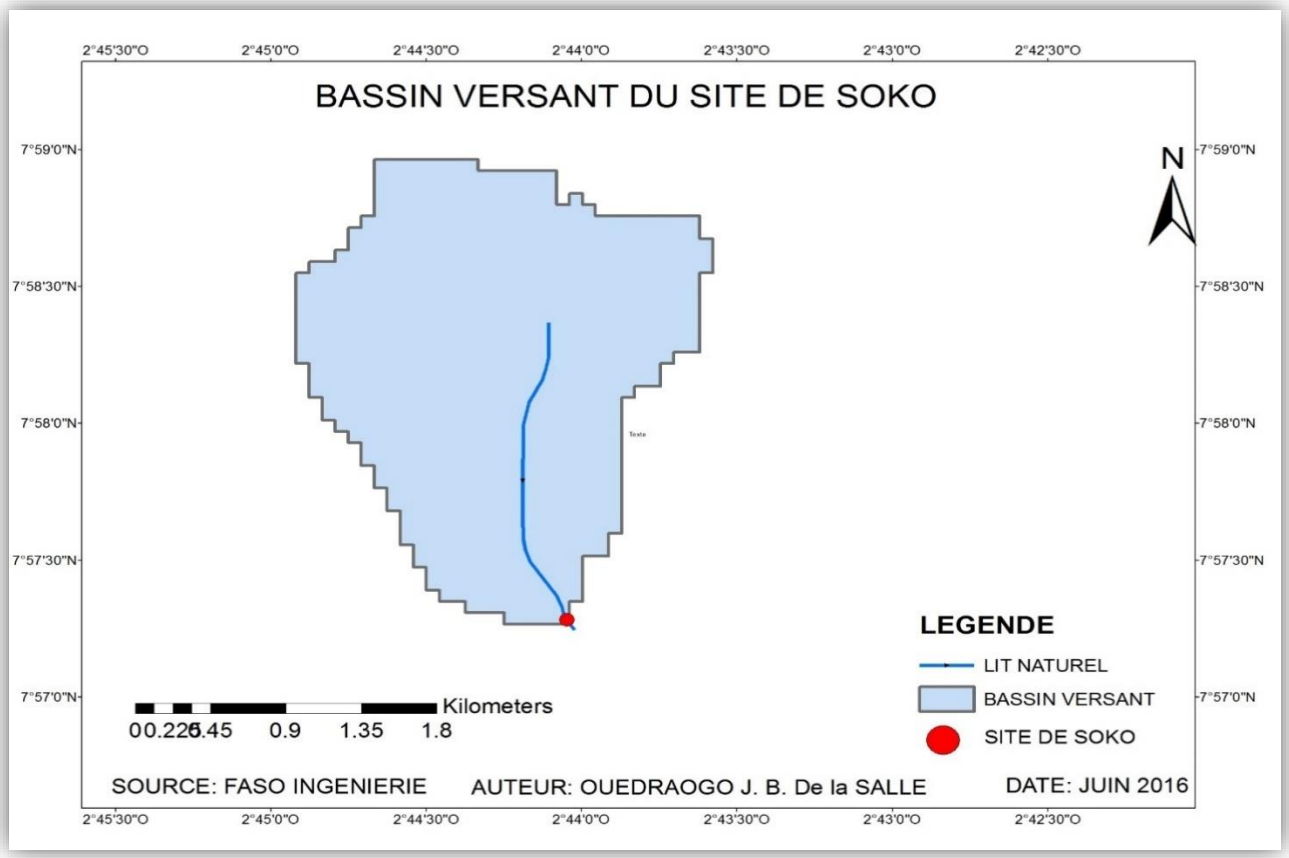


Figure 8 : Bassin versant alimentant le site de Soko

Le débit véhiculé à l'exutoire du bassin versant déterminé à partir de la méthode de OSTROM est de **20,8 m^3/s.** Il a été évalué à partir de différents paramètres intermédiaires que nous avons présenté dans le tableau 23.

Tableau 23 : Paramètres de détermination du débit de projet du site de Soko

P_{10} (mm)	**105**
A	0,89
Kr_{70} (%)	27,1
Kr_{100} (%)	29,9
Kr_{10} (%)	21,3
Tb_{10} (min)	287,6

❖ **Les caractéristiques de l'ouvrage : la digue déversant**

Les caractéristiques de la digue déversant ainsi déterminés sont présentés dans le tableau ci-contre.

Tableau 24 : Caractéristiques de la digue déversant

Débit Décennale ORSTROM (m^3/s)	**20,79**
Débit Décennale CIEH (m^3/s)	17,20
Coefficient de contraction	0,40
Pesanteur (m^2/g)	9,81
Longueur déversant (m)	154
Lame d'eau déversant (m)	0,03
Hauteur du digue (m)	1,25
Largeur en crête (mm)	2
Talus amont (m/m)	1/2
Cote crête de la digue	300,5
Cote fond de la digue	299.5

❖ **La capacité de la retenue**

Le tableau 25 présente la capacité de rétention maximale de la retenue d'appoint mise en place. Cette capacité a été déterminé à partir des levés topographiques de la cuvette.

Tableau 25 : Tableau de résultats de la capacité de la retenue d'appoint

Capacité de la retenu d'appoint du site du village de Soko							
Cotes		Hauteur	Δh	Si	Si+1	Vi	∑Vi
299,5	299,5	0	0	0	0	0	0
299,5	299,75	0,25	0,25	0	15712,20	1964,02	1964,02
299,75	300	0,5	0,25	15712,20	35132,23	6355,55	8319,57
300	300,25	0,75	0,25	35132,23	68358,78	12936,37	21255,95
300,25	300,5	1	0,25	68358,78	129881,69	24780,05	46036,01

Les courbes hauteur-volume et hauteur-surface déduites faites à partir du tableau 25 sont présentées en Annexe3.

V ANALYSES ET DISCUSSIONS

V.1 Analyse de l'impact environnemental et sociale

Tout projet d'aménagement hydro-agricole a un impact sur les habitudes de la population environnante. Ainsi il serait important d'analyser ces divers changements socio-environnementaux qui seront présentées ci-dessous.

V.1.1 Impacts négatifs

V.1.1.1 Sur le social

Sur le plan social, les impacts négatifs peuvent être :

⇒ **Pendant la phase de réalisation :**

- L'arrêt de tout activité champêtre ou autre sur les périmètres à aménager ;
- L'élimination des aménagements qualifiés bancals existant sur les sites ;
- La perturbation temporaire de la circulation ;
- Le risque d'accident lié aux déplacements des ouvriers sur le chantier avec des engins ;
- La non-participation des populations non bénéficiaires aux activités du projet.

⇒ **Pendant la phase d'exploitation :**

- Le changement des habitudes agricoles des exploitants ;
- La mise en place d'un système collectif d'arrosage.

V.1.1.2 Sur l'environnement

Sur la nature, un tel projet peut entrainer :

⇒ **Pendant la phase de réalisation :**

- Le risque de la pollution acoustique liée aux bruits des engins ;
- Le risque de pollution atmosphérique par les engins ;
- L'abattage et le dessouchage de la flore existante ;
- Le risque de pollution des eaux à vocations agricoles liées aux rejets des déchets de chantier tels que les hydrocarbures ;

⇒ **Pendant la phase d'exploitation :**

- L'utilisation d'engrais à vocation rizicole qui nuisent aux cultures et plantes environnantes ;
- La modification de l'aspect de la flore et des habitudes de la faune.

V.1.2 Impacts positifs

Les impacts positifs de ce dit projet sont :

⇒ **Sur le plan social**

- L'évolution des produits rizicoles liés à la modernisation des techniques et l'intensification des cultures ;
- L'amélioration des conditions de vie des populations liées à l'évolution des revenus agricoles ;
- La création d'emploi pendant les travaux de réalisation et pendant l'exploitation des périmètres ;

⇒ **Sur l'Environnement**

- La mise en place d'un système pouvant résister mieux aux aléas climatiques tels que les pluies décennales etc…

V.1.3 Mesures d'atténuation

Vu l'importance des impacts négatifs, un certain nombre de mesures peuvent être proposées. Sur le plan social ces mesures peuvent consister à :

- Mener étude socio-économique semble être nécessaire pour adhérer toute la population a la cause ;
- Placer des panneaux de signalisations ;
- Mettre en place un atelier de formation en gestion des dits périmètres aux groupements.

Sur le plan environnemental, ces mesures pourraient être :

- Un reboisement adéquat nécessaire ;
- Une mise en place d'un système de rejet adéquat des surplus d'eau dans la nature.

V.2 Etudes économiques

L'étude économique nous a permis de dresser un devis estimatif des coûts de réalisation de nos différents sites à aménager. Le tableau 26 récapitule les coûts d'aménagements.

Tableau 26 : Couts de réalisation des aménagements

Sites	Cout de l'aménagement	Cout à l'hectare
KOUASSI-DATEKRO	66 665 849	6 740 733
SOKO	45 522 731	4 138 430

Les détails de détermination de ces prix de réalisation sont présentés dans l'annexe 3.
Du précèdent récapitulatif, on remarque que l'aménagement par DCN/DD est celui présentant le coût le moins élevé par rapport aux autres. Ainsi, il est fort probable que ce soit le site qui sera le plus rentable en matière d'investissement.

V.3 Allotissement des travaux

Sur la totalité de nos différents sites, l'allotissement des travaux se fera comme suite :

- Les diguettes ordinaires et de ceinture seront exclusivement réalisées par les groupements ;
- Le reste des ouvrages et aménagement seront pris en charge par PROPACOM et exécutés par une entreprise ;

Le suivant tableau présente la contribution économique de toutes les parties prenantes au projet à la réalisation de l'aménagement.

Tableau 27 : Evaluation économique des allotissements des travaux

Contribution		Paysan	PROPACOM
KOUASSI DATEKRO	FCFA	8 400 000	58 265 849
	%	13%	87%
SOKO	FCFA	3 499 167	39 967 586
	%	8%	92%

V.4 Evaluation des avantages et inconvénients des aménagements proposés

Les aménagements proposés présentent des avantages et inconvénients présentés comme suite :

V.4.1 Avantages

⇒ Irrigation gravitaire

- Option d'irrigation axée sur la spéculation du riz en maitrise totale en eau ;
- Coût d'entretien relativement faible ;
- Très grande durabilité ;

⇒ Irrigation par DCN/DD

- Option d'aménagement axée sur la spéculation du riz stricte et mixte

- Rehaussement de la nappe ;
- Coût de réalisation relativement faible ;
- Création de retenu d'irrigation complémentaire. ;

V.4.2 Inconvénients

⇒ Irrigation gravitaire

- Coût de réalisation très élevé
- Gestion relativement compliquée par les paysans

⇒ Irrigation par DCN/DD

- Aménagement peu durable
- Système de gestion de la retenue compliquée

VI CONCLUSION GENERALE

Suite à une demande émanent de groupements de petits producteurs rizicoles ; l'Etat ivoirien dans sa politique de relance de la filière riz à travers le projet PROPACOM a intervenu dans la région de Gontougo où nous avons effectué une étude technique d'aménagement hydro-agricole sur deux sites.

Disposant d'une retenue d'eau a vocation agricole ; un système d'irrigation gravitaire avec maitrise totale en eau a été proposé pour le site de Kouassi-Datékro. Avec un besoin hydrique de tout le cycle estimé à **834,65 mm** d'eau ; un réseau gravitaire a été mis en place pour envoyer l'irrigant vers les parcelles du périmètre irrigué avec un calendrier d'arrosage bien définie le jour d'irrigation (voir annexe 2) à raison d'un tour d'eau de 5jours. Aussi un réseau d'assainissement des terres internes et externes a été mis en place à partir des débits d'assainissement déterminés pour le dimensionnement de nos ouvrages. Le cout à l'investissement de l'aménagement de ce site s'élève à **66 665 849 FCFA** où 13% de cette somme sera prise en charge par les bénéficiaires à travers la réalisation de diguettes pour les rizières.

Au niveau du site de Soko, l'aménagement par DCN a été retenue puisque seul un système d'irrigation sans maitrise de totale pouvait être utilisée pour son aménagement. Aussi c'est un aménagement a très faible cout et beaucoup aimé par le monde paysan. Cependant la spéculation souhaitée étant un riz de submersion ; un apport des eaux de ruissellement a été pris en compte conduisant à un besoin de cycle hydrique négatif. Par ailleurs une retenue de capacité maximale de **46 036 m^3** a été mise en place pour répondre aux besoins en eau d'appoint puisque les pluies sont mal reparties dans le temps et l'espace dans la zone de projet. Le cout à l'investissement de ce dit site s'élève à **43 466 753** relativement bas par rapport au premier site.

Recommandations

La zone de projet se situe dans la région là moins arrosée de la Cote d'Ivoire où l'agriculture fait face aux caprices de la nature. Cependant force est de constater que la zone est grande productrice d'igname et la culture de l'anacarde est très répandue.

L'anacarde et l'igname sont les principaux produits cultivés et leur productivité est élevée par rapport au riz mais leur entretien plus facile (CAMARA 2000). De ce fait, dès la mise en service effectif des aménagements qui ont fait l'objet de ce présent rapport ; l'Etat ivoirien devrait continuer à soutenir les groupements dans leur lancée par peur de voir des plants d'anacardes et des ignames émergés sur nos dits sites.

En outre, certaines dispositions devront être mises en place par les comités de gestion des groupements afin de rendre les sites aménagés financièrement autonomes, productifs et durables.

Pour l'entretien financier, les paysans veilleront à :

- Payer des redevances en eau ;
- Participer aux cotisations des groupements

Pour la productivité et la durabilité des ouvrages ; ils devront :

- Respecter le tour d'eau (Cas de Kouassi Datekro) ;
- Utiliser l'ouvrage d'appoint en bon asien ;

Perspectives

La perspective est l'idée d'aménager de superficies plus grandes de la part du projet afin d'accroitre la productivité rizicole dans le pays.

En outre la ressource en eau de Kouassi Datekro suffit à répondre à une extension de ce site. Ceci serait une très bonne perspective d'avenir d'autant plus que le barrage dispose de quantité d'eau assez suffisante.

Bibliographie

- ALIOU IBRAHIM. 1994. “Cours D’agriculture : Besoin En Eau Des Plantes.”
- BNETD, Bureau National d’Etude Technique et de Développement. 2012. “Projet de Réhabilitation Agricole et de Réduction de La Pauvreté.”
- BNETD, 2008. “Etude Relative À La Définition D’une Politique Rizicole En Côte d’Ivoire et D’un Plan D’actions Opérationnel”. Rapport Définitif.
- BOUET, Alphonse, Ludovic N’CHO Achiayé, N’Guessan Yoboué, and Yahaya Mangoa Coulibaly. 2013. “Bien Cultiver Le Riz En Côte d’Ivoire.”
- Brouwer C., Heidblom, and FAO. 1986. “Durée Approximatives des Stades de Développement des Cultures.”
- CAMARA, Camille. 2000. “Les Cultures Vivrières En Côte d’Ivoire.” http://www.persee.fr/doc/geo.
- CNRA. 2010. “Catalogue Officiel Des Variétés Du Riz.”
- Degoutte, Gérard, and Paul Royet. 1999. Aide-Mémoire de Mécanique Des Sols. ENGREF.
- DURAND, Jean, Paul ROYET, and Patrice MERIIAUX. 1998. “Techniques Des Petits Barrages En Afrique Sahélienne et Equatoriale.”
- FAO, Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’Agriculture. 1994. “Bulletin FAO d’Irrigation et de Drainage 54.”
- FAO, 2002. “Bulletin FAO Calcul Des Besoins En Eau.”
- FAO, and Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’Agriculture FAO. 2008. “Aperçu Du Développement Rizicole.”
- Gatot, I Sumarjo, J Duchesne, F Forest, P Perez, C Cudennec, T Prasetyo, and S Karama. 1999. “Rainfall-Runoff Harvesting for Controlling Erosion and Sustaining Upland Agriculture Development.” In, 24–29.
- Keïta, A. 2015. “Subsurface Drainage of Valley Bottom Irrigated Rice Schemes in Tropical Savannah: Case Studies of Tiefora and Moussodougou in Burkina Faso.”
- Mays Moussi. 2015. “Classements-Des-Pays-Producteurs-de-Matières-Premières.” http://www.mays-mouissi.com/.
- ONDR, Office National de Développement Rizicole. 2012. “Stratégie Nationale Révisée Du Développement de La Filière Riz En Coté d’Ivoire”. Programme.
- PAFR. 2002. “Guide Technique D’aménagement Des Bas-Fonds.”
- RODIER, and AUVRAY. 1965. “Estimation Des Débits de Crues Décennales Pour Les Bassins Versants de Superficie Inferieure a 200km2 En Afrique Occidentale.”
- Taky, A, JC Mailhol, Abdelhafid Debbarh, S Bouarfa, A Hammani, D Zimmer, P Ruelle, and K Belabbes. 2004. “Diagnostic Des Pratiques D’irrigation Gravitaire et Possibilités D’amélioration Dans Le Gharb Au Maroc.” In, 14–p. IAV Hassan II.

ANNEXES

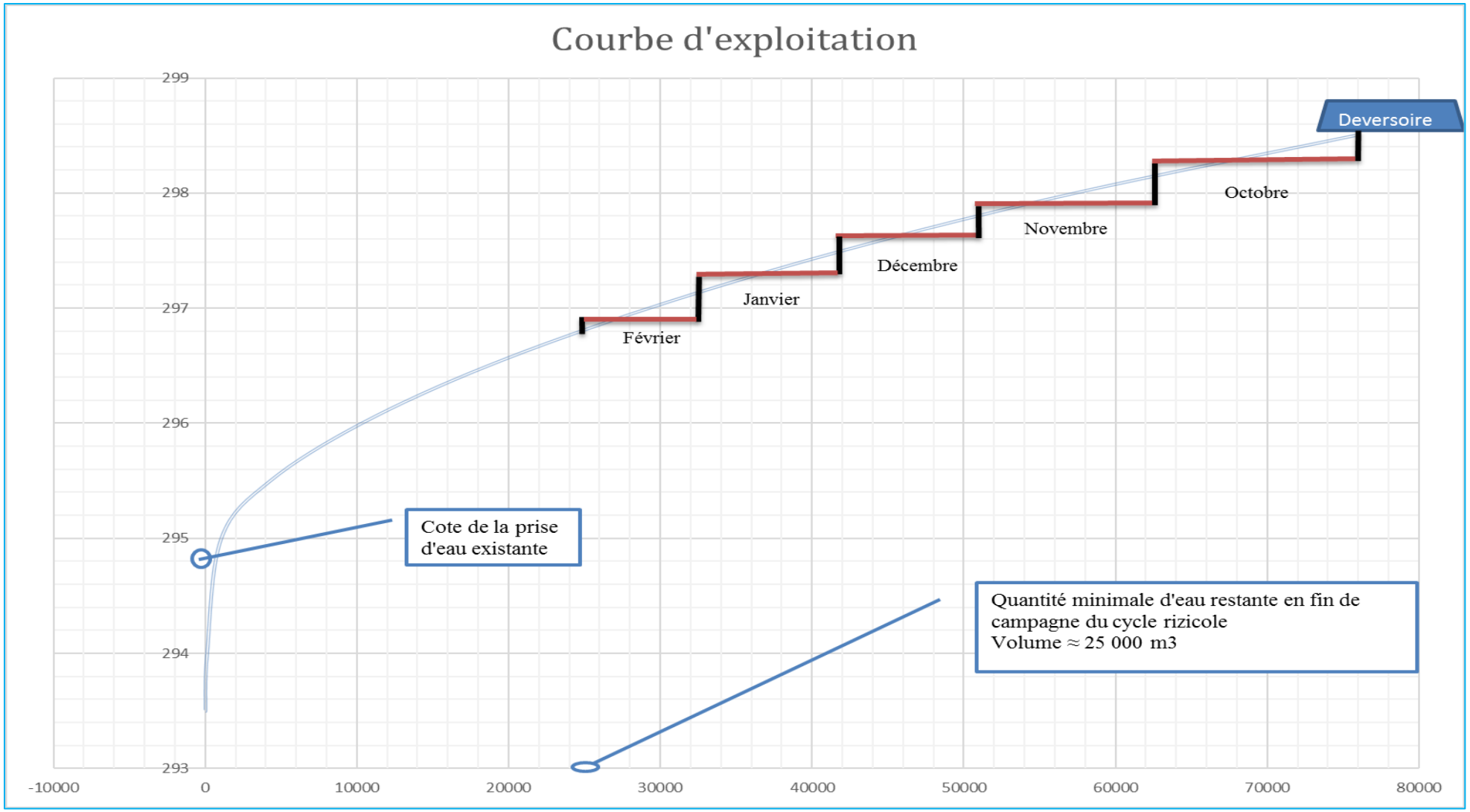
ANNEXE 1 : Tableau de résultats des moyennes mobiles

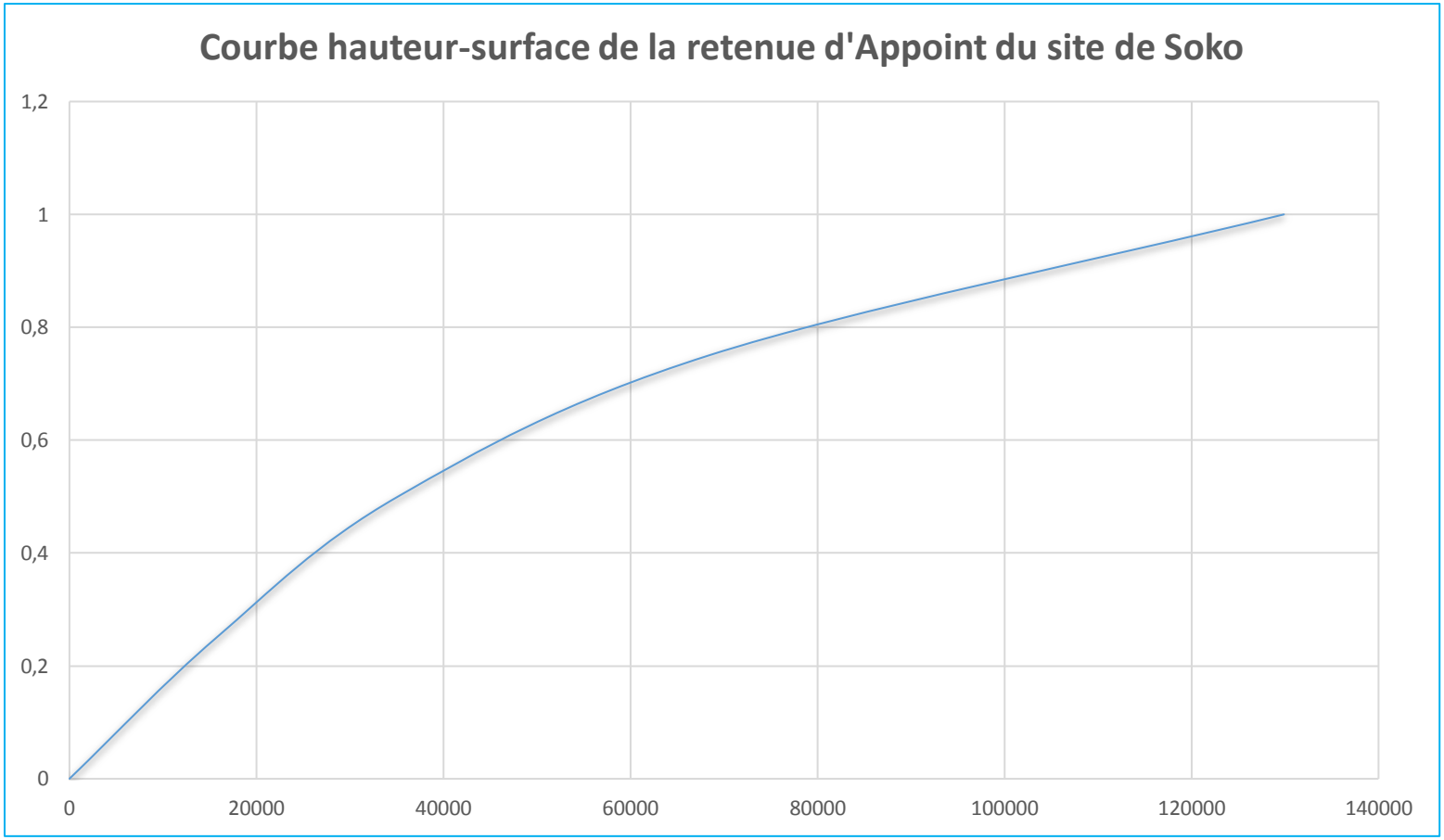
Année	Pluie annuelle	Moyenne	Moy. Mob. 5 ans	Moy. Mob. 11 ans	Moy. Mob. 25 ans
1901	1261,6	1228			
1902	1231,3	1228			
1903	1081,3	1228	1137		
1904	1056,8	1228	1149		
1905	1054	1228	1151		
1906	1322,1	1228	1194	1271	
1907	1241,8	1228	1264	1269	
1908	1296,4	1228	1357	1277	
1909	1405,7	1228	1395	1289	
1910	1518,4	1228	1393	1312	
1911	1513,1	1228	1399	1340	
1912	1233,5	1228	1362	1330	
1913	1324,8	1228	1318	1325	1252
1914	1217,7	1228	1288	1305	1247
1915	1301	1228	1283	1274	1251
1916	1361,5	1228	1258	1249	1264
1917	1210,8	1228	1229	1219	1277
1918	1197,5	1228	1180	1229	1286
1919	1075,4	1228	1157	1214	1286
1920	1056	1228	1152	1232	1282
1921	1242,8	1228	1182	1215	1283
1922	1186,7	1228	1197	1213	1263
1923	1349,4	1228	1270	1230	1245
1924	1151,9	1228	1245	1249	1228
1925	1420,5	1228	1276	1266	1219
1926	1117	1228	1285	1291	1220
1927	1340,3	1228	1335	1281	1220
1928	1393,8	1228	1304	1293	1221
1929	1404,6	1228	1346	1254	1208
1930	1263,1	1228	1305	1246	1208
1931	1325,7	1228	1289	1216	1207
1932	1135,8	1228	1194	1205	1212
1933	1315,6	1228	1154	1207	1215
1934	929,6	1228	1106	1191	1205
1935	1061,7	1228	1079	1183	1217
1936	1088,7	1228	1087	1162	1203
1937	1000,7	1228	1145	1153	1210
1938	1355,6	1228	1195	1157	1190
1939	1218,4	1228	1186	1146	1200

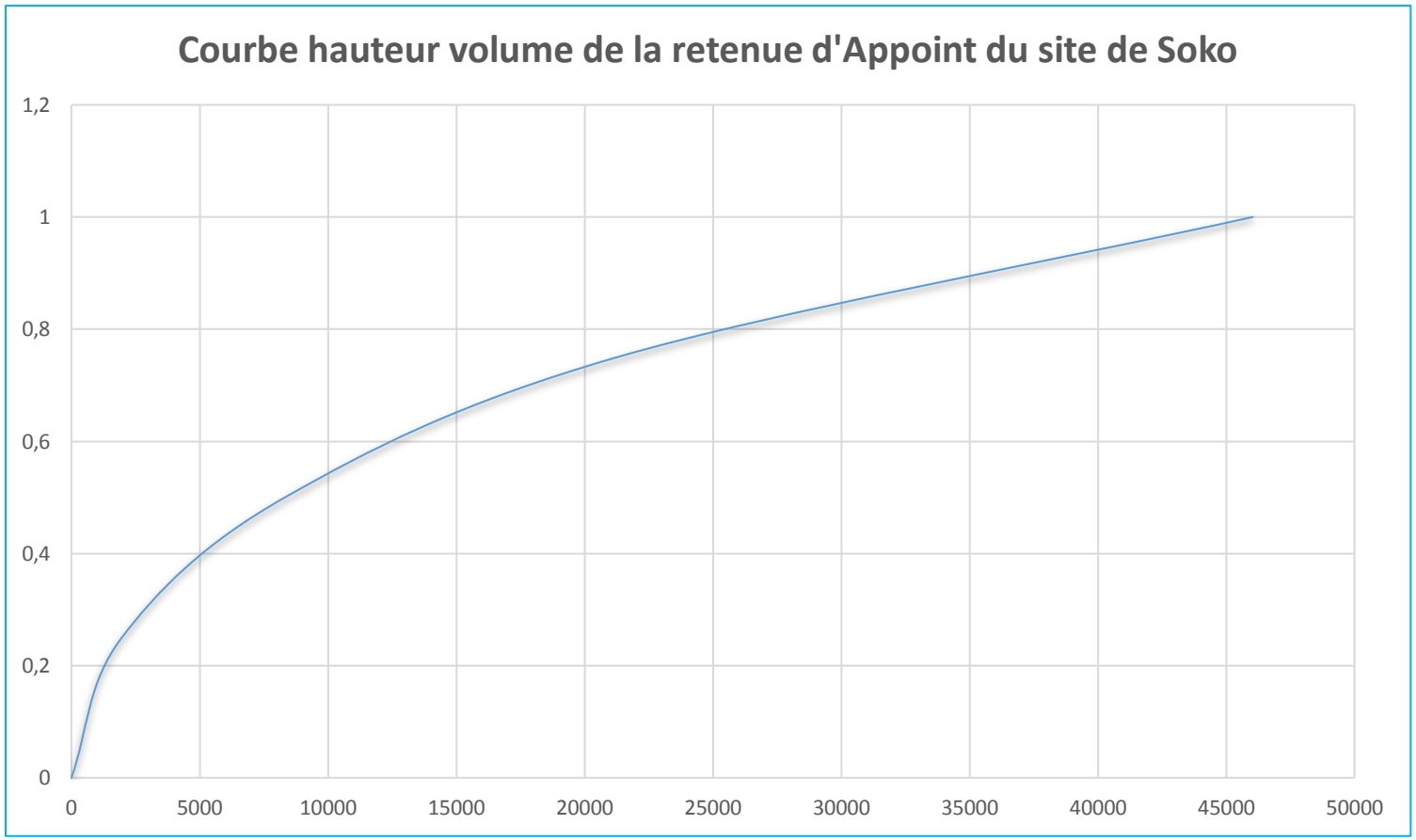
1940	1313,8	1228	1231	1164	1199
1941	1039,5	1228	1194	1157	1189
1942	1228,2	1228	1191	1193	1181
1943	1171,5	1228	1153	1194	1191
1944	1200,8	1228	1143	1191	1183
1945	1127	1228	1194	1163	1199
1946	985,5	1228	1162	1169	1181
1947	1485	1228	1186	1194	1198
1948	1010,5	1228	1142	1187	1207
1949	1324,3	1228	1221	1189	1198
1950	903,6	1228	1188	1216	1213
1951	1383,9	1228	1215	1218	1225
1952	1319	1228	1190	1267	1222
1953	1144,7	1228	1309	1212	1214
1954	1197,3	1228	1261	1243	1223
1955	1497,8	1228	1302	1238	1209
1956	1145,6	1228	1249	1235	1230
1957	1525,6	1228	1279	1233	1226
1958	877,6	1228	1235	1265	1215
1959	1349,6	1228	1179	1265	1223
1960	1275,2	1228	1147	1257	1212
1961	867,8	1228	1305	1237	1220
1962	1366,3	1228	1263	1213	1216
1963	1666,9	1228	1230	1228	1228
1964	1141,1	1228	1313	1248	1213
1965	1109,7	1228	1215	1203	1197
1966	1278,6	1228	1220	1193	1190
1967	879,6	1228	1211	1226	1195
1968	1692	1228	1162	1211	1192
1969	1097,1	1228	1139	1172	1189
1970	861,5	1228	1209	1177	1166
1971	1164,2	1228	1112	1167	1166
1972	1231,2	1228	1138	1135	1169
1973	1203,6	1228	1206	1143	1166
1974	1229,4	1228	1173	1109	1168
1975	1200	1228	1112	1139	1159
1976	1000,6	1228	1065	1157	1133
1977	928	1228	1082	1139	1141
1978	968,2	1228	1128	1105	1141
1979	1314,5	1228	1140	1125	1148
1980	1429,8	1228	1148	1124	1150

1981	1061	1228	1126	1098	1120
1982	967,6	1228	1148	1111	1114
1983	854,9	1228	1104	1118	1127
1984	1425,1	1228	1074	1153	1129
1985	1210,1	1228	1110	1134	1125
1986	914,5	1228	1141	1137	1110
1987	1145,1	1228	1127	1124	1114
1988	1011,5	1228	1105	1122	1104
1989	1352,3	1228	1215	1130	1109
1990	1103,9	1228	1170	1108	1119
1991	1461,9	1228	1156	1110	1123
1992	921,5	1228	1075	1129	1109
1993	939	1228	1090	1100	1088
1994	948,7	1228	1045	1130	1098
1995	1176,4	1228	1086	1092	1106
1996	1238,3	1228	1063	1094	1121
1997	1125,2	1228	1141	1068	1116
1998	825,5	1228	1093	1083	1108
1999	1338,1	1228	1069	1084	1112
2000	936,9	1228	1080	1081	1114
2001	1119,7	1228	1131	1093	1113
2002	1182	1228	1054	1087	1105
2003	1078,4	1228	1050	1095	
2004	950,5	1228	1087	1139	
2005	918,7	1228	1086	1108	
2006	1306,9	1228	1113	1117	
2007	1177,3	1228	1185	1122	
2008	1209,4	1228	1201	1105	
2009	1310,3	1228	1145	1112	
2010	1002,1	1228	1145		
2011	1026,3	1228	1103		
2012	1177,5	1228	1072		
2013	1000,9	1228			
2014	1154,1	1228			

ANNEXE 2 : Courbe d'exploitation de la retenue de Kouassi-Datékro et courbe hauteur-volume de la retenue d'appoint


Courbe d'exploitation
299
298
297
296
295
294
293
-10000
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
70000
80000
Deversoire
Octobre
Novembre
Décembre
Janvier
Février
Cote de la prise d'eau existante
Quantité minimale d'eau restante en fin de campagne du cycle rizicole
Volume ≈ 25 000 m3


Courbe hauteur-surface de la retenue d'Appoint du site de Soko
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
20000
40000
60000
80000
100000
120000
140000


Courbe hauteur volume de la retenue d'Appoint du site de Soko
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
35000
40000
45000
50000

ANNEXE 3 : Devis estimatif des aménagements

Devis estimatif de la réalisation de l'aménagement du site de KOUASSI DATEKRO

N° prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (F CFA HT)	Prix Total (F CFA HT)
	SERIE 100 : PRIX GENERAUX				
101	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	Forfait	1	4 000 000	4 000 000
	SERIE 200 : TRAVAUX DE TERRASSEMENT				
201	Débroussaillage et sous-solage de l'emprise du périmètre	ha	11,5	25 000	287 500
202	Planage et labour du périmètre	ha	11,5	100 000	1 150 000
				Sous-total Travaux de terrassement (F CFA HT)	1 437 500
	SERIE 300 : CANAUX D'IRRIGATION				
301	Volume décapage	m^3	100	1 500	150 000
302	Béton armé dosé a 350kg/m3	m^3	160	175 000	28 000 000
303	Pont canal	Forfait	1	2 000 000	2 000 000
304	Dalot	Forfait	2	1 000 000	2 000 000
305	Volume remblai	m^3	3 025	2 500	7 562 500
				Sous-total Canaux d'irrigation (F CFA HT)	39 712 500
	SERIE 400 : DIGUETTES DES CASIERS				
401	Volume décapage	m^3	600	1 500	900 000
402	Volume remblai	m^3	3000	2 500	7 500 000
				Sous-total Digue Diguettes des casiers (C CFA HT)	8 400 000
	SERIE 500 : DRAINAGE DES PARCELLES				
501	Déblai pour drains internes	m^3	1034	1 700	1 757 163
	SERIE 600 : ASSAINISSEMENT DE L'AMENAGEMENT				
601	Déblai pour les colatures	m^3	700	1 700	1 189 320
				TOTAL (F CFA HT)	56 496 483
				TVA (18%)	10 169 367
				TOTAL (F CFA HT)	66 665 849

Devis estimatif de la réalisation de l'aménagement du site de de SOKO

N° prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (F CFA HT)	Prix Total (F CFA HT)
	SERIE 100 : PRIX GENERAUX				
101	Installation de chantier, amenée et repli du matériel	Forfait	1	4 000 000	4 000 000
	SERIE 200 : TRAVAUX DE TERRASSEMENT				
201	Débroussaillage et sous-solage de l'emprise du périmètre	ha	15,4	30 000	462 000
202	Planage et labour du périmètre	ha	15,4	100 000	1 540 000
				Sous-total Travaux de terrassement (F CFA HT)	2 002 000
	SERIE 700 : DIGUE				
301	Volume déblai	m^3	150	2 000	300 000
302	Volume remblai	m^3	309	5 000	1 546 875
303	Latérite de protection des parements de la digue	m^3	206	10 000	2 062 500
303	Béton armé dose a 350	m^3	69	135 000	9 281 250
				Sous-total Diguettes (F CFA HT)	13 190 625
	SERIE 800 : DIGUETTES				
801	Volume décapage	m^3	306	2 000	612 000
802	Volume remblai	m^3	1 019	2 500	2 547 500
803	Enrochement des parements de la diguette	m^3	170	2 000	339 667
				Sous-total Diguettes (F CFA HT)	3 499 167
	SERIE 900 : EVACUATEUR DE CRUE				
901	Béton de propreté	m^3	2	50 000	100 000
902	Béton arme dose à 350	m^3	10	150 000	1 500 000
903	Enrochement de protection	m^3	2	6 400	12 800
904	Vanne à glissière	U	1	3 000 000	3 000 000
				Sous-total Evacuateur de Crue (C CFA HT)	4 612 800
	SERIE 1000 : DRAINAGE				

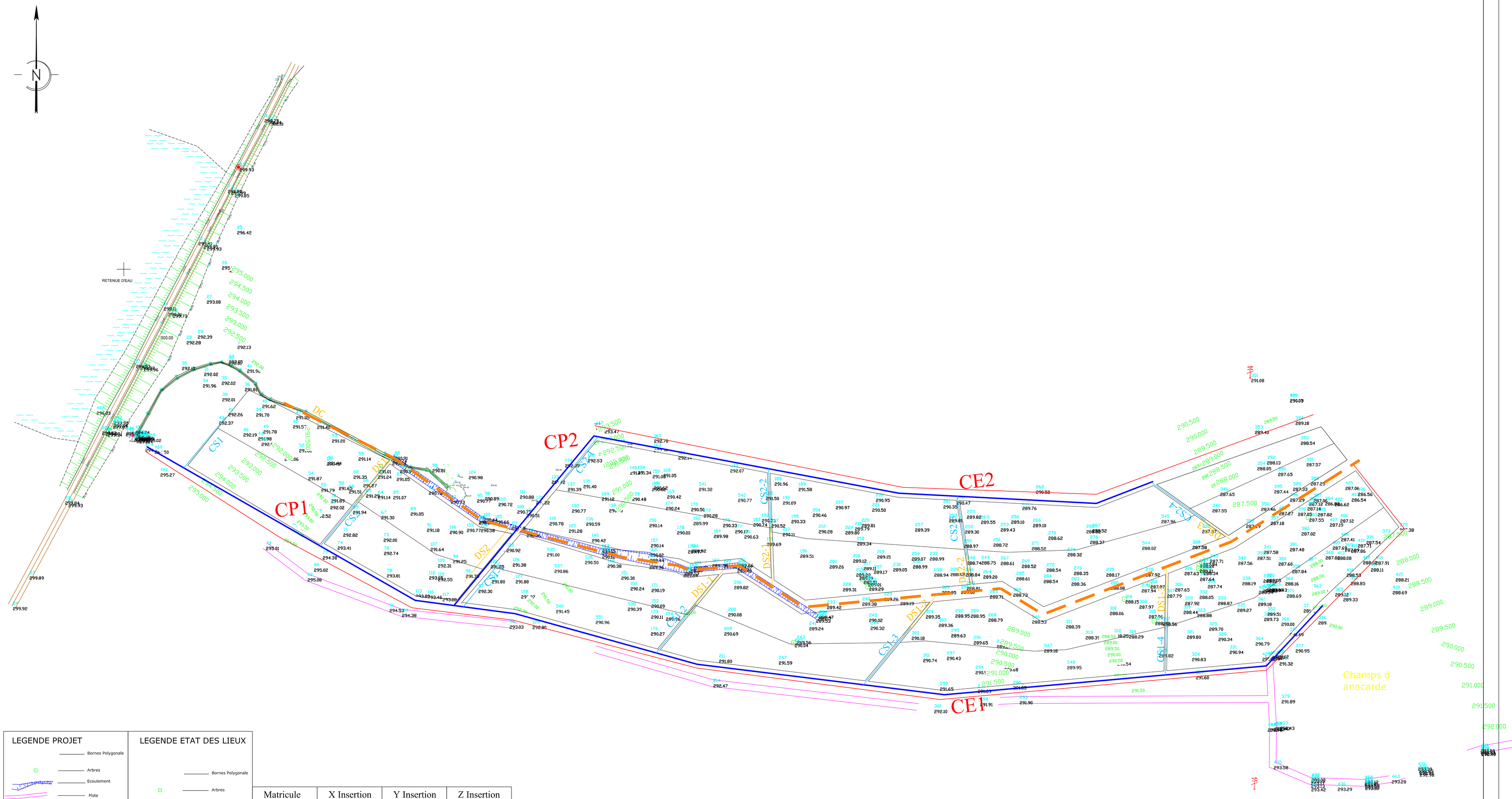
1001	Conduite PVC DN 100	U	50	6 000	300 000
				Sous-total Drainage (C CFA HT)	300 000
	SERIE 1100 : DIGUETTES DE CEINTURE				
1101	Volume décapage	m^3	361	2 000	722 068
1102	Volume remblai	m^3	1148	2 500	2 870 220
1103	Enrochement des parements de la diguette	m^3	383	2 000	765 392
1104	Volume déblai	m^3	1625	3 000	4 873 959
				TOTAL (F CFA HT)	36 836 231
				TVA (18%)	6 630 522
				TOTAL (F CFA HT)	43 466 753

ANNEXE 4 : Tableau de Calage des canaux

Tableau de résultats de calage des canaux secondaires

Canaux secondaires	ΔH	Lame d'eau max	Côte de référence TN	Plan d'Eau parcelle	Côte ligne d'eau	Tirant d'eau	Longueur	Départ des canaux		Pente	Côte fond	Côte ligne d'eau
								Côte TN	Côte fond			
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]
CS1	0,05	0,20	294,000	294,200	294,250	0,40	48,09	294,490	293,850	0,010%	293,825	294,225
CS2	0,05	0,20	293,810	294,010	294,060	0,40	48,50	293,970	293,660	0,010%	293,635	294,035
CS1.1	0,05	0,20	293,310	293,510	293,560	0,40	41,94	293,110	293,160	0,010%	293,136	293,536
CS1.2	0,05	0,20	291,800	292,000	292,050	0,40	46,48	291,750	291,650	0,010%	291,625	292,025
CS1.3	0,05	0,20	291,610	291,810	291,860	0,40	54,51	291,710	291,460	0,010%	291,435	291,835
CS1.4	0,05	0,20	290,830	291,030	291,080	0,40	37,18	291,260	290,680	0,010%	290,656	291,056
CS2.1	0,05	0,20	292,700	292,900	292,950	0,40	43,13	293,220	292,550	0,010%	292,526	292,926
CS2.2	0,05	0,20	291,960	292,160	292,210	0,40	46,81	291,780	291,810	0,010%	291,785	292,185
CS2.3	0,05	0,20	289,880	290,080	290,130	0,40	44,18	290,080	289,730	0,010%	289,706	290,106
CS2.4	0,05	0,20	287,890	288,090	288,140	0,40	48,50	289,200	287,740	0,010%	287,715	288,115

ANNEXE 5 : Plans de masse des sites aménagés



LEGENDE PROJET

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- CP
- CS
- Drains
- Colature

LEGENDE ETAT DES LIEUX

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- Digue

Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT

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

'AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO

PLAN D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DE KOUASSI DATEKRO

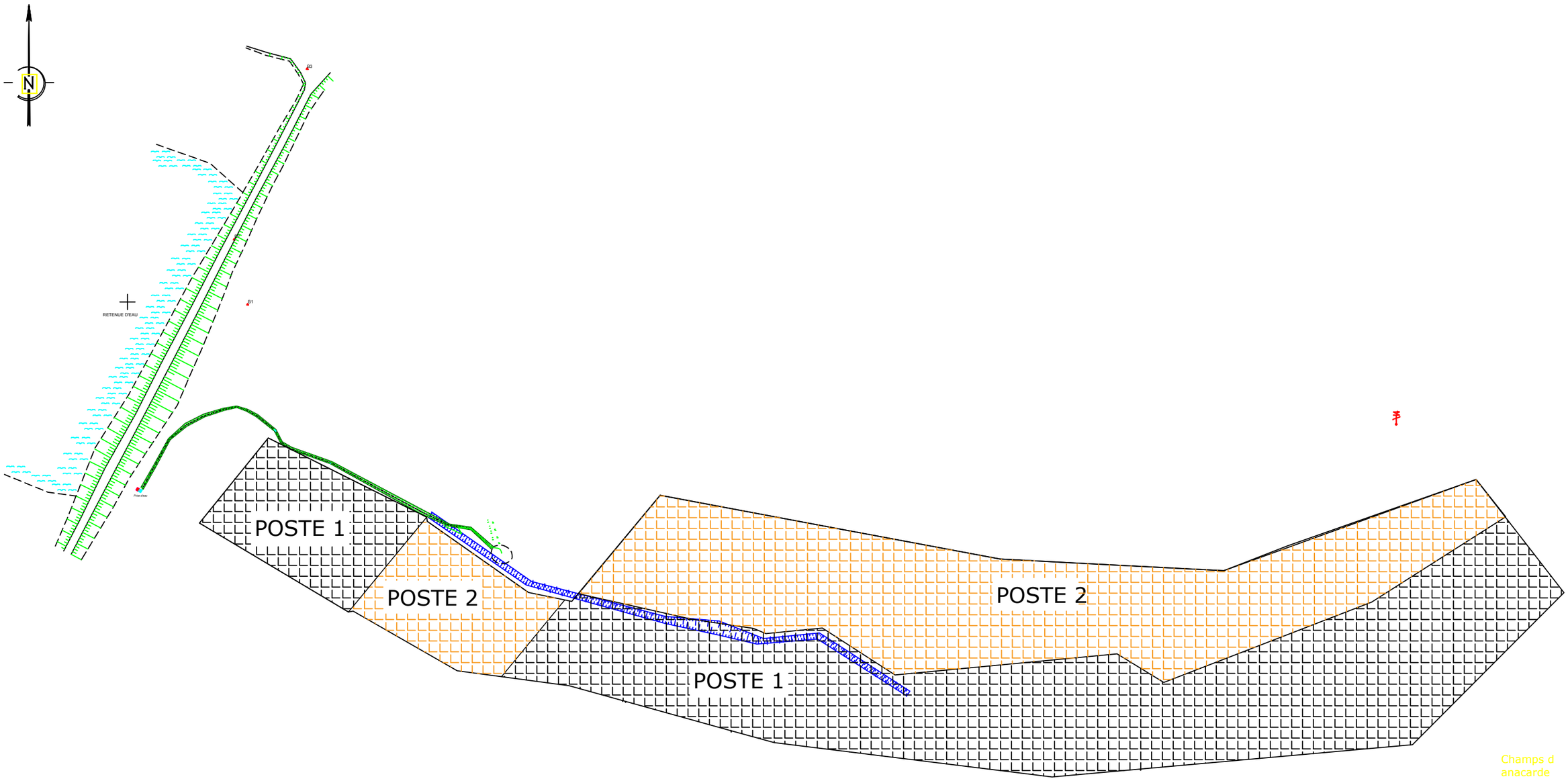
Date : SEPT2016

Échelle . : A3

Plan N° : 1.1.1

MEMOIRE PRESENTE PAR:

OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle
2010-0401/M2-IRH



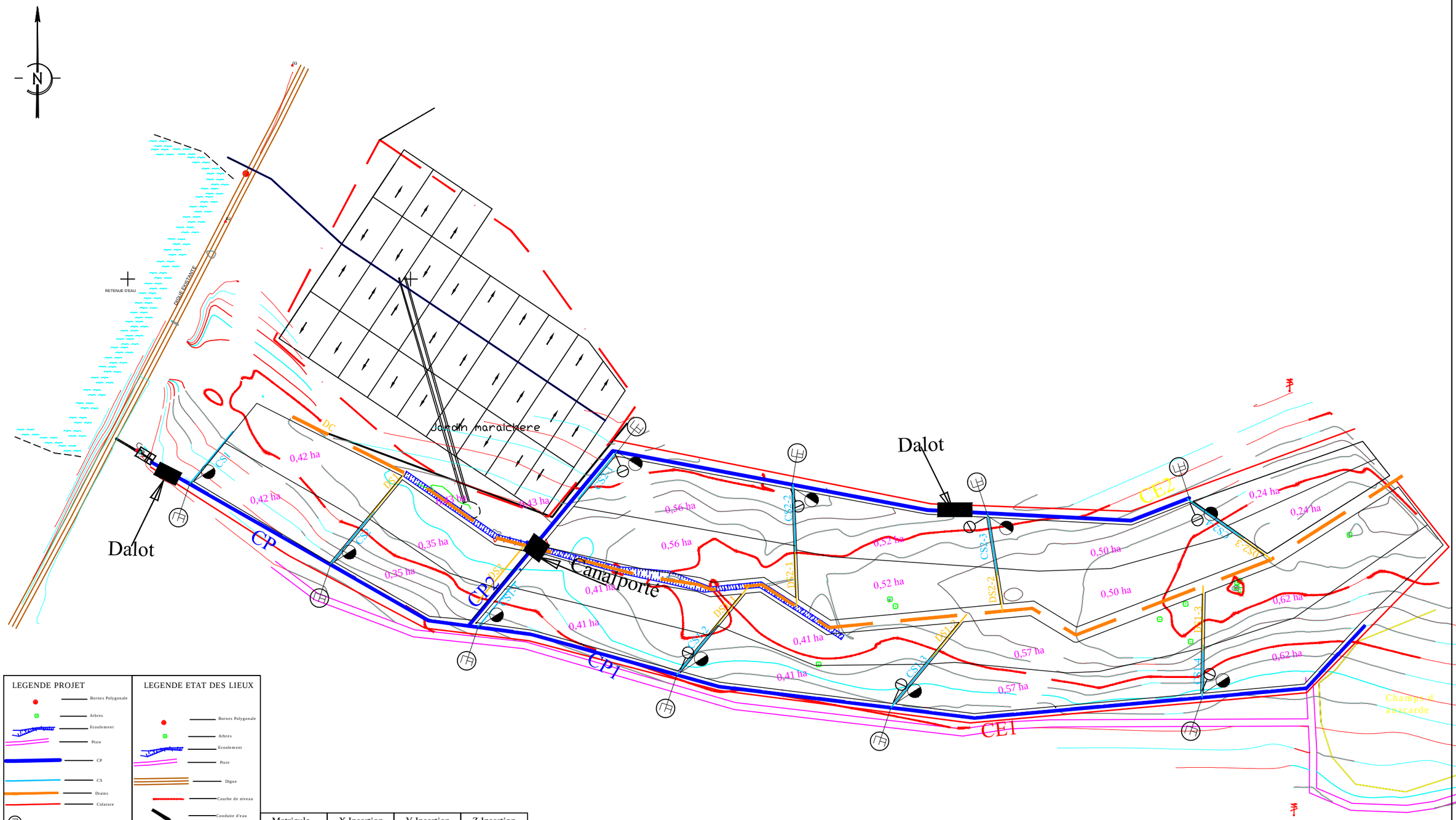
LEGENDE PROJET

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- CP
- CS
- Drains
- Colature

LEGENDE ETAT DES LIEUX

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- Digue

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRE RIZICOLE DE GONTOUGO	PLAN D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DE KOUASSI DATEKRO	Date : SEPT2016 Échelle . : A3 Plan N° : 1.1.2	MEMOIRE PRESENTE PAR: OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH



LEGENDE PROJET

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- CP
- CS
- Drains
- Colature
- Ouvrage
- Pont canal
- Arroseur
- Prise d'eau

LEGENDE ETAT DES LIEUX

- Bornes Polygonale
- Arbres
- Ecoulement
- Piste
- Digue
- Courbe de niveau
- Conduite d'eau
- Poteau haute tension
- Prise
- Escaliers

Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT

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

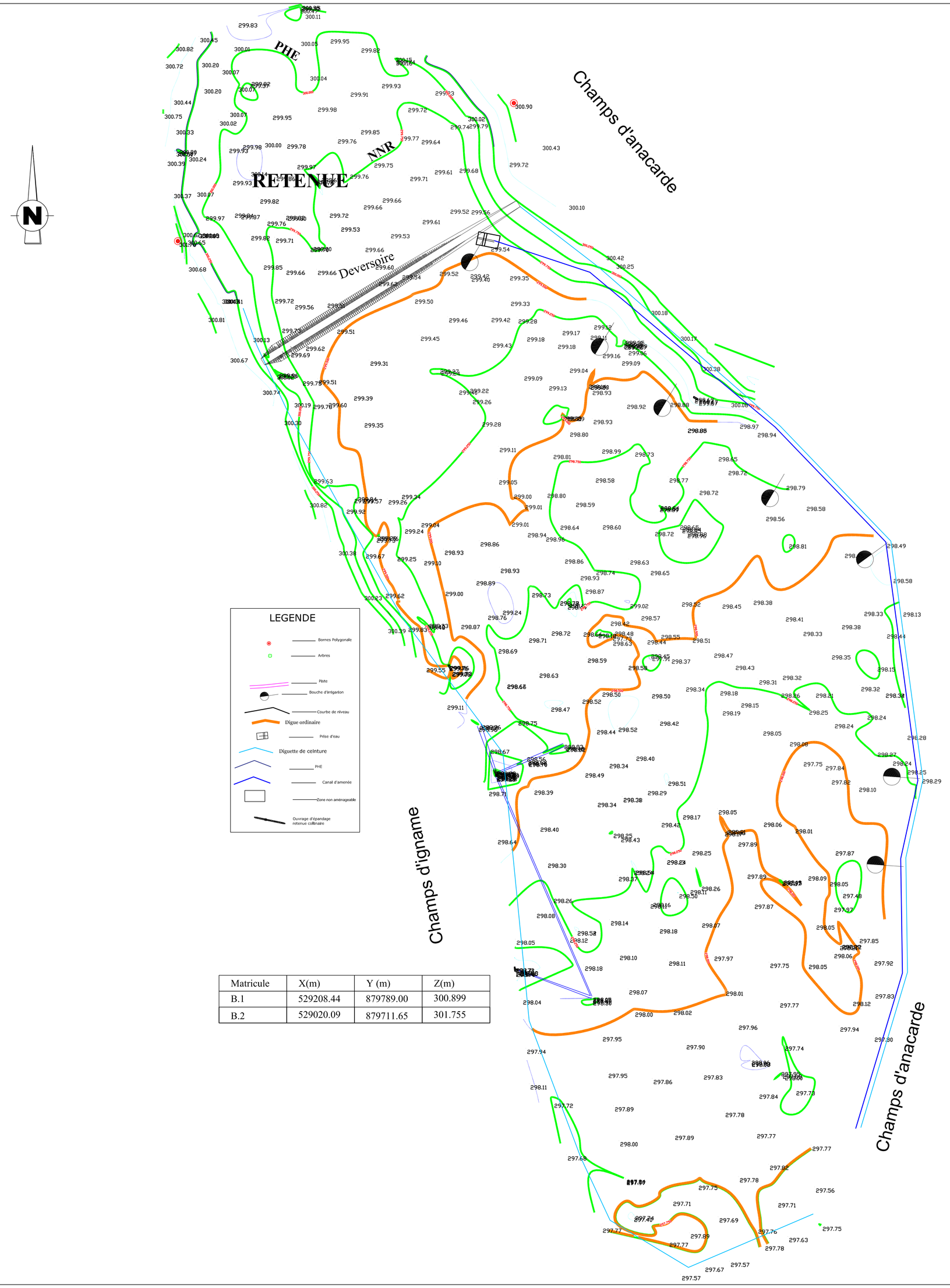
AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO

PLAN D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DE KOUASSI DATEKRO

Date : SEPT2016
Échelle . : A3
Plan N° : 1.1.3

MEMOIRE PRESENTE PAR:

OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle
2010-0401/M2-IRH



Matricule	X(m)	Y (m)	Z(m)
B.1	529208.44	879789.00	300.899
B.2	529020.09	879711.65	301.755

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT

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

'AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO

PLAN D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DE KOUASSI DATEKRO

Date : SEPT2016

Échelle . : A3

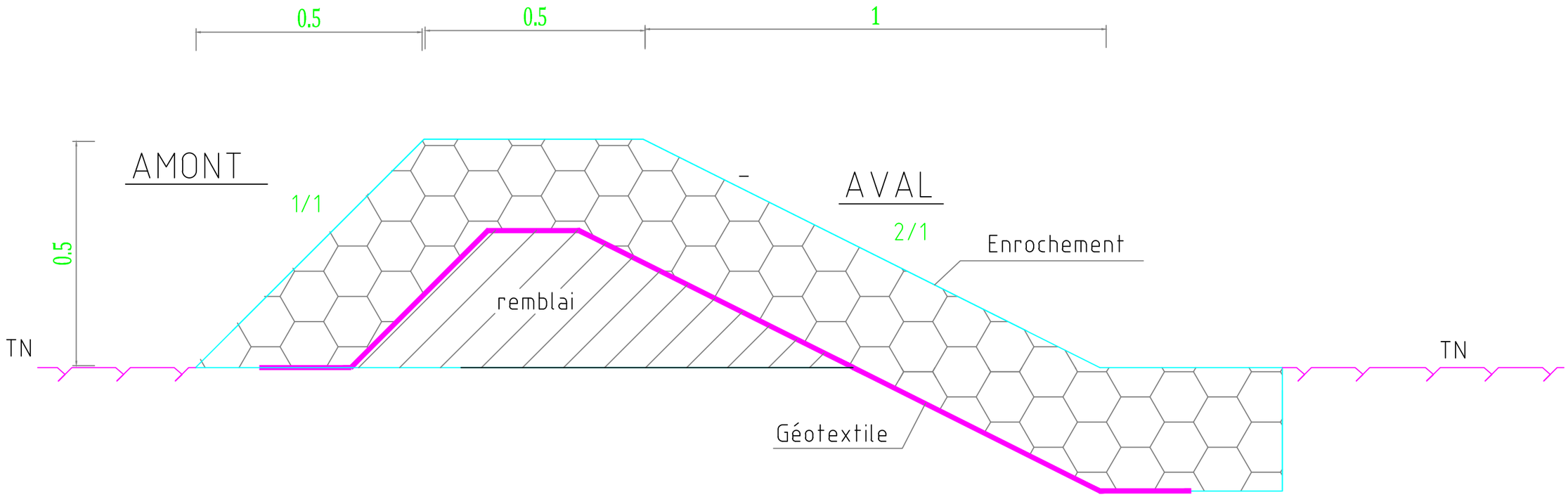
Plan N° : 1.1.1

MEMOIRE PRESENTE PAR:

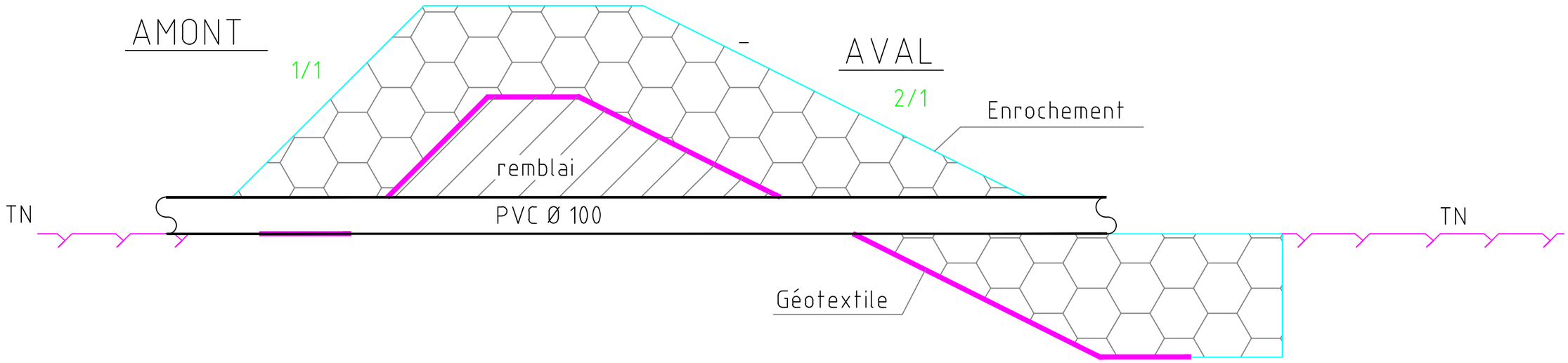
OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle

2010-0401/M2-IRH

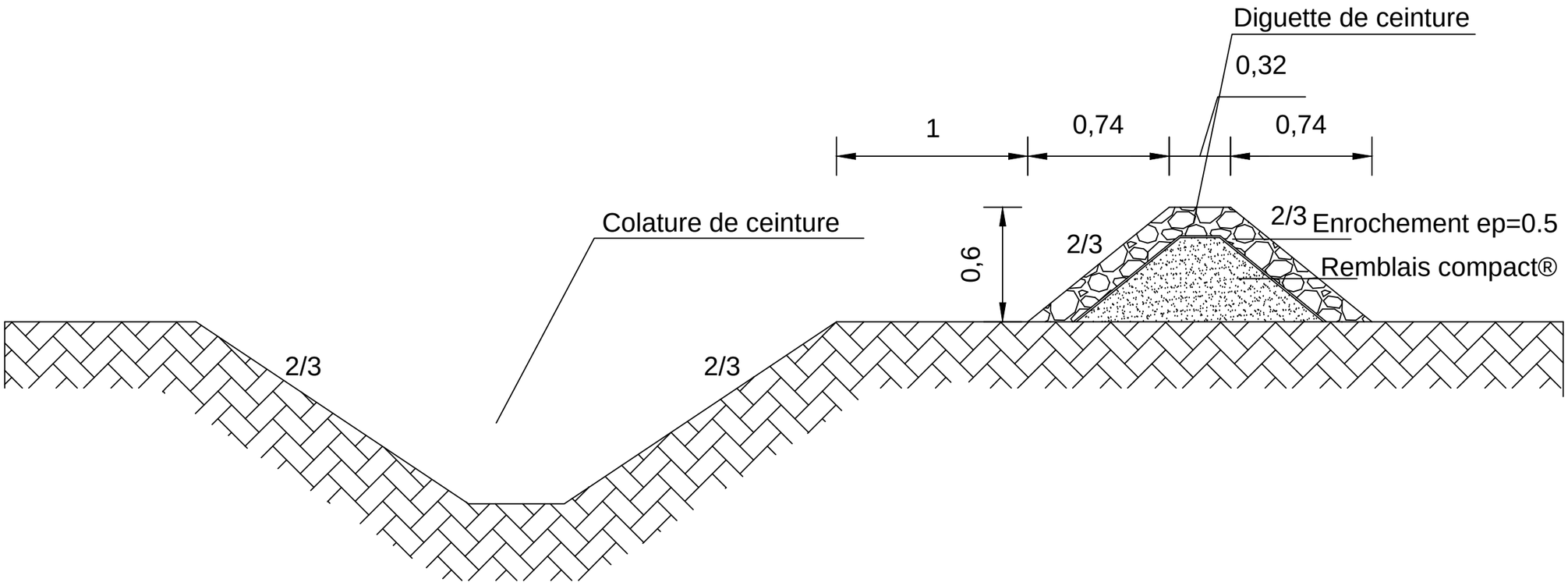
ANNEXE 6 : Ouvrages annexes de l'aménagement du site de Soko



INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	Diguette de type T1	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/25 Plan N° : 3	MEMOIRE PRESENTE PAR : OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH



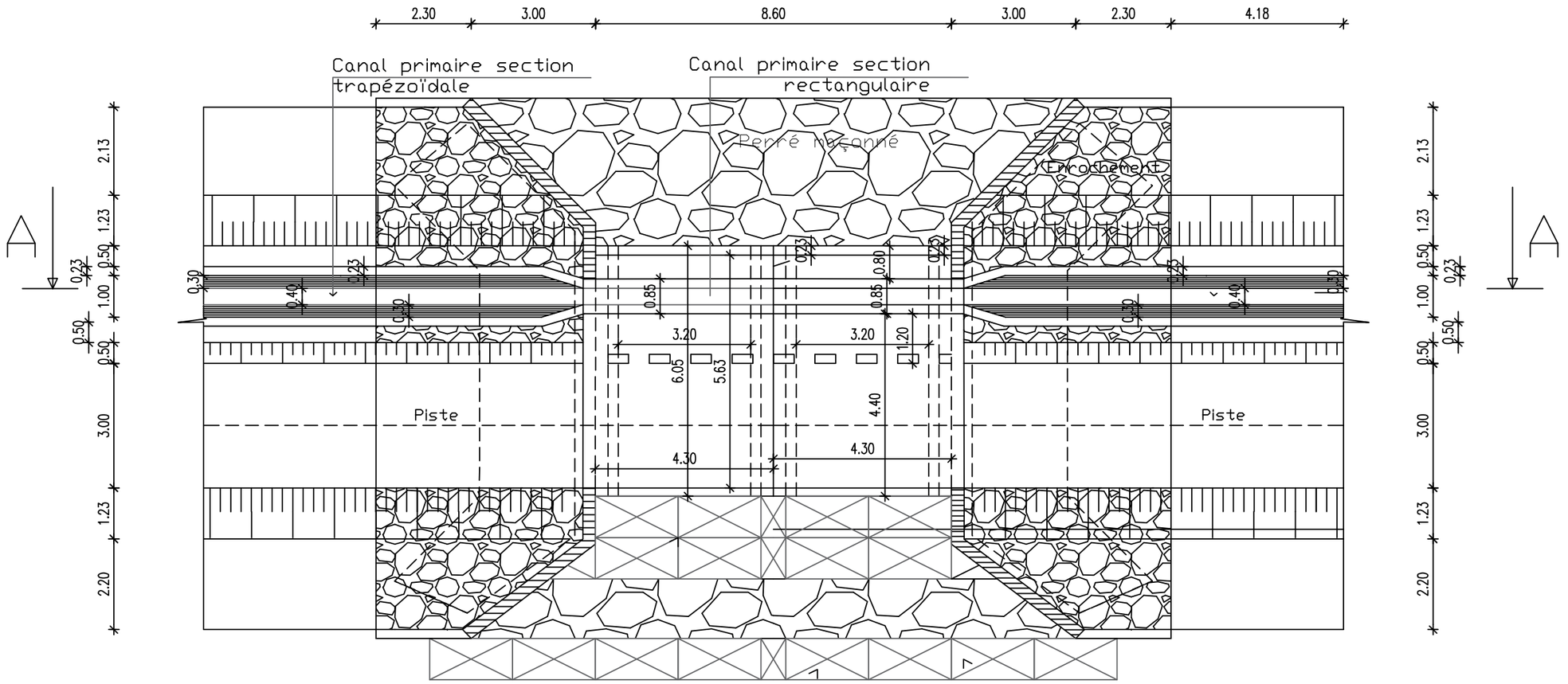
INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	Drainage des parcelles	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/25 Plan N° : 4	MEMOIRE PRESENTE PAR: OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

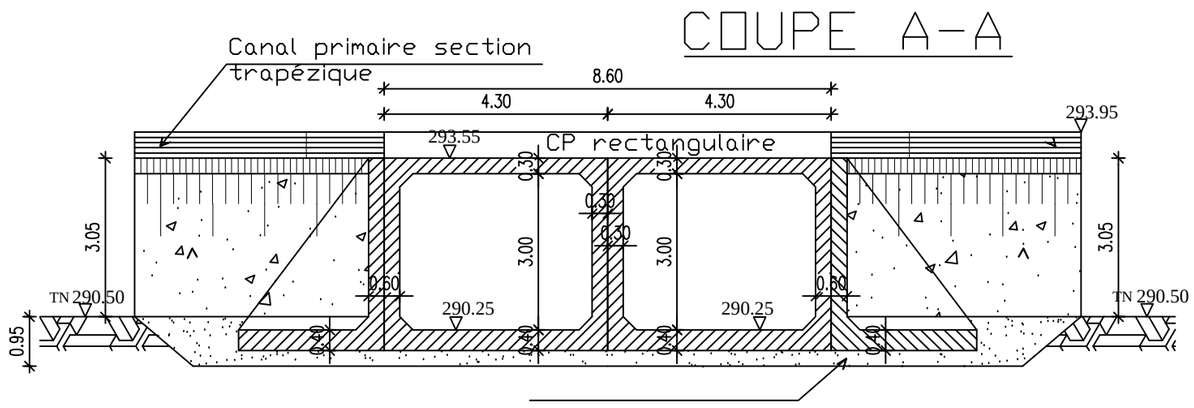


DIGUETTE ET FOSSE DE CEINTURE

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	PROFIL TYPE DIGUETTE ET FOSSE DE CEINTURE	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/100 Plan N° : 5	MEMOIRE PRESENTE PAR: OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

ANNEXE 7 : Ouvrages annexes de l'aménagement du site de Kouassi Datékro

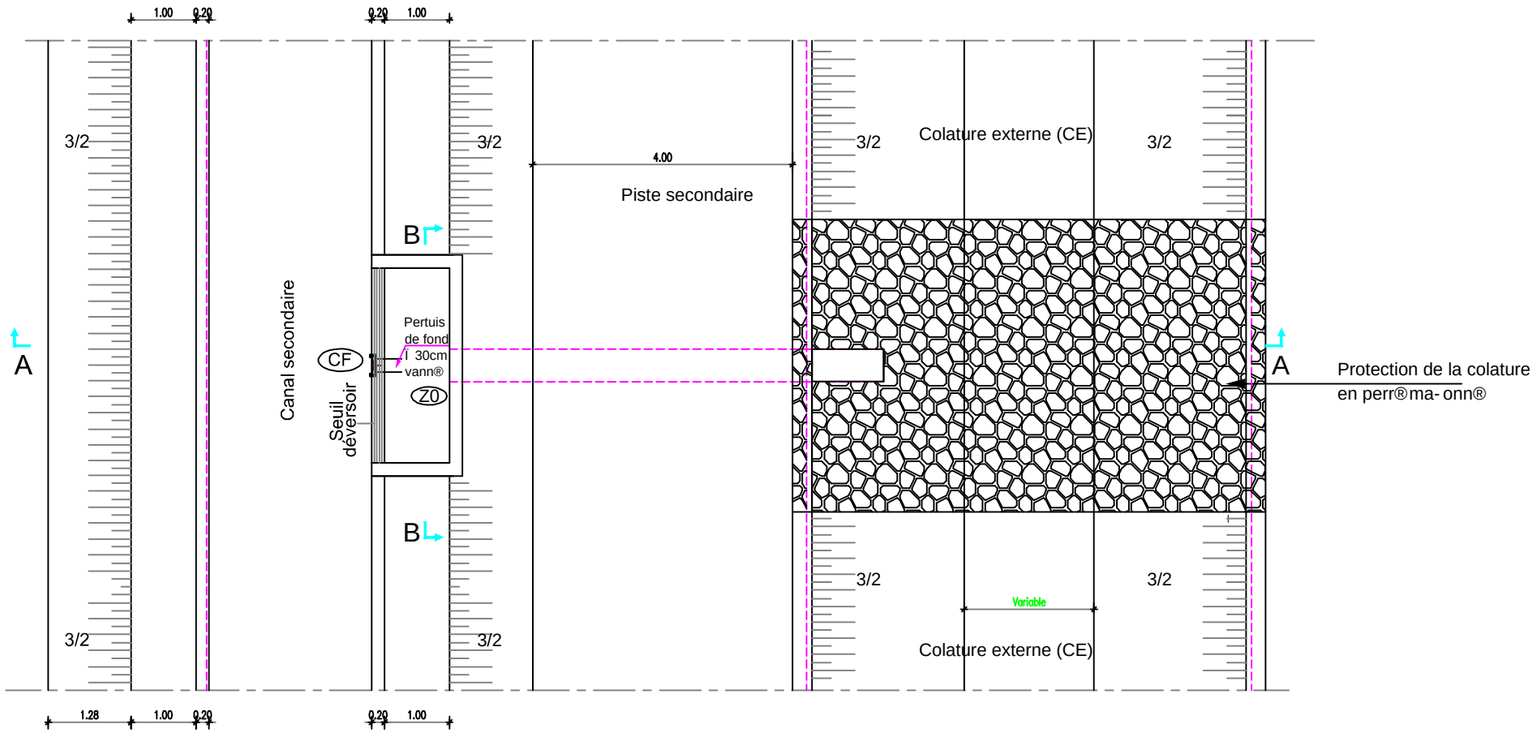




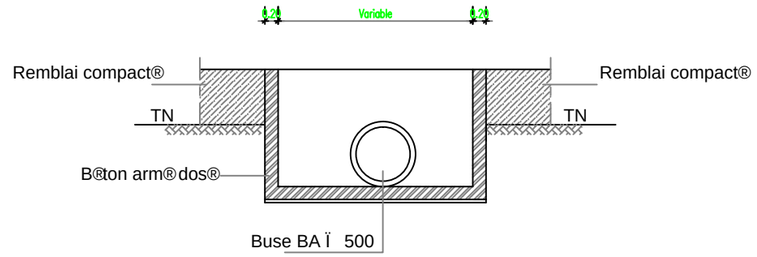
INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	OPTION D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE PONT CANAL	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/100 Plan N° : 6	MEMOIRE PRESENTE PAR: OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

DEVERSOIR DE SECURITE LATERALE EN FIN DE CANAL SECONDAIRE

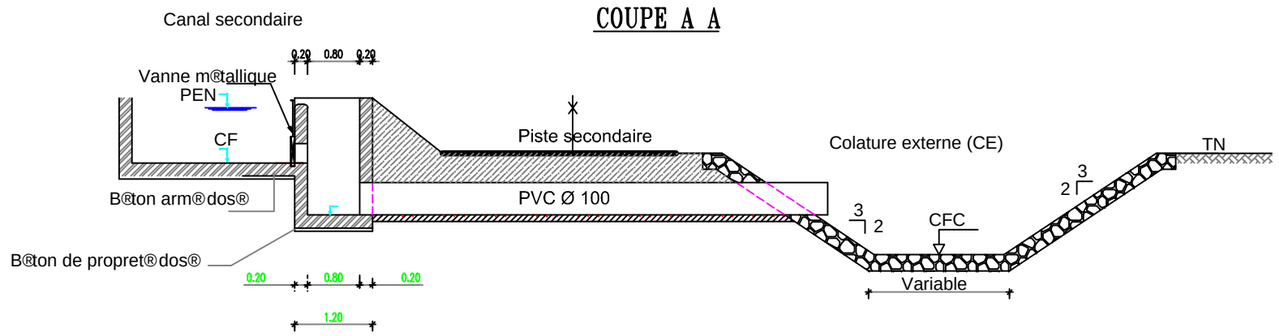
VUE EN PLAN



COUPE B B

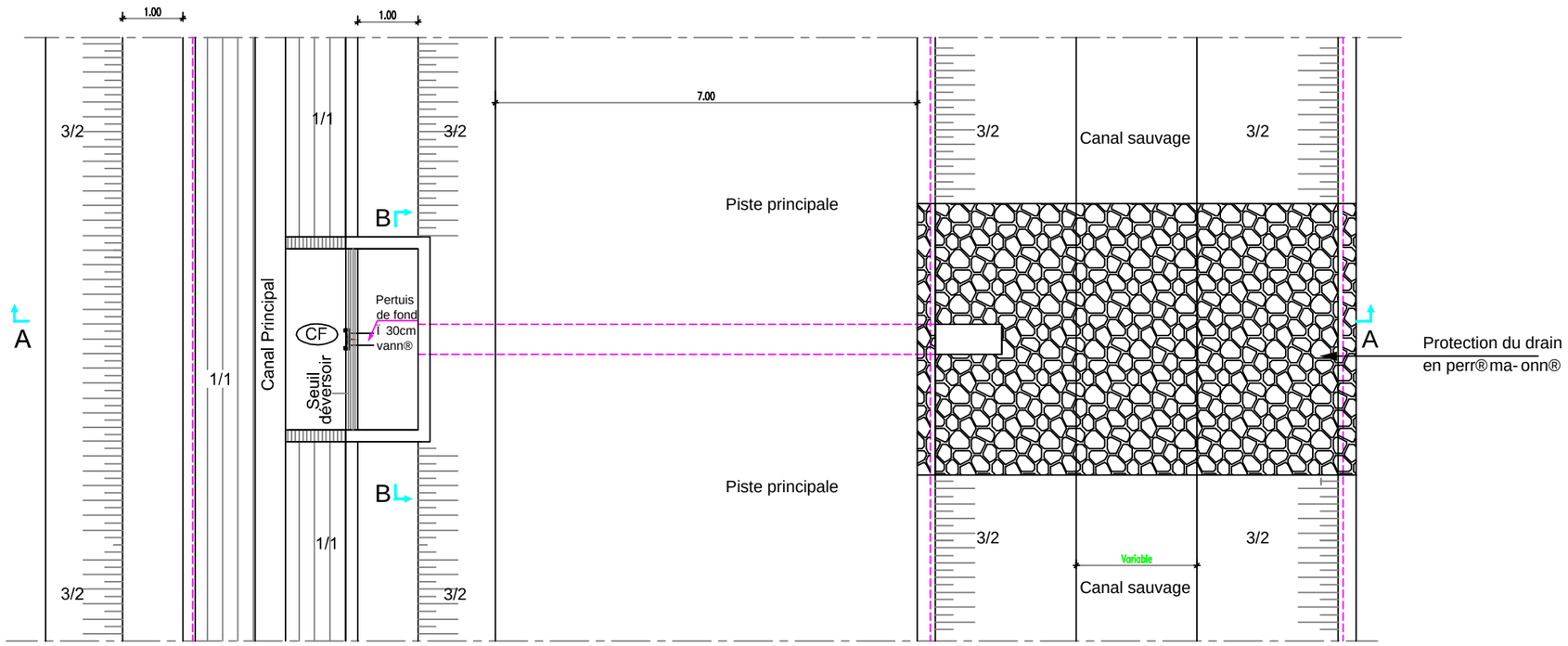


COUPE A A

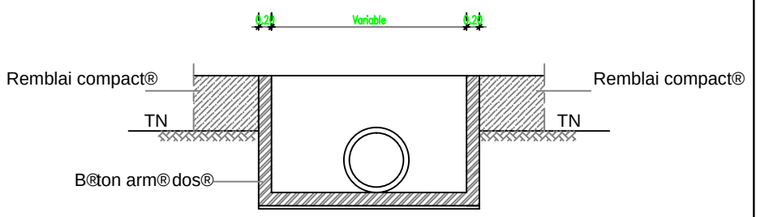


INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE SECURITE EN FIN DE CANAL SECONDAIRE	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/100 Plan N° : 7	MEMOIRE PRESENTE PAR : OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

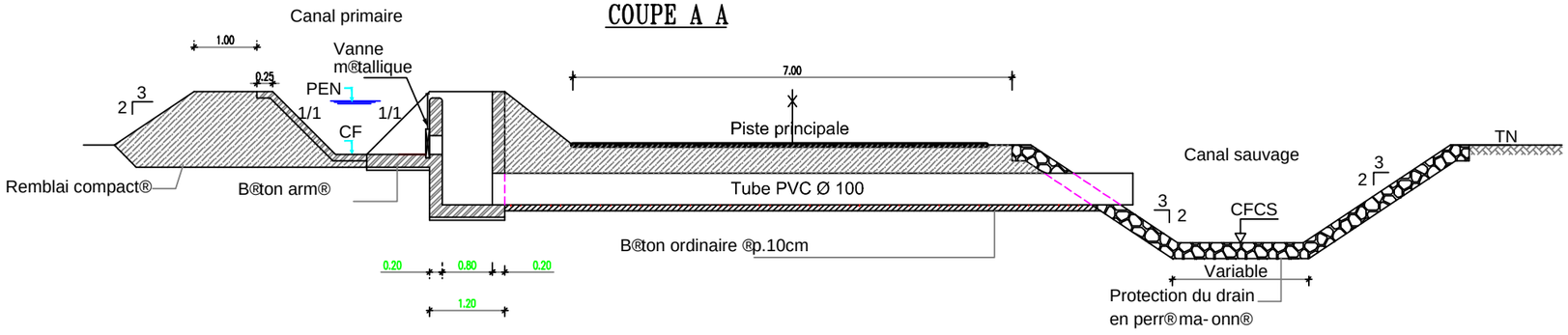
VUE EN PLAN



COUPE B B

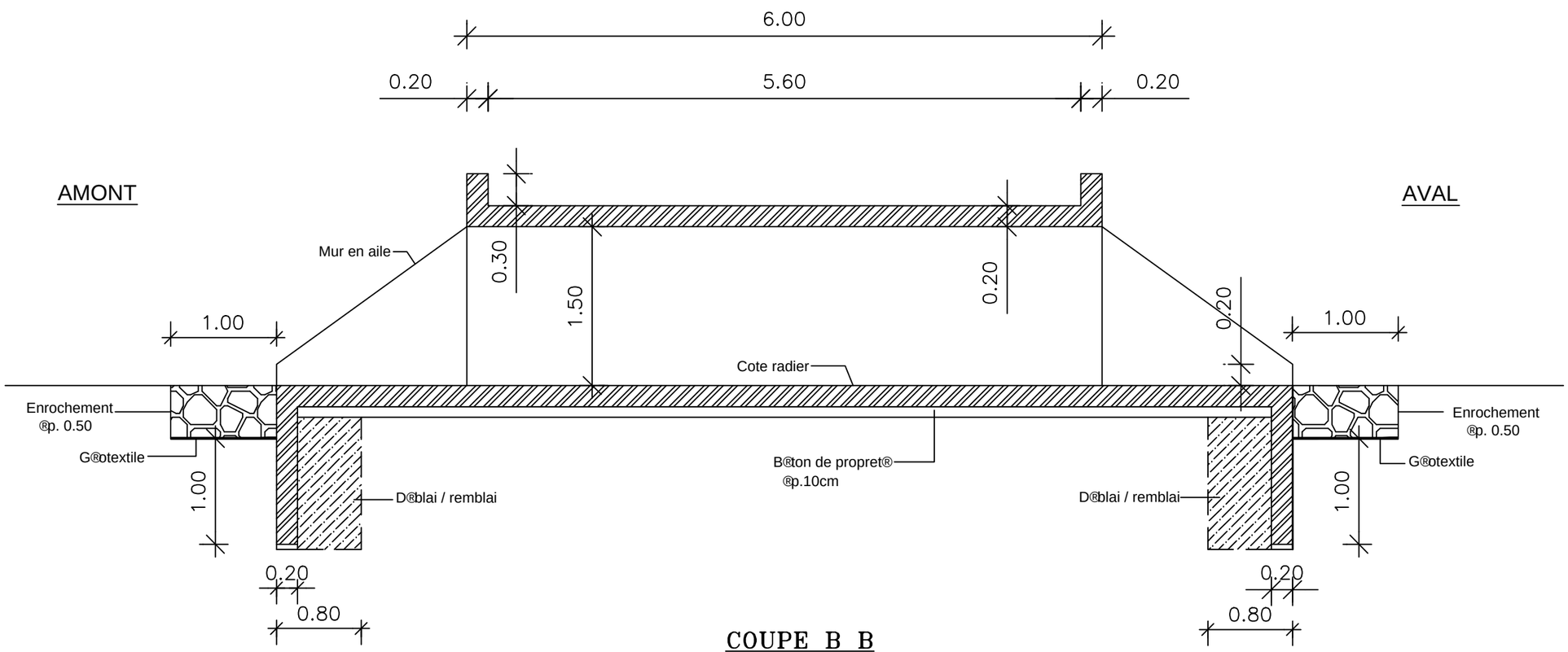


COUPE A A

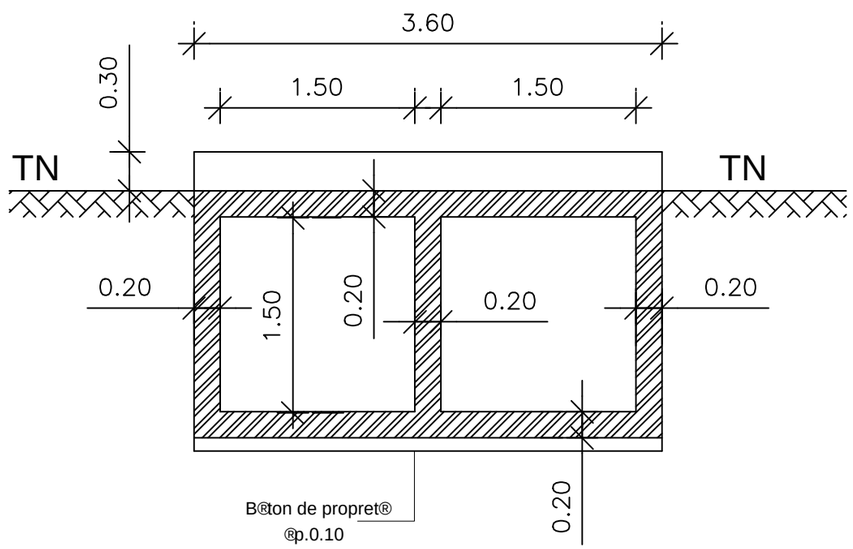


INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE SECURITE EN FIN DE CANAL PRIMAIRE	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/100 Plan N° : 8	MEMOIRE PRESENTE PAR : OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

COUPE A A

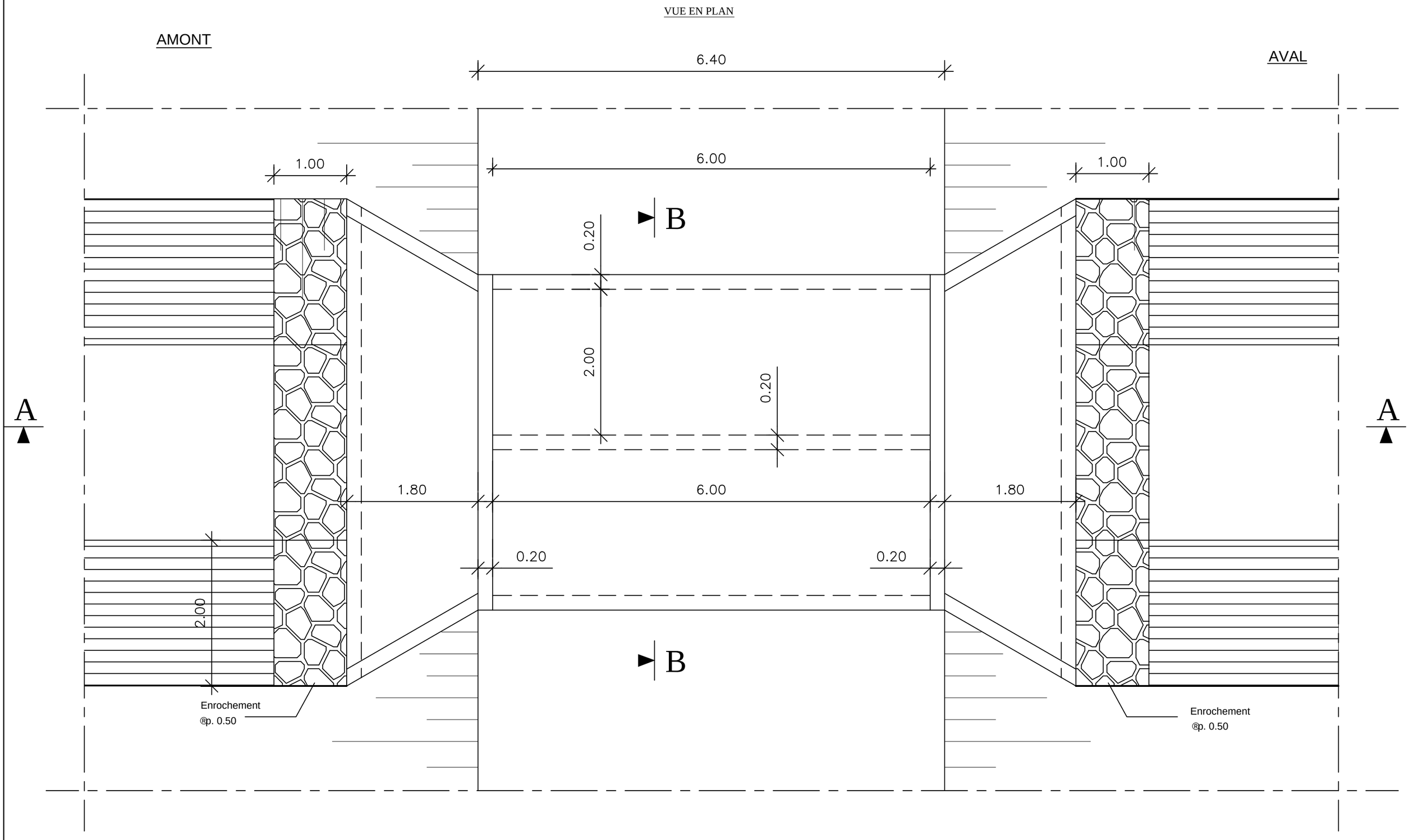


COUPE B B

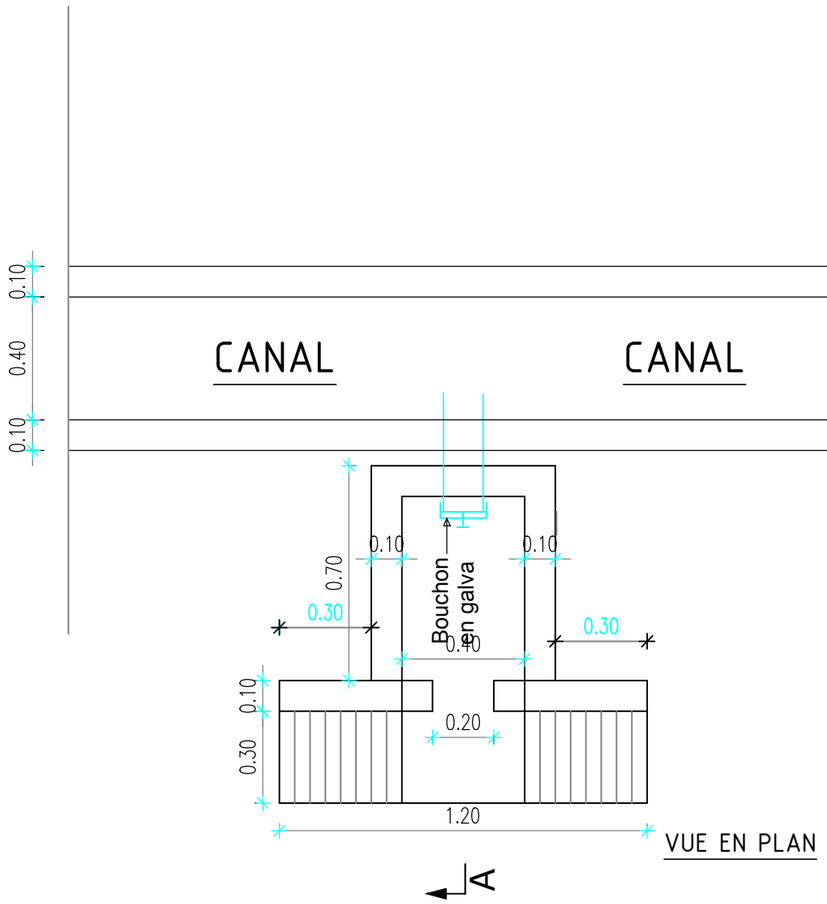


INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT SUR CANAUX TYPE DALOT DOUBLE 1.50 X 1.50 (COUPES)	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/50 Plan N° : 9	MEMOIRE PRESENTE PAR : OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

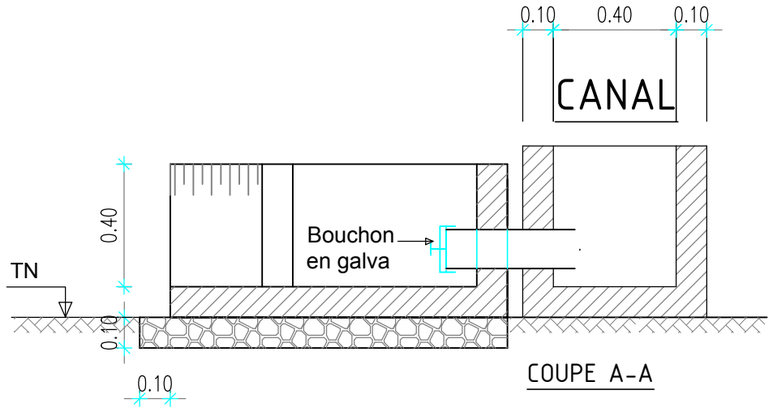
VUE EN PLAN



INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT SUR CANAUX TYPE DALOT DOUBLE 1.50 X 1.50 (VUE EN PLAN)	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/50 Plan N° : 10	MEMOIRE PRESENTE PAR : OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH



VUE EN PLAN

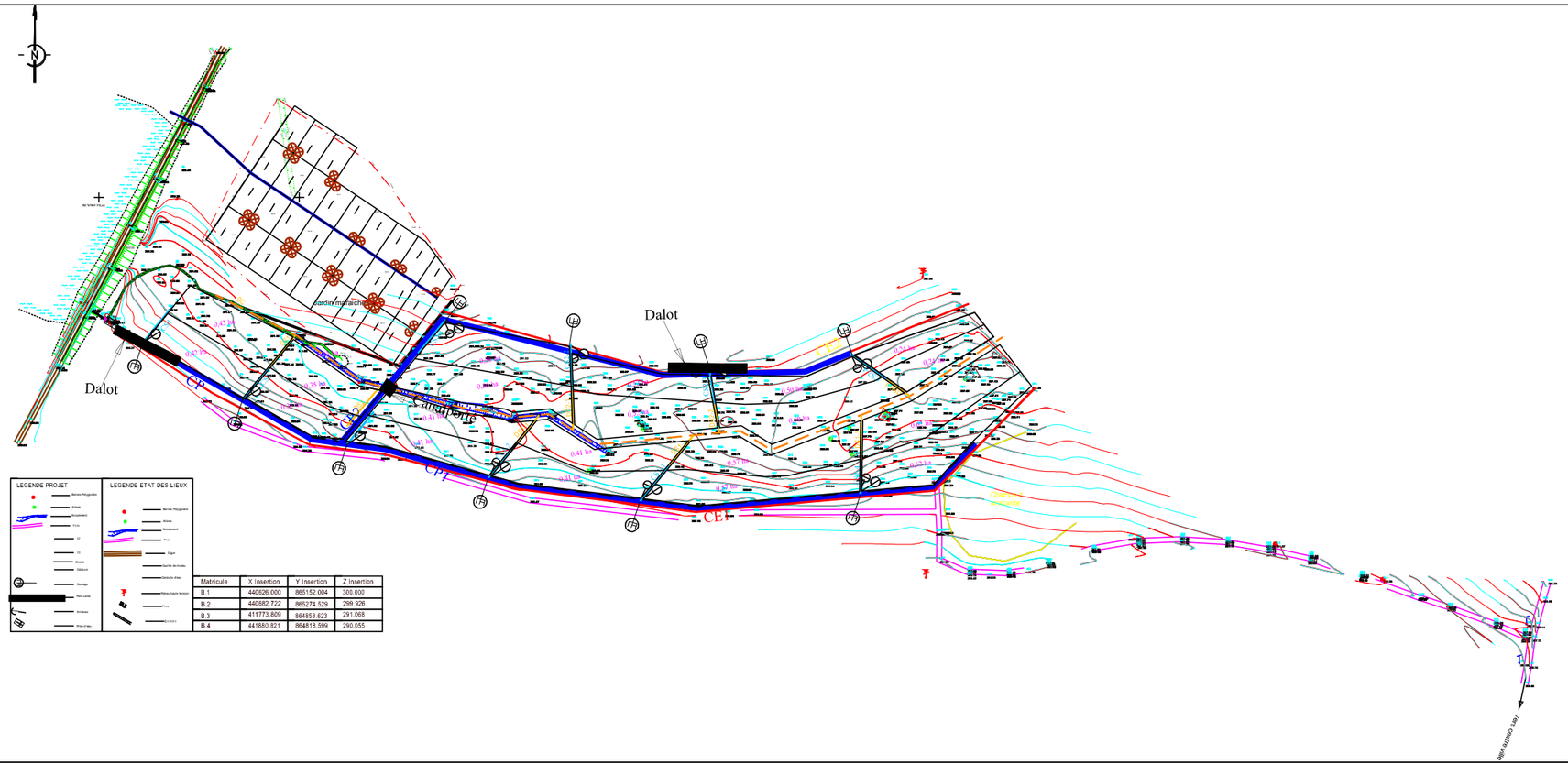


COUPE A-A

PRISE SIMPLE

INSTITUT INTERNATIONAL DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT	AMENAGEMENT DE PERIMETRES RIZICOLES DANS LA REGION DE GONTOUGO	OUVRAGE DE PRISE PARCELLAIRE	Date : SEPT2016 Échelle . : 1/25 Plan N° : 11	MEMOIRE PRESENTE PAR: OUEDREOGO Bene Jean Baptise De La Salle 2010-0401/M2-IRH

ANNEXE 8 : Profil en long des canaux



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.921	864818.599	290.055

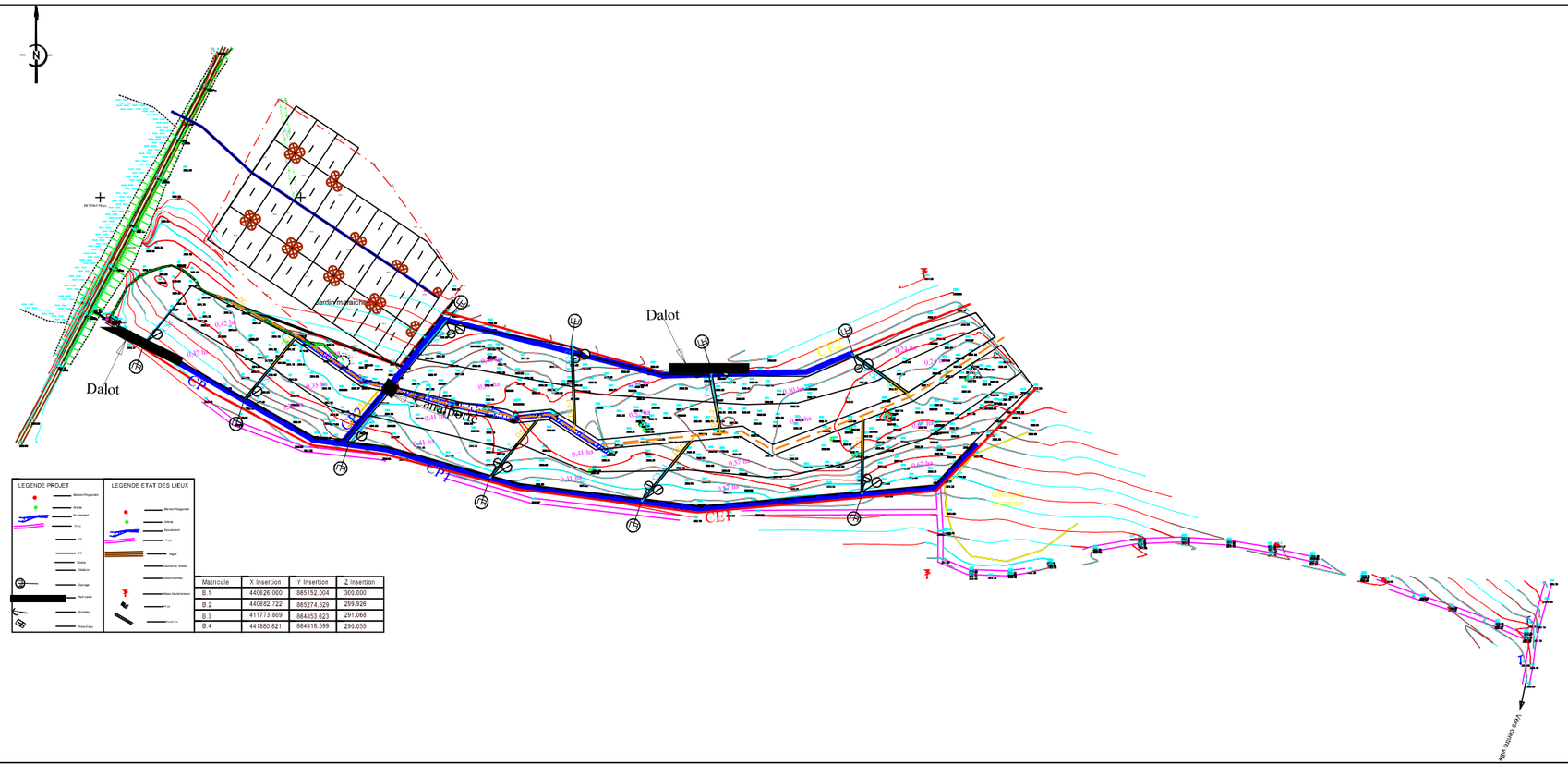
Axe : Axe CP

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 289.00

		-0.59		-0.61		-0.61		-0.61		-0.61		-0.62		-0.69		-0.81	-0.83		-0.98		-1.26
Terrain	Z	294.65		294.59		294.52		294.38		294.23		294.10		294.02		294.00	293.98		294.02		294.15
	D	20.00	10.85	30.85	9.15	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	145.66	14.34	160.00	20.00	180.00
Projet	Z	294.06		293.98		293.91		293.77		293.62		293.48		293.33		293.19	293.15		293.04		292.90
	D	20.00	10.85	30.85	9.15	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	145.66	14.34	160.00	20.00	180.00
Numéro de tabulation		P 2		P 3		P 4		P 5		P 6		P 7		P 8		P 9	P 10		P 11		P 12
Distances partielles			10.85		9.15		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		5.66	14.34		20.00	
Distances cumulées		20		31		40		60		80		100		120		140	146		160		180
Pentes et rampes																					
Alignts. et courbes												L = 225.36									

Mensura Genius

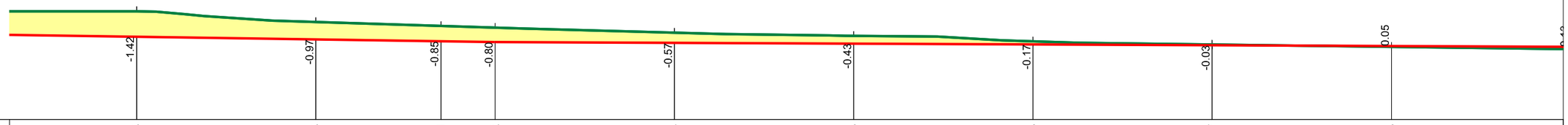


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.060	865152.004	300.000
B.2	440632.732	865274.529	299.926
B.3	411773.869	864853.823	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP

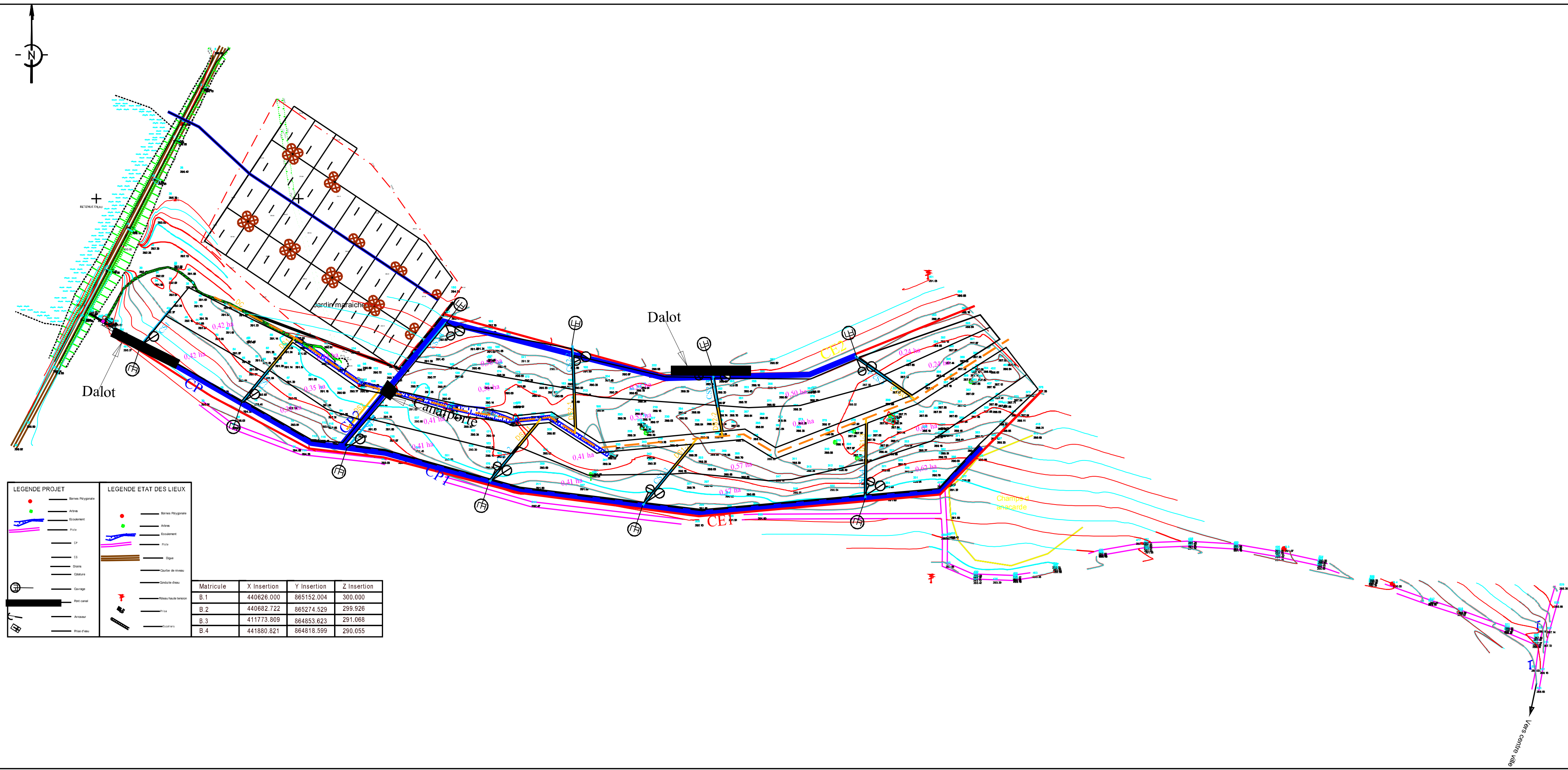
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 288.00



Terrain	Z	294.03		293.43		293.21	293.12		292.84		292.66		292.35		292.17		292.05		
	D	20.00	220.00	20.00	240.00	13.95	253.95	6.05	260.00	20.00	280.00	20.00	300.00	20.00	320.00	20.00	340.00	20.00	360.00	20.00
Projet	Z	292.61		292.46		292.36	292.32		292.27		292.23		292.19		292.14		292.10		
	D	20.00	220.00	20.00	240.00	13.95	253.95	6.05	260.00	20.00	280.00	20.00	300.00	20.00	320.00	20.00	340.00	20.00	360.00	20.00
Numéro de tabulation			P 14		P 15		P 16		P 17		P 18		P 19		P 20		P 21		P 22	
Distances partielles		20.00		20.00		13.95		6.05		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00
Distances cumulées			220		240		254		260		280		300		320		340		360	
Pentes et rampes								P = 0.72%												
									L = 654.55											
Alignts. et courbes									L = 73.68										L = 137.76	

Mensura Genius

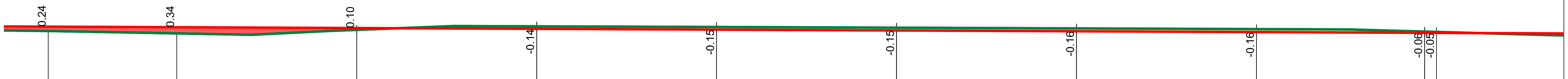


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP

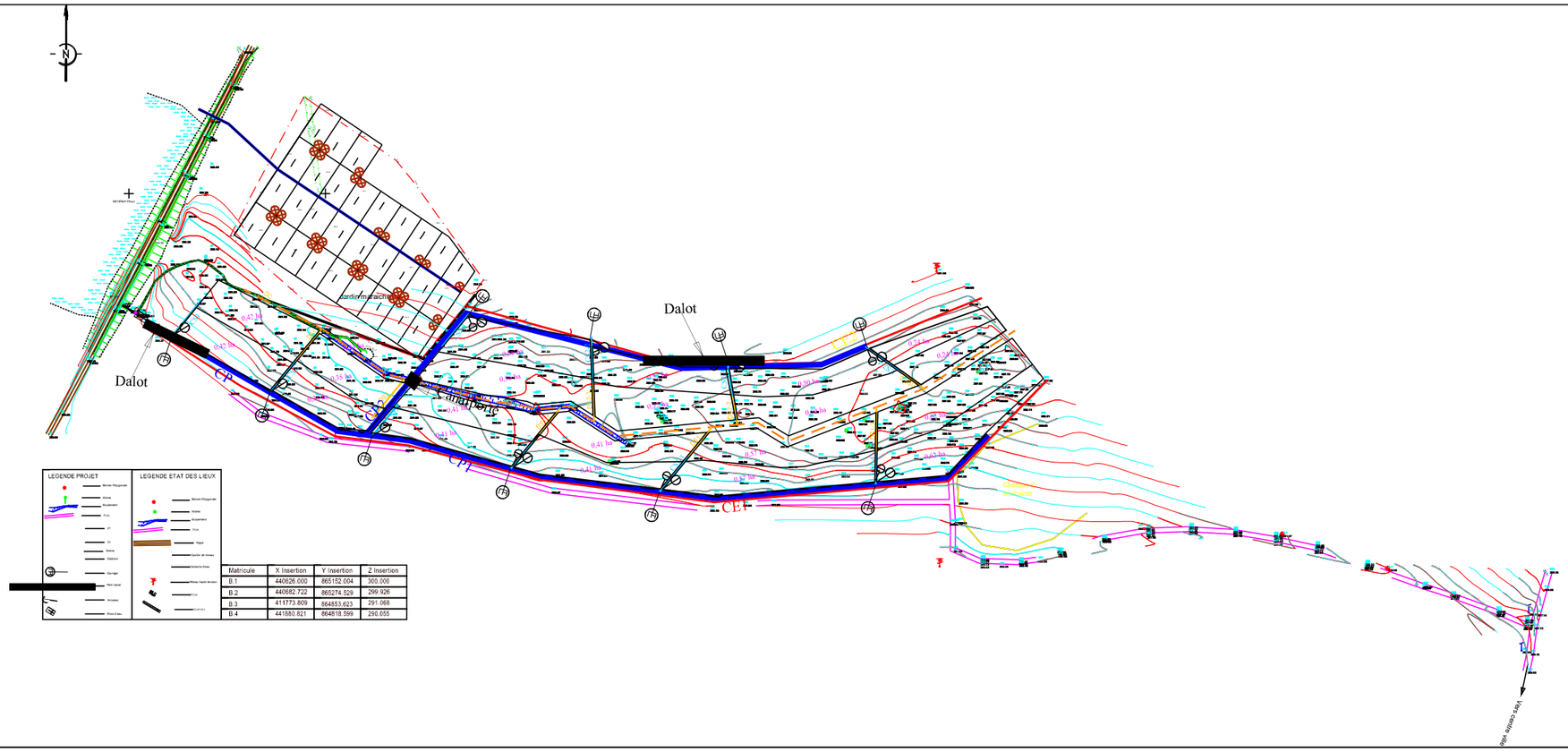
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 289.00



Terrain	Z	291.75	291.62	291.81	292.01	291.97	291.93	291.89	291.85	291.71	291.70
	D	405.72	420.00	440.00	460.00	480.00	500.00	520.00	540.00	558.69	560.00
Projet	Z	291.99	291.96	291.92	291.87	291.83	291.78	291.74	291.69	291.65	291.65
	D	405.72	420.00	440.00	460.00	480.00	500.00	520.00	540.00	558.69	560.00
Numéro de tabulation		P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34
Distances partielles		72	14.28	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.69	20.00
Distances cumulées		406	420	440	460	480	500	520	540	559	560
Pentes et rampes											
Aligngts. et courbes		L = 181.94									

Mensura Genius

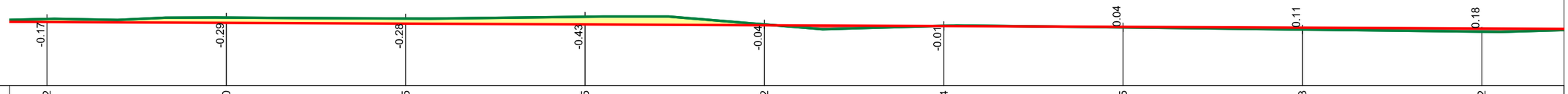


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441680.821	864618.599	290.055

Axe : Axe CP

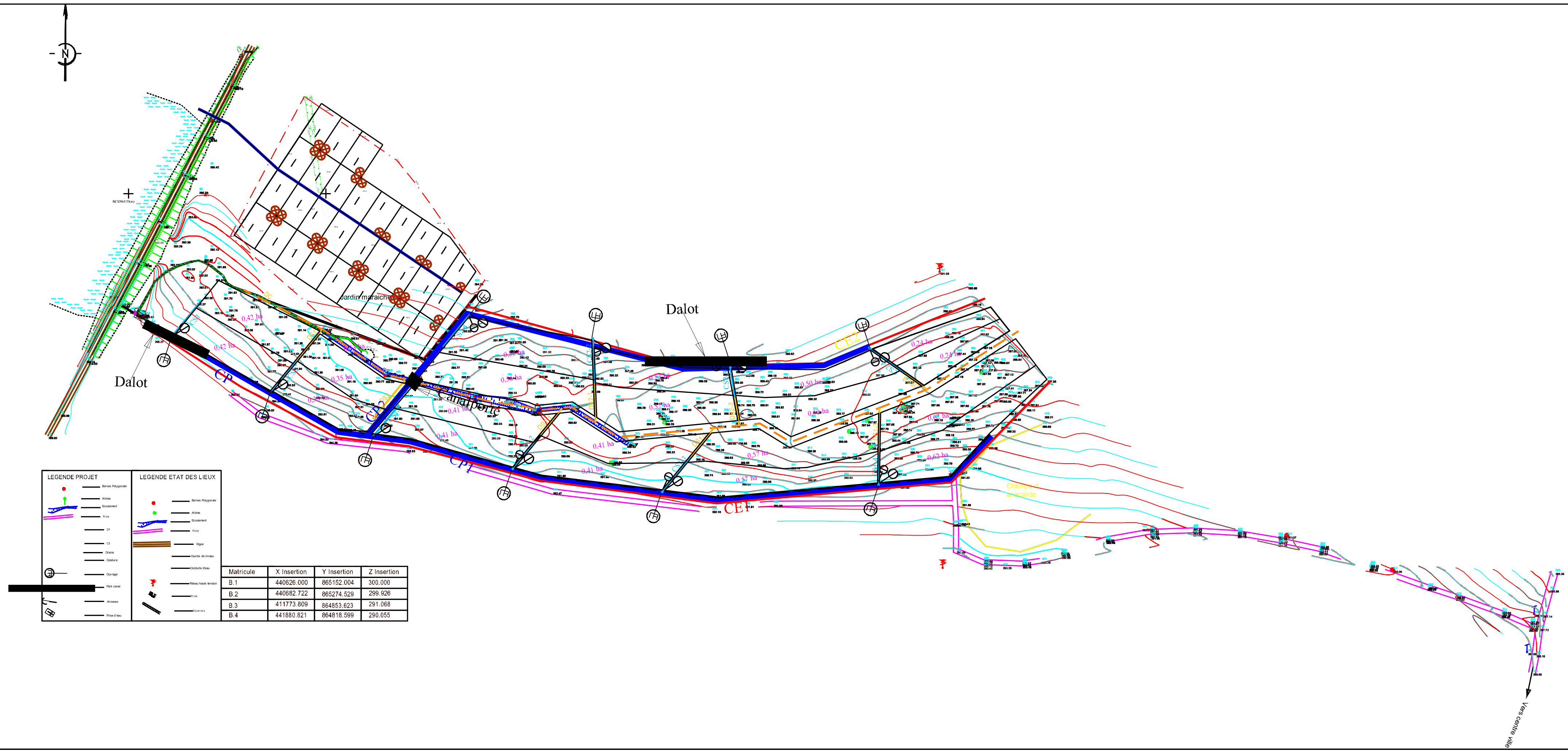
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 288.00



Terrain	Z	291.72		291.80		291.75		291.85		291.42		291.34		291.25		291.13		291.02		
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	20.00	700.00	20.00	720.00	20.00	740.00	20.00	760.00		
Projet	Z	291.56		291.51		291.47		291.42		291.38		291.33		291.29		291.24		291.20		
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	20.00	700.00	20.00	720.00	20.00	740.00	20.00	760.00		
Numéro de tabulation		P 36		P 37		P 38		P 39		P 40		P 41		P 42		P 43		P 44		
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00			
Distances cumulées		600		620		640		660		680		700		720		740		760		
Pentes et rampes																				
Alignts. et courbes																L = 235.78				

Mensura Genius

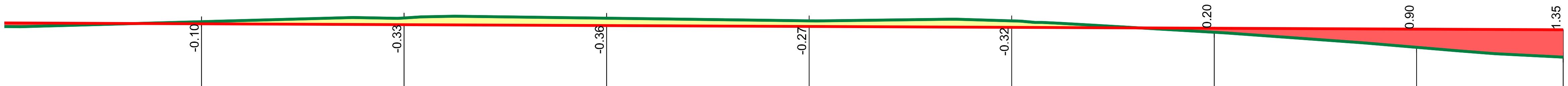


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP

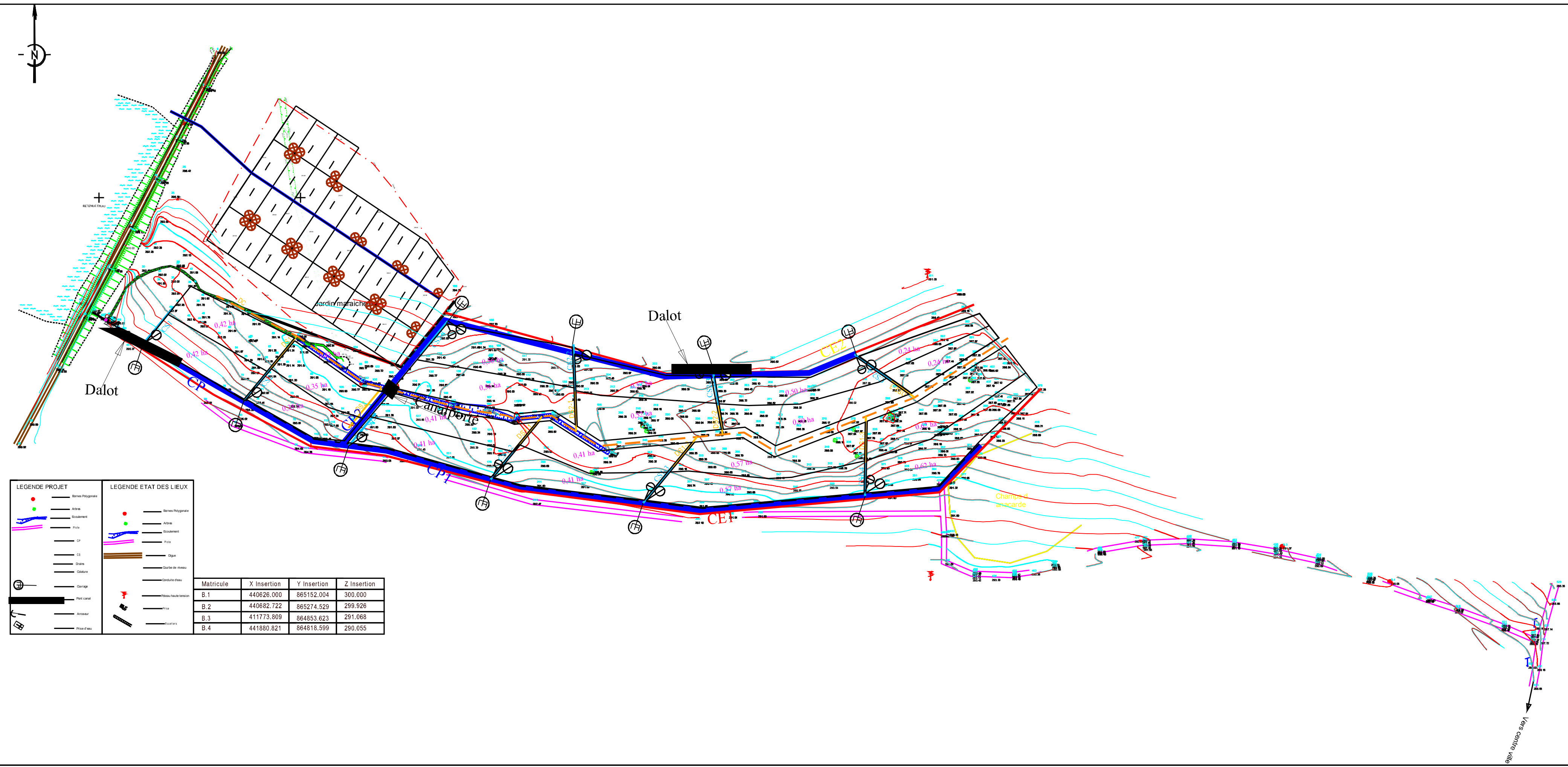
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 288.00



Terrain	Z		291.25		291.43		291.42		291.29		291.30		290.73		289.98		289.50
	D	20.00	780.00	20.00	800.00	20.00	820.00	20.00	840.00	20.00	860.00	20.00	880.00	20.00	900.00	14.47	914.47
Projet	Z		291.15		291.11		291.06		291.02		290.97		290.93		290.88		290.85
	D	20.00	780.00	20.00	800.00	20.00	820.00	20.00	840.00	20.00	860.00	20.00	880.00	20.00	900.00	14.47	914.47
Numéro de tabulation			P 45		P 47		P 48		P 49		P 50		P 51		P 52		P 53
Distances partielles		20.00		19.58		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		14.47	
Distances cumulées			780		800		820		840		860		880		900		914
Pentes et rampes		P = 0.22%															
Aligns. et courbes		L = 59.96															

Mensura Genius

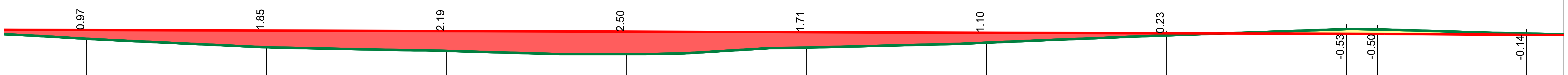


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP 2

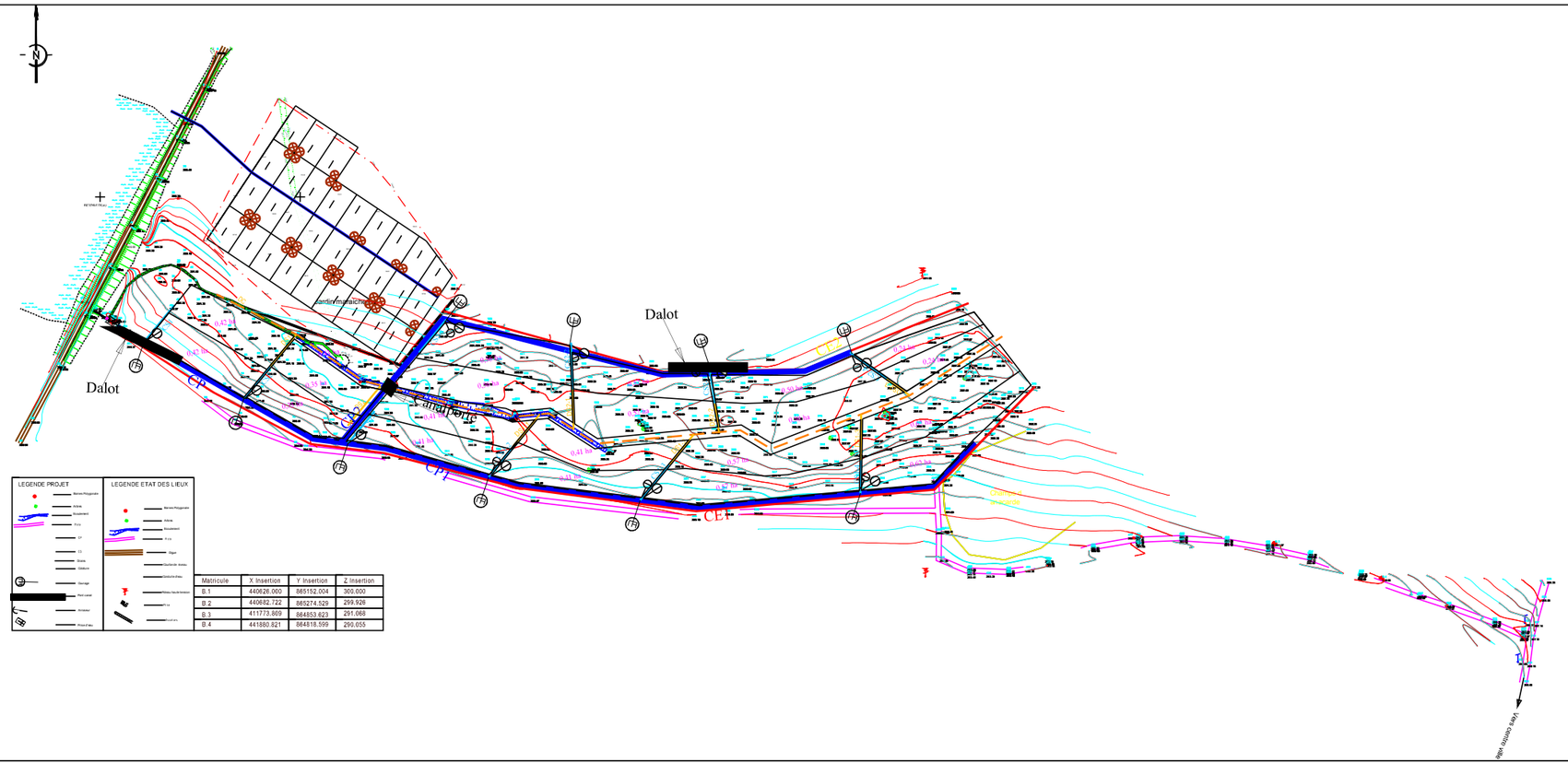
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/500

Plan Comp : 288.00



Terrain	Z	292.18	291.24	290.84	290.47	291.19	291.74	292.56	293.25	293.22	292.75
	D	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	163.46	180.00
	D (partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	3.46	16.54	
Projet	Z	293.15	293.09	293.03	292.97	292.91	292.85	292.78	292.72	292.71	292.62
	D	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	163.46	180.00
	D (partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	3.46	16.54	
Numéro de tabulation		P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11
Distances partielles		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	3.46	16.54	
Distances cumulées		20	40	60	80	100	120	140	160	163	180
Pentes et rampes									P = 0.31%	L = 125.88	
Alignts. et courbes					L = 160.43						

Mensura Genius

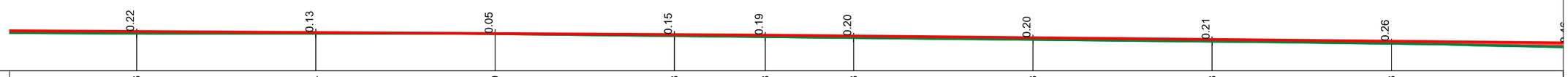


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.060	865152.004	300.000
B.2	440632.732	865274.529	299.926
B.3	411773.869	864853.823	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP 2

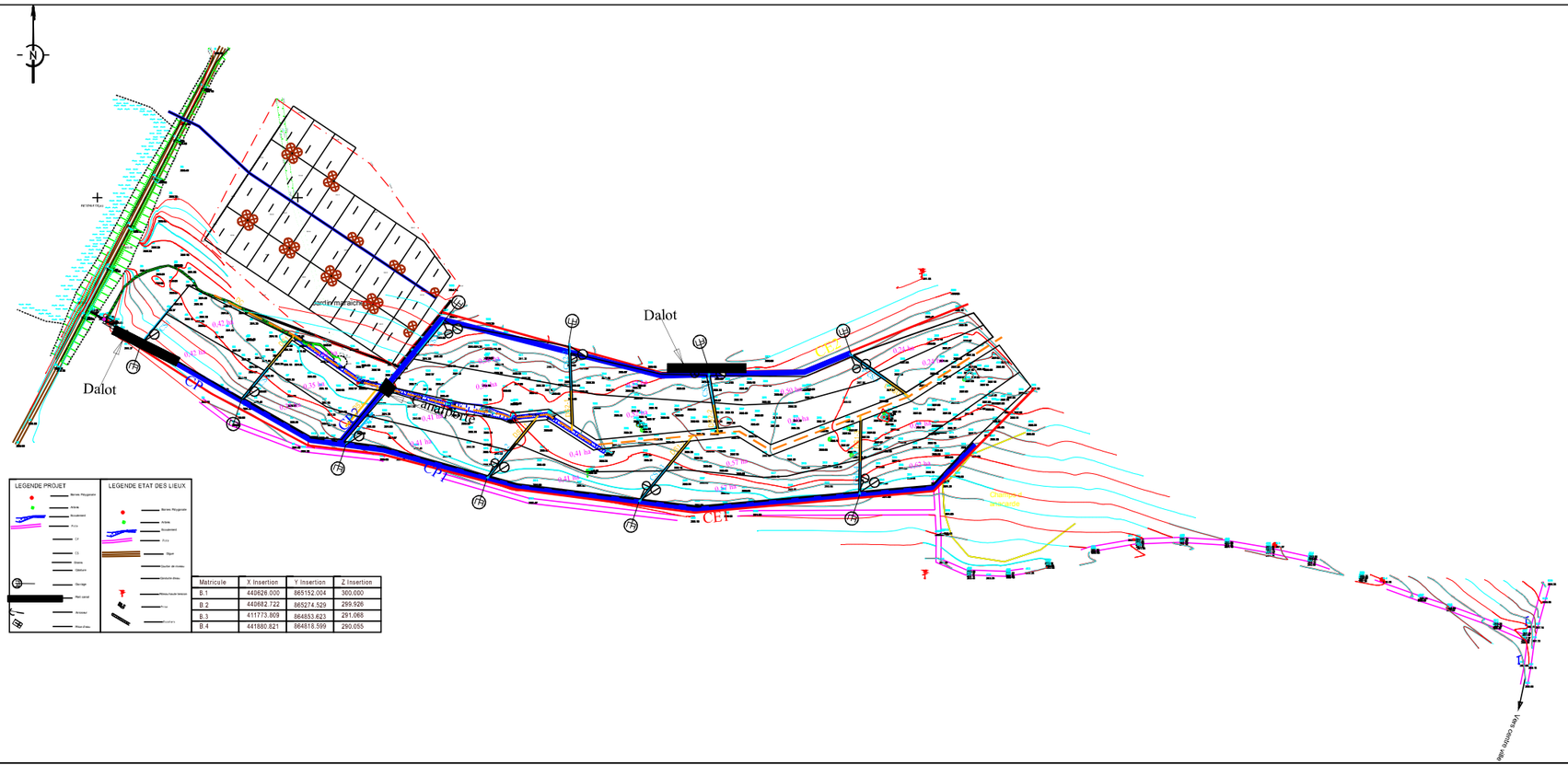
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/500

Plan Comp : 288.00



Terrain	Z	292.16		292.14		292.09		291.88		291.78	291.68		291.48		291.28		291.03		
	D	20.00	220.00	20.00	240.00	20.00	260.00	20.00	280.00	10.14	290.14	9.86	300.00	20.00	320.00	20.00	340.00	20.00	360.00	20.00
Projet	Z	292.38		292.26		292.15		292.03		291.97	291.87		291.68		291.48		291.29		
	D	20.00	220.00	20.00	240.00	20.00	260.00	20.00	280.00	10.14	290.14	9.86	300.00	20.00	320.00	20.00	340.00	20.00	360.00	20.00
Numéro de tabulation			P 13		P 14		P 15		P 16		P 17		P 18		P 19		P 20		P 21	
Distances partielles		20.00		20.00		20.00		20.00		10.14		9.86		20.00		20.00		20.00		20.00
Distances cumulées			220		240		260		280		290		300		320		340		360	
Pentes et rampes											P = 0.59%									
Alignts. et courbes										L = 226.54	L = 287.91									

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.800	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CP 2

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/500

Plan Comp : 286.00

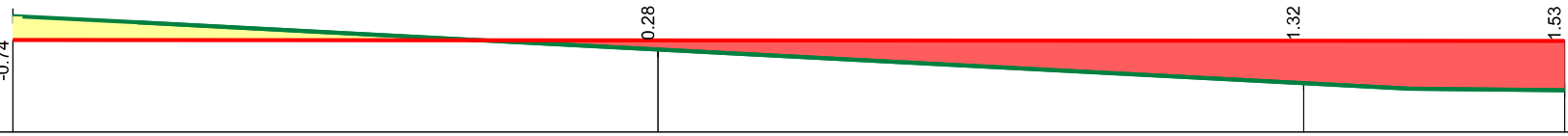
		0.48		0.38		0.32		0.31		0.32		0.29		0.12		0.24		0.27		0.12		
Terrain	Z	290.43		290.32		290.29		290.20		290.00		289.84		289.81		289.50		289.27		289.23		
	D	400.00	20.00	420.00	9.51	429.51	10.49	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	15.59	
Projet	Z	290.90		290.71		290.61		290.51		290.32		290.12		289.93		289.74		289.54		289.35		
	D	400.00	20.00	420.00	9.51	429.51	10.49	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	15.59	
Numéro de tabulation		P 23		P 24		P 25		P 26		P 27		P 28		P 29		P 30		P 31		P 32		
Distances partielles			20.00		9.51		10.49		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		15.59	
Distances cumulées		400		420		430		440		460		480		500		520		540		560		
Pentes et rampes																						
Alignts. et courbes									L = 145.82										L = 44.13			

Mensura Genius

Axe : Axe CS 1

Echelle X : 1/226
Echelle Z : 1/226

Plan Comp : 291.00



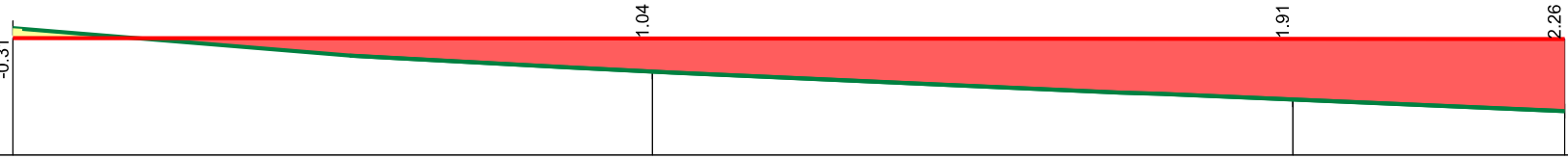
Terrain	Z	294.59	293.56	292.51	292.29
	D	0.00	20.00	40.00	48.09
		20.00	20.00	8.09	
Projet	Z	293.85	293.84	293.83	293.83
	D	0.00	20.00	40.00	48.09
		20.00	20.00	8.09	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	8.09	
Distances cumulées		0	20	40	48
Pentes et rampes		L = 48.09	L = 48.09	P = 0.05%	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe CS 2

Echelle X : 1/228
Echelle Z : 1/228

Plan Comp : 290.00



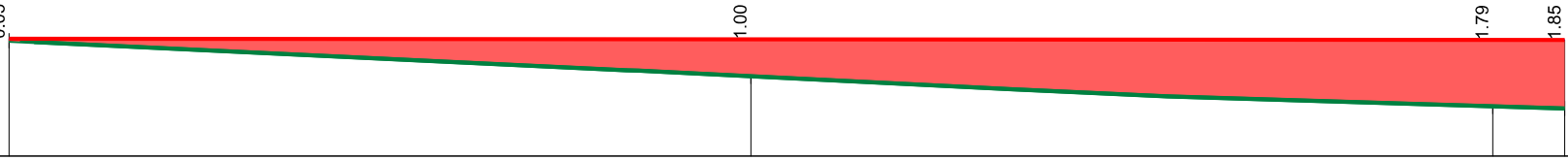
Terrain	Z	293.97	292.61	291.73	291.37
	D	0.00	20.00	40.00	48.50
		20.00	20.00	8.50	
Projet	Z	293.66	293.65	293.64	293.63
	D	0.00	20.00	40.00	48.50
		20.00	20.00	8.50	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	8.50
Distances cumulées		0	20	40	48
Pentes et rampes		L = 48.50	L = 48.50	P = 0.05%	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe CS 1 1

Echelle X : 1/197
Echelle Z : 1/197

Plan Comp : 290.00



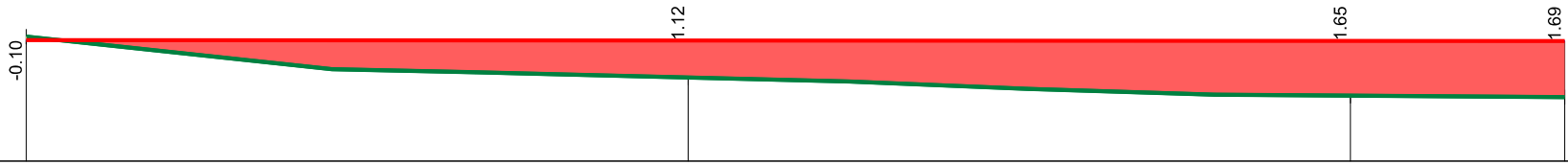
Terrain	293.11	292.15	291.34	291.28
Projet	293.16	293.15	293.13	293.13
Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	1.94
Distances cumulées	0	20	40	42
Pentes et rampes		L = 41.94	L = 41.94	P = 0.07%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

Axe : Axe CS 1 2

Echelle X : 1/219
Echelle Z : 1/219

Plan Comp : 288.00



Terrain	291.75	290.52	289.98	289.93
Projet	291.65	291.64	291.63	291.63
Numéro de tabulation	P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	6.48
Distances cumulées	0	20	40	46
Pentes et rampes		L = 46.48	L = 46.48	P = 0.05%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

Axe : Axe CS 1 3

Echelle X : 1/257
Echelle Z : 1/257

Plan Comp : 288.00

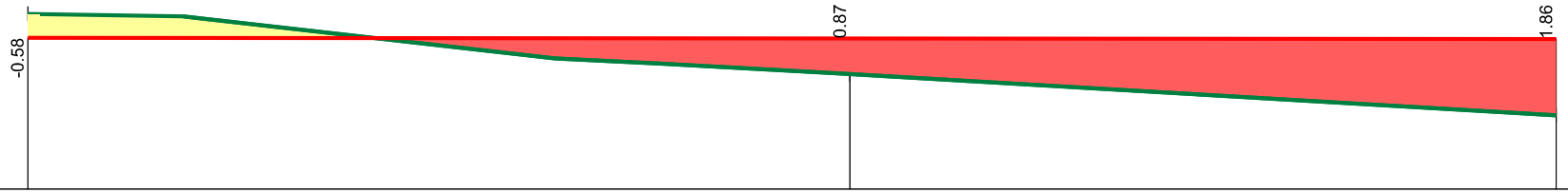
Terrain	Z	291.71	291.01	290.52	289.91
	D	0.00	20.00	40.00	54.51
		20.00	20.00	14.51	
Projet	Z	291.46	291.45	291.44	291.43
	D	0.00	20.00	40.00	54.51
		20.00	20.00	14.51	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	14.51	
Distances cumulées		0	20	40	55
Pentes et rampes		L = 54.51		P = 0.06%	
Alignts. et courbes			L = 54.51		

Mensura Genius

Axe : Axe CS 1 4

Echelle X : 1/175
Echelle Z : 1/175

Plan Comp : 287.00



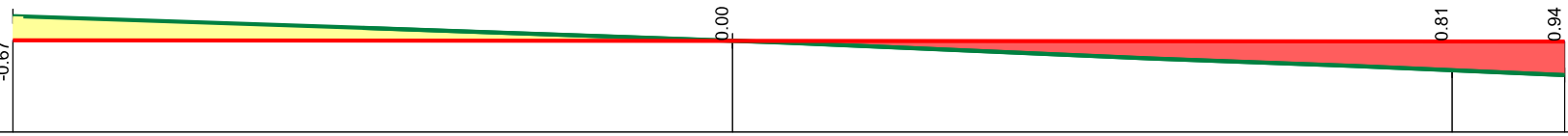
Terrain	Z	291.26	289.80	288.79
	D	0.00	20.00	37.18
		20.00	17.18	
Projet	Z	290.68	290.66	290.65
	D	0.00	20.00	37.18
		20.00	17.18	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3
Distances partielles		20.00	17.18	
Distances cumulées		0	20	37
Pentes et rampes		L = 37.18	L = 37.18	P = 0.08%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

Axe : Axe CS 2 1

Echelle X : 1/203
Echelle Z : 1/203

Plan Comp : 290.00



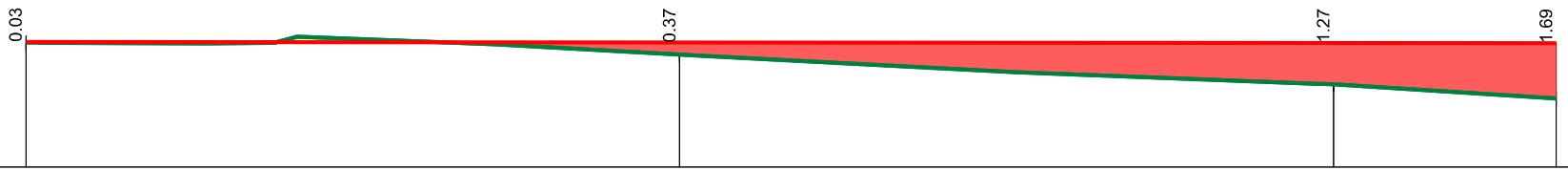
Terrain	Z	293.22	292.53	291.72	291.58
	D	0.00	20.00	40.00	43.13
		20.00		20.00	3.13
Projet	Z	292.55	292.54	292.52	292.52
	D	0.00	20.00	40.00	43.13
		20.00		20.00	3.13
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	3.13
Distances cumulées		0	20	40	43
Pentes et rampes		L = 43.13	L = 43.13	P = 0.07%	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe CS 2 2

Echelle X : 1/220
Echelle Z : 1/220

Plan Comp : 288.00



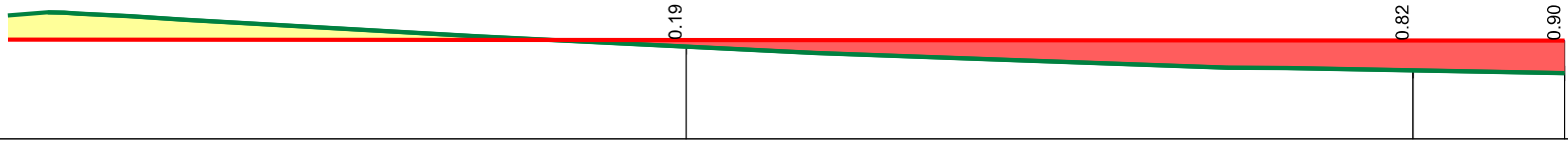
Terrain	Z	291.78	291.42	290.51	290.09
	D	0.00	20.00	40.00	46.81
		20.00	20.00	6.81	
Projet	Z	291.81	291.80	291.78	291.78
	D	0.00	20.00	40.00	46.81
		20.00	20.00	6.81	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	6.81	
Distances cumulées		0	20	40	47
Pentes et rampes		L = 46.81	L = 46.81	P = 0.06%	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe CS 2 3

Echelle X : 1/208
Echelle Z : 1/208

Plan Comp : 287.00



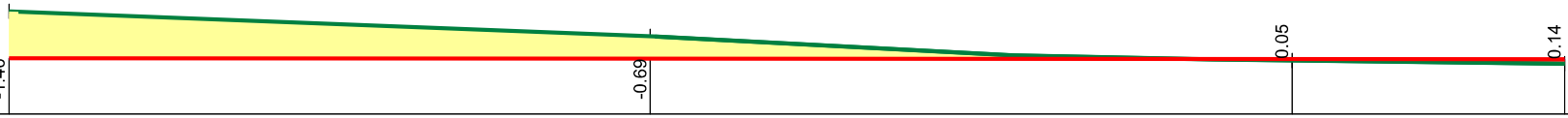
Terrain	Z	289.53		288.88	288.80
	D	20.00	20.00	40.00	44.18
					4.18
Projet	Z	289.72		289.70	289.70
	D	20.00	20.00	40.00	44.18
					4.18
Numéro de tabulation		P 2		P 3	P 4
Distances partielles			20.00		4.18
Distances cumulées		20		40	44
Pentes et rampes		L = 42.83			P = 0.07%
Alignts. et courbes			L = 44.18		

Mensura Genius

Axe : Axe CS 2 4

Echelle X : 1/228
Echelle Z : 1/228

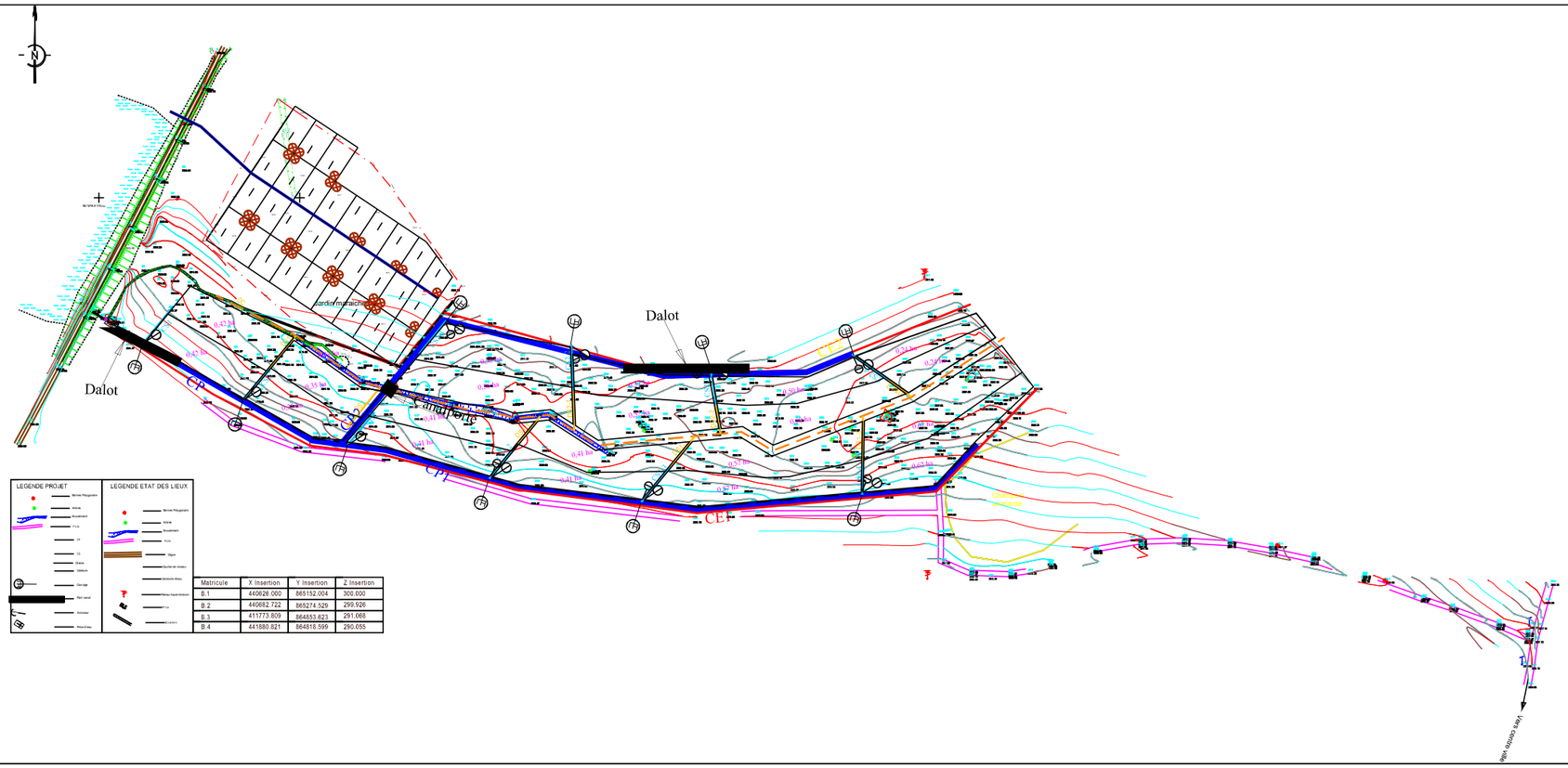
Plan Comp : 286.00



Terrain	Z	289.20	288.42	287.67	287.57
	D	0.00	20.00	40.00	48.50
		20.00	20.00	8.50	
Projet	Z	287.74	287.73	287.72	287.71
	D	0.00	20.00	40.00	48.50
		20.00	20.00	8.50	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles		20.00	20.00	8.50	
Distances cumulées		0	20	40	48
Pentes et rampes		L = 48.50	L = 48.50	P = 0.06%	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

ANNEXE 9 : Profil en long des drains



LEGENDE PROJET

LEGENDE ETAT DES LIEUX

Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	305.000
B.2	440082.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

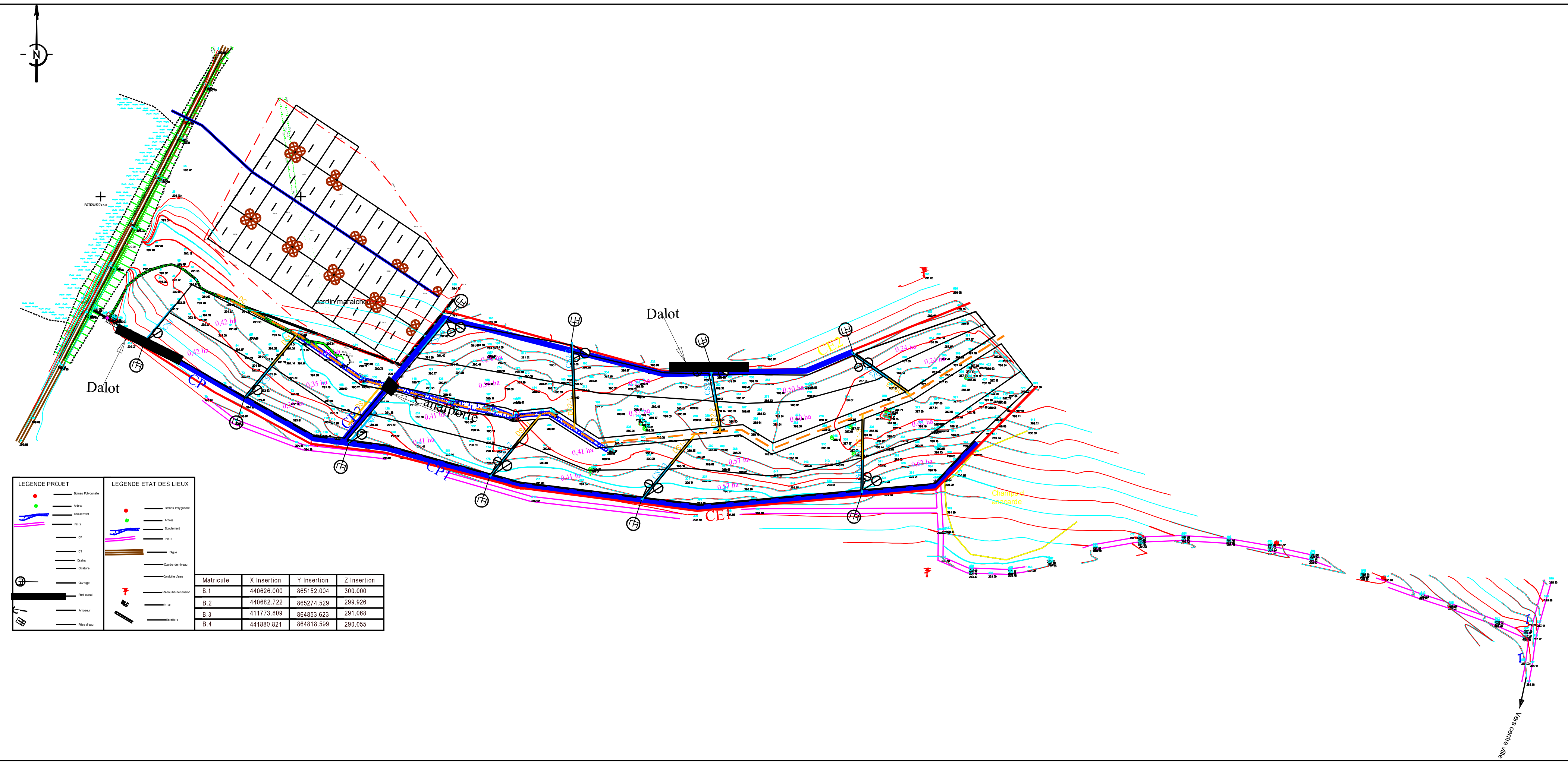
Axe : Axe DC

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 286.00

Terrain	Z	291.55		291.44		291.19		290.97		290.79	290.90		290.80		290.74		290.66		290.70			
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	8.76	88.76	100.00	11.24	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00			
Projet	Z	290.35		290.25		290.15		290.05		290.00	289.95		289.85		289.75		289.65		289.55			
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	8.76	88.76	100.00	11.24	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00			
Numéro de tabulation		P 2		P 3		P 4		P 5		P 6	P 7		P 8		P 9		P 10		P 11			
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		8.76			11.24		20.00		20.00		20.00				
Distances cumulées		20		40		60		80		89	100		120		140		160		180			
Pentes et rampes																						
Alignts. et courbes		L = 91.05										L = 78.06										

Mensura Genius

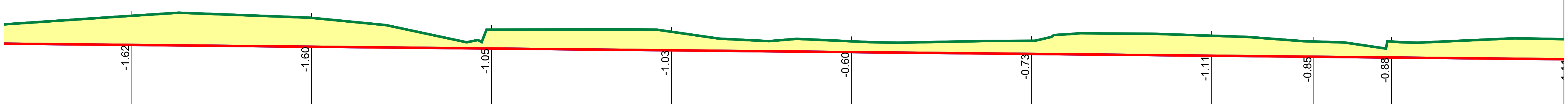


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe DC

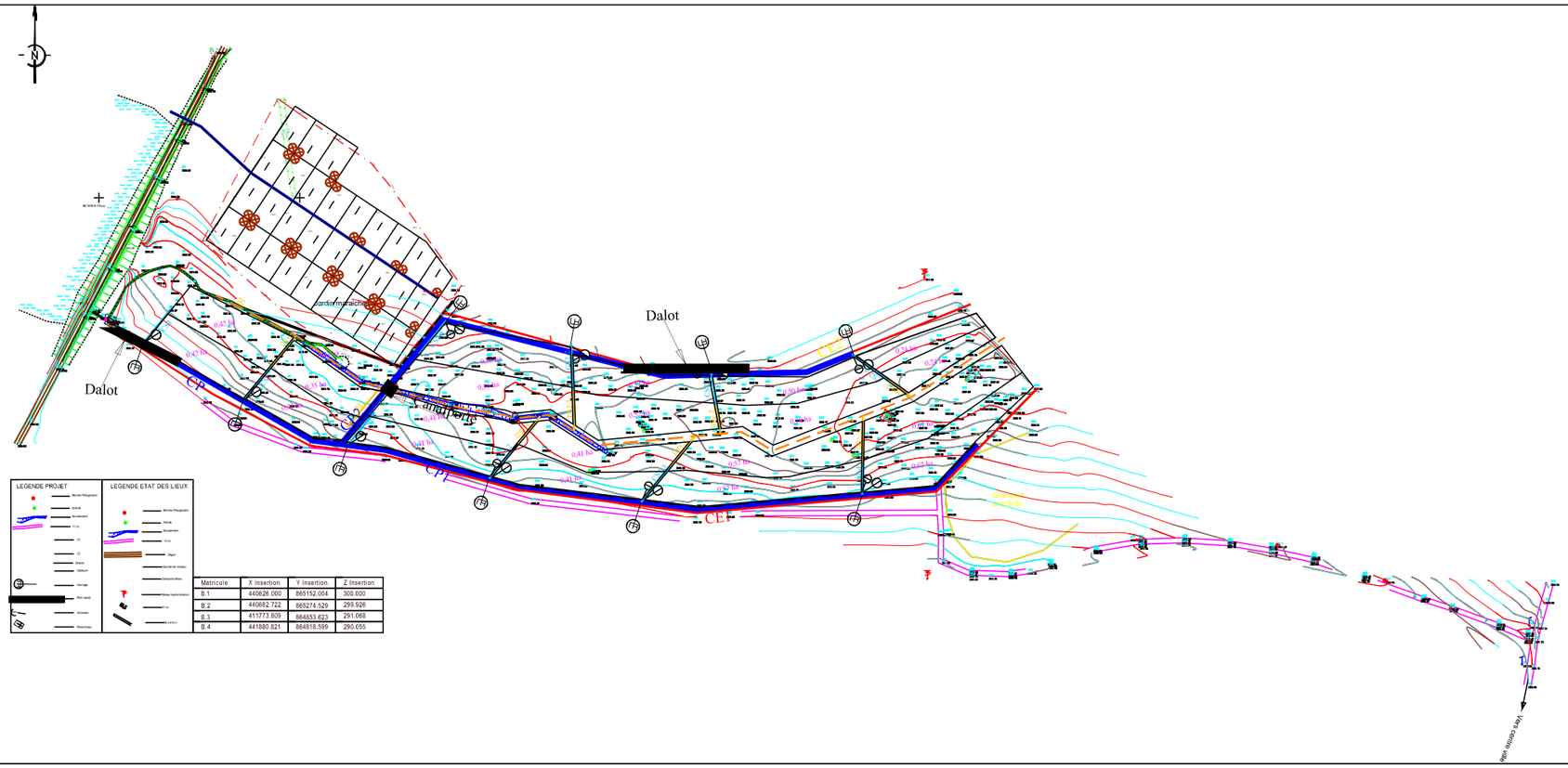
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 286.00



Terrain	Z	290.97	290.86	290.20	290.08	289.56	289.58	289.87	289.55	289.54	
	D	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	351.37	360.00	
	(partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	11.37	8.63	20.00
Projet	Z	289.35	289.25	289.15	289.05	288.96	288.86	288.76	288.70	288.66	
	D	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	351.37	360.00	
	(partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	11.37	8.63	20.00
Numéro de tabulation		P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	
Distances partielles		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	11.37	8.63	20.00
Distances cumulées		220	240	260	280	300	320	340	351	360	
Pentes et rampes											
Alignts. et courbes		L = 105.83			L = 40.31		L = 9.30	L = 36.32			

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe DC

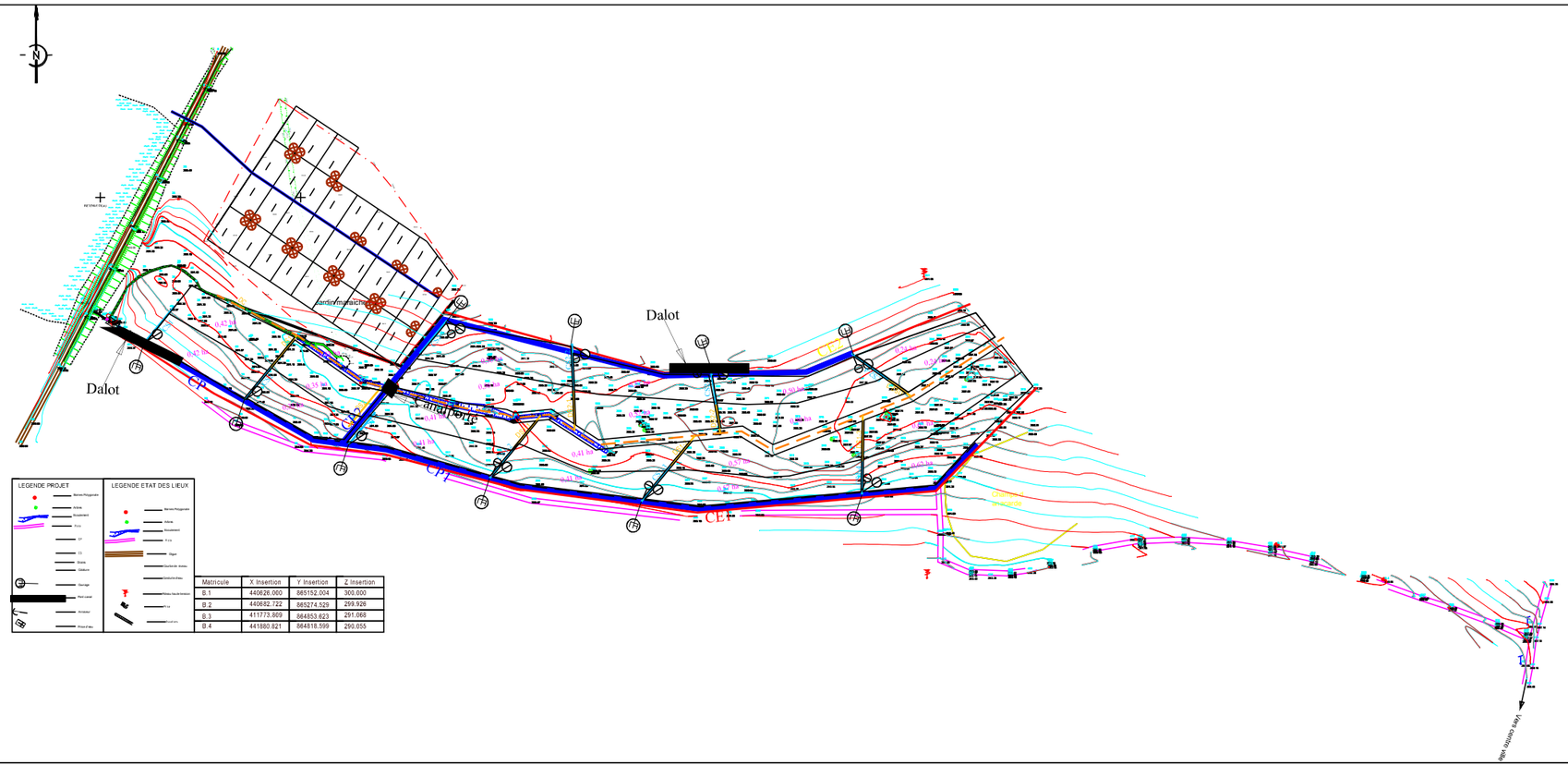
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 285.00

		-1.01		-1.15		-1.22		-1.19		-1.13		-1.14	-1.09		-1.04		-1.02	
Terrain	Z	289.37		289.41		289.38		289.25		289.09		289.03	288.95		288.81		288.69	
	D	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	14.74	514.74	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	20.00
Projet	Z	288.36		288.26		288.16		288.06		287.96		287.89	287.86		287.76		287.67	
	D	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	14.74	514.74	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	20.00
Numéro de tabulation		P 26		P 27		P 28		P 29		P 30		P 31	P 32		P 33		P 35	
Distances partielles		20.00	20.00		20.00		20.00		20.00		14.74	5.26		20.00		19.76		20.00
Distances cumulées		420		440		460		480		500		515	520		540		560	
Pentes et rampes																		
Alignts. et courbes																		

L = 144.53

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.060	865152.004	300.000
B.2	440632.732	865274.529	299.926
B.3	411773.869	864853.823	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

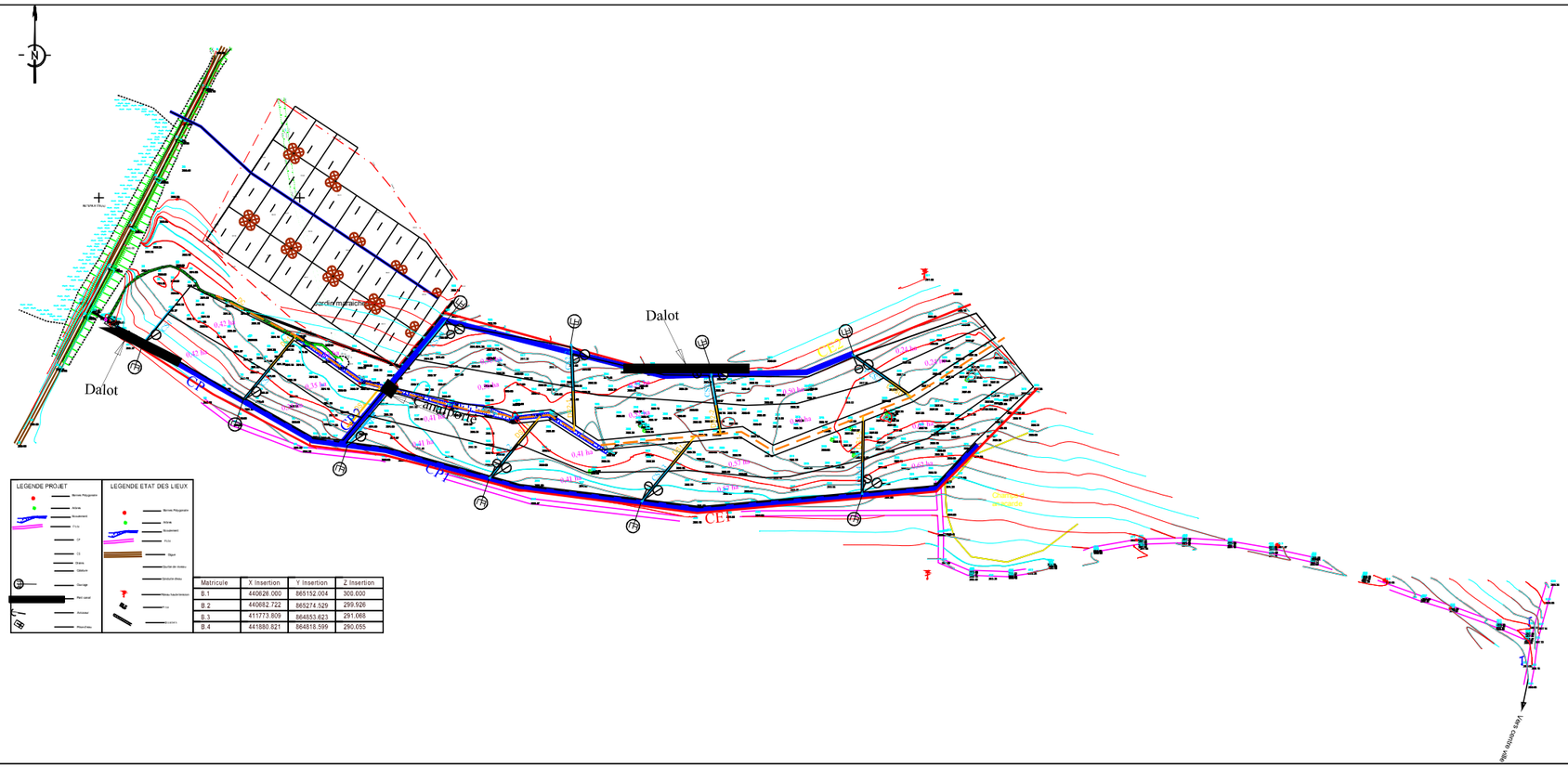
Axe : Axe DC

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 285.00

		-1.01		-0.98		-0.89		-0.85		-0.82		-0.77	-0.75		-0.86		-0.76	-0.73		-0.68				
Terrain	Z	288.48		288.35		288.16		288.02		287.88		287.77	287.72		287.73		287.53	287.47		287.36				
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	14.07	694.07	700.00	5.93	720.00	20.00	740.00	745.98	5.98	760.00	14.02			
Projet	Z	287.47		287.37		287.27		287.17		287.07		287.00	286.97		286.87		286.77	286.74		286.67				
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	14.07	694.07	700.00	5.93	720.00	20.00	740.00	745.98	5.98	760.00	14.02			
Numéro de tabulation		P 37		P 38		P 39		P 40		P 41		P 42	P 43		P 44		P 45	P 46		P 47				
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		20.00		14.07			5.93		20.00			5.98		14.02			
Distances cumulées		600		620		640		660		680		694	700		720		740	746		760				
Pentes et rampes																								
Alignts. et courbes		L = 147.54																						

Mensura Genius

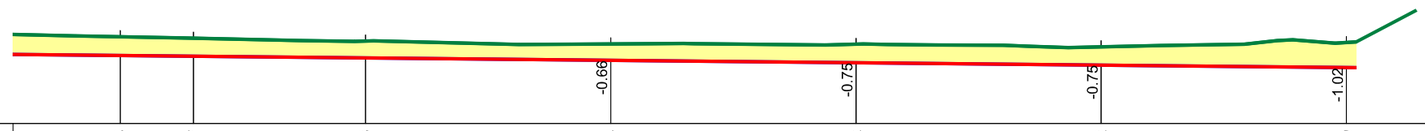


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	305.000
B.2	440082.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe DC

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 284.00



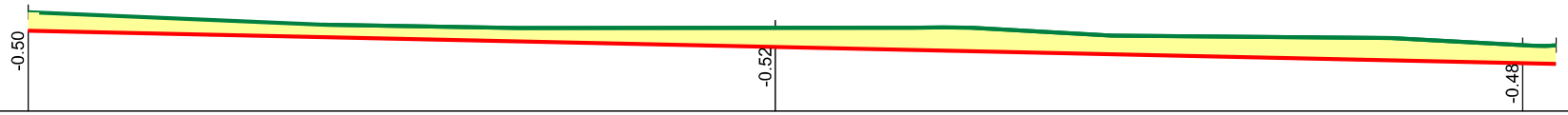
Terrain	Z	287.53	287.47		287.36		287.24		287.22		287.12	287.30
	D	740.00	745.98	14.02	760.00	20.00	780.00	20.00	800.00	20.00	820.00	840.00
			5.98									
Projet	Z	286.77	286.74		286.67		286.57		286.47		286.37	286.28
	D	740.00	745.98	14.02	760.00	20.00	780.00	20.00	800.00	20.00	820.00	840.00
			5.98									
Numéro de tabulation		P 45	P 46		P 47		P 48		P 49		P 50	P 51
Distances partielles			5.98	14.02		20.00		20.00		20.00		20.00
Distances cumulées		740	746		760		780		800		820	840
Pentes et rampes												P = 0.50%
Alignts. et courbes							L = 110.66					

Mensura Genius

Axe : DS1

Echelle X : 1/193
Echelle Z : 1/193

Plan Comp : 289.00



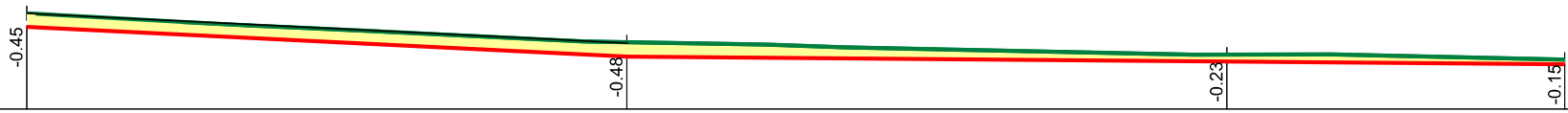
Terrain	Z	291.65	291.23	290.77	290.76
	D	0.00	20.00	40.00	40.90
		20.00	20.00		
Projet	Z	291.15	290.72	290.28	
	D	0.00	20.00	40.00	
		20.00	20.00		
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	
Distances cumulées		0	20	40	
Pentes et rampes				P = 2.17%	
		L = 40.91	L = 40.90		
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : DS2

Echelle X : 1/241
Echelle Z : 1/241

Plan Comp : 289.00



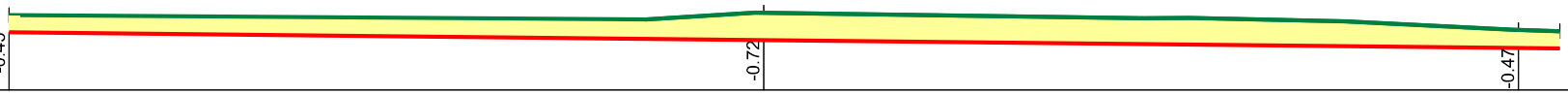
Terrain	Z	292.19	291.22	290.81	290.64
	D	0.00	20.00	40.00	51.27
			20.00	20.00	11.27
Projet	Z	291.74	290.75	290.58	290.49
	D	0.00	20.00	40.00	51.27
			20.00	20.00	11.27
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	11.27
Distances cumulées		0	20	40	51
Pentes et rampes			P = 4.97%		P = 0.82%
		L = 20.07	L = 31.25		
			L = 51.27		
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : DS1-1

Echelle X : 1/193
Echelle Z : 1/193

Plan Comp : 288.00



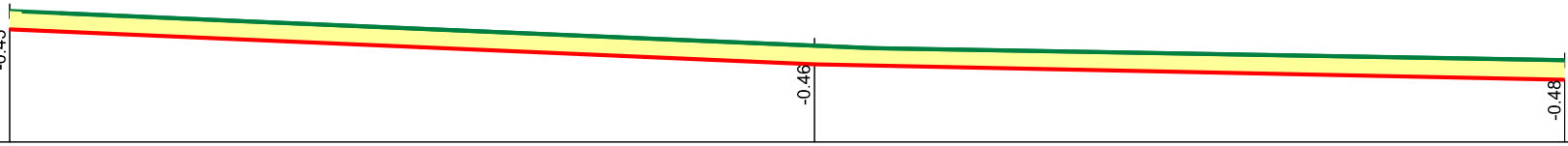
Terrain	Z	289.97	290.04	289.58 289.55
	D	0.00	20.00	40.00 41.11
		20.00	20.00	1.11
Projet	Z	289.52	289.32	289.11
	D	0.00	20.00	40.00
		20.00	20.00	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3 P 4
Distances partielles		20.00	20.00	
Distances cumulées		0	20	40
Pentes et rampes		L = 41.11	L = 41.11	P = 1.03%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

Axe : DS1-2

Echelle X : 1/182
Echelle Z : 1/182

Plan Comp : 287.00



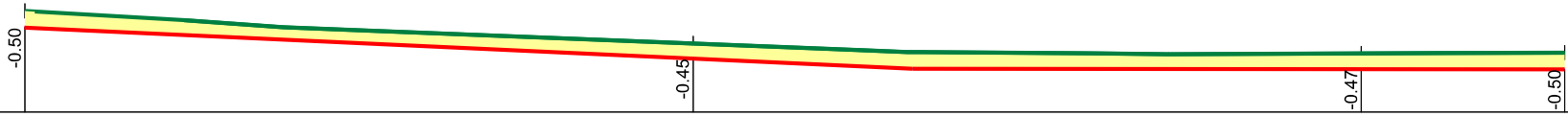
Terrain	Z	290.26	289.40	289.03
	D	0.00	20.00	38.65
		20.00	18.65	
Projet	Z	289.81	288.93	288.55
	D	0.00	20.00	38.65
		20.00	18.65	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3
Distances partielles		20.00	18.65	
Distances cumulées		0	20	39
Pentes et rampes		L = 20.04	P = 4.37% L = 18.66 L = 38.65	P = 2.05%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

Axe : DS1-3

Echelle X : 1/217
Echelle Z : 1/217

Plan Comp : 286.00



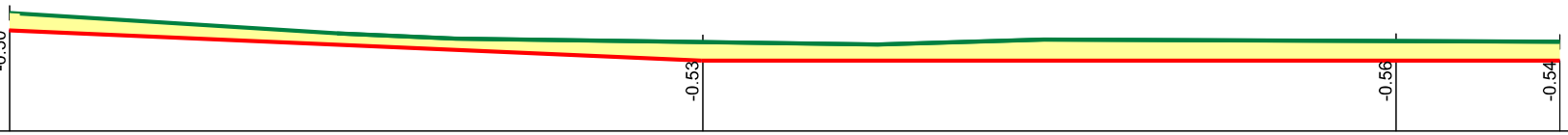
Terrain	Z	289.02	288.05	287.75	287.77
	D	0.00	20.00	40.00	46.09
		20.00	20.00	6.09	
Projet	Z	288.52	287.60	287.28	287.27
	D	0.00	20.00	40.00	46.09
		20.00	20.00	6.09	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	6.09
Distances cumulées		0	20	40	46
Pentes et rampes			P = 4.64%		P = 0.09%
			L = 26.62	L = 19.53	
			L = 46.09		
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe DS 2 1

Echelle X : 1/211
Echelle Z : 1/211

Plan Comp : 287.00



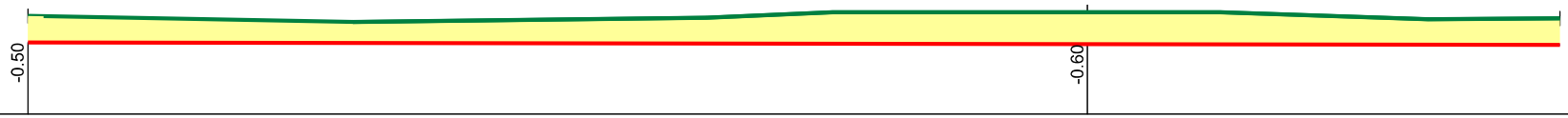
Terrain	Z	290.41	289.56	289.59	289.57
	D	0.00	20.00	40.00	44.73
		20.00	20.00	4.73	
Projet	Z	289.91	289.04	289.03	289.03
	D	0.00	20.00	40.00	44.73
		20.00	20.00	4.73	
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3	P 4
Distances partielles			20.00	20.00	4.73
Distances cumulées		0	20	40	45
Pentes et rampes			P = 4.37%		P = 0.01%
		L = 20.01	L = 24.77	L = 44.73	
Alignts. et courbes					

Mensura Genius

Axe : Axe DS 2 1

Echelle X : 1/136
Echelle Z : 1/136

Plan Comp : 287.00



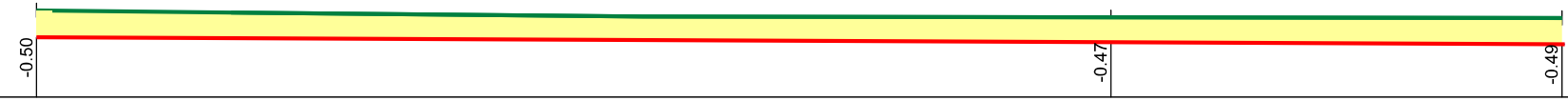
Terrain	Z	288.85	288.92	288.81
	D	0.00	20.00	28.92
		20.00		8.92
Projet	Z	288.35	288.32	
	D	0.00	20.00	
		20.00		
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3
Distances partielles		20.00		
Distances cumulées		0	20	
Pentes et rampes		L = 28.92	L = 28.92	P = 0.16%
Alignts. et courbes				

Mensura Genius

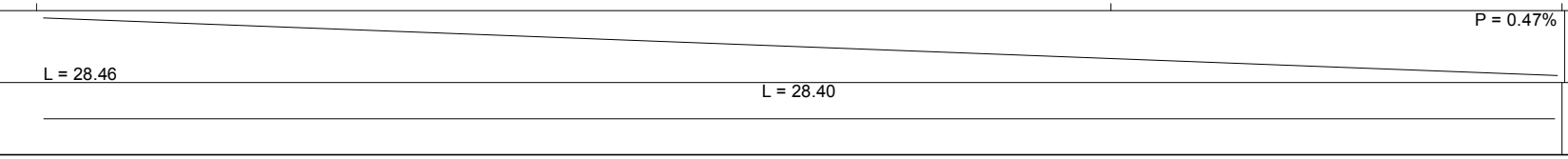
Axe : Axe DS 2 3

Echelle X : 1/134
Echelle Z : 1/134

Plan Comp : 286.00



Terrain	Z	287.61	287.48	287.47
	D	0.00	20.00	28.40
Projet	Z	287.11	287.02	286.98
	D	0.00	20.00	28.40
Numéro de tabulation		P 1	P 2	P 3
Distances partielles			20.00	8.40
Distances cumulées		0	20	28

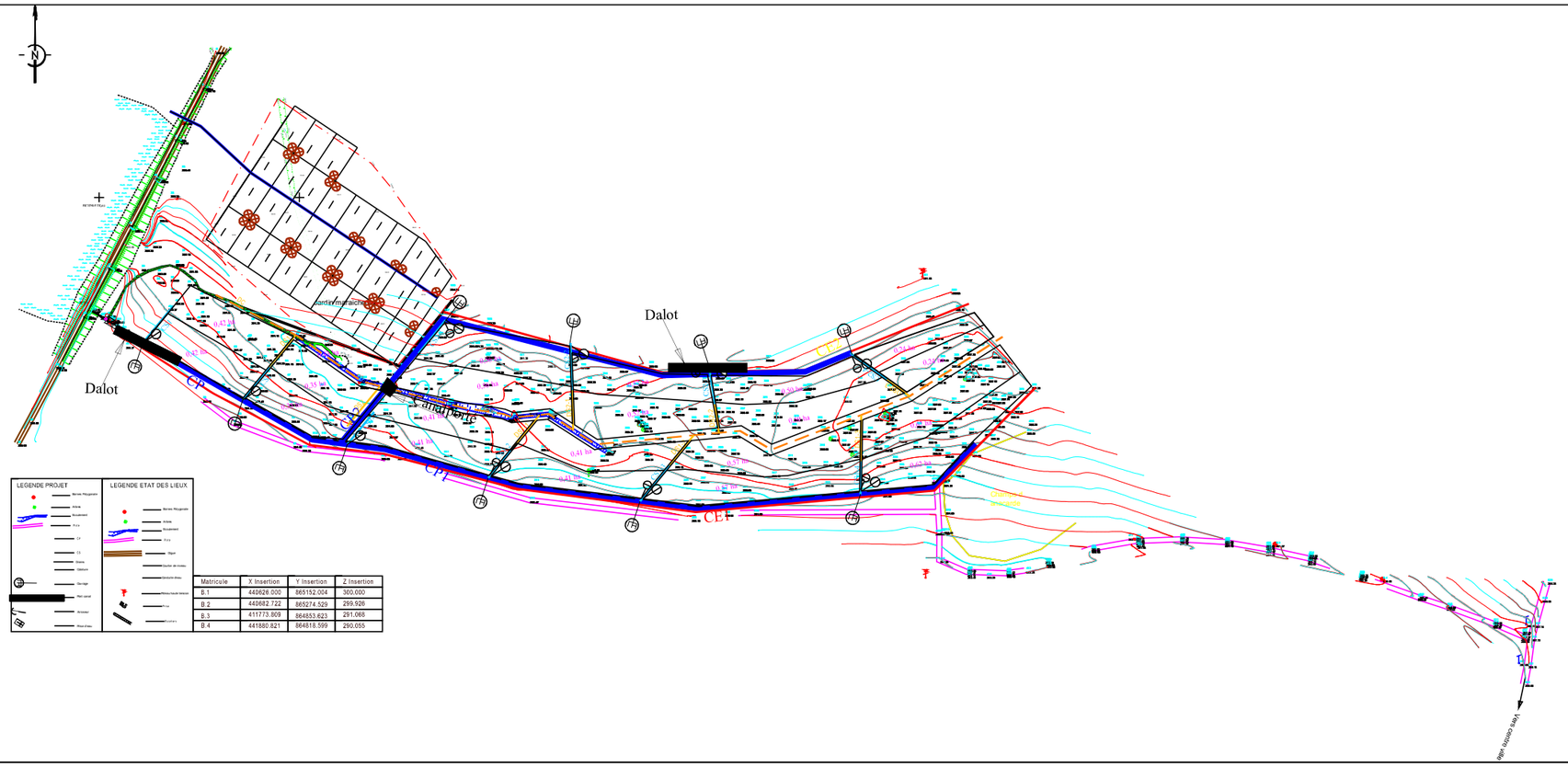


Pentes et rampes

Alignts. et courbes

Mensura Genius

ANNEXE 10 : Profil en long des colatures



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.800	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

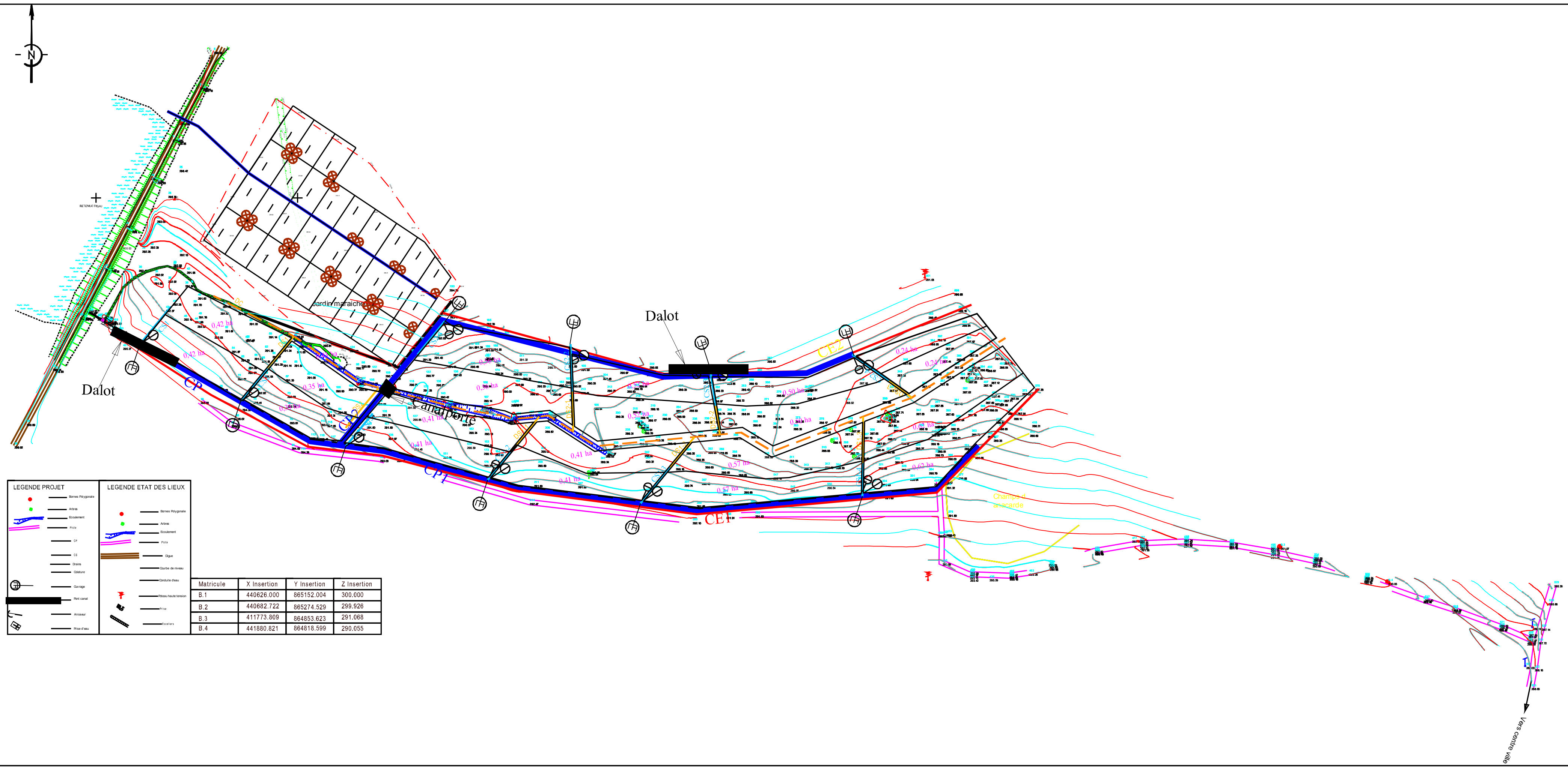
Axe : CE

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 288.00

Terrain	Z	294.88		294.79		294.69		294.60		294.50		294.50		294.56		294.57		294.46
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00
Projet	Z	293.34		293.19		293.04		292.89		292.74		292.59		292.44		292.29		292.14
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00
Numéro de tabulation		P 2		P 3		P 4		P 5		P 6		P 7		P 8		P 9		P 10
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00	
Distances cumulées		20		40		60		80		100		120		140		160		180
Pentes et rampes																		
Alignts. et courbes			L = 116.39										L = 108.95					

Mensura Genius

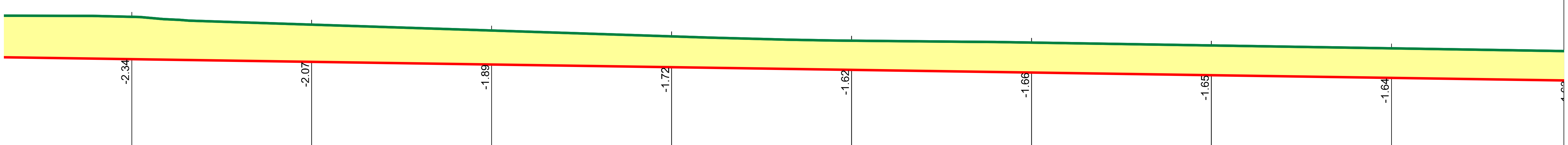


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : CE

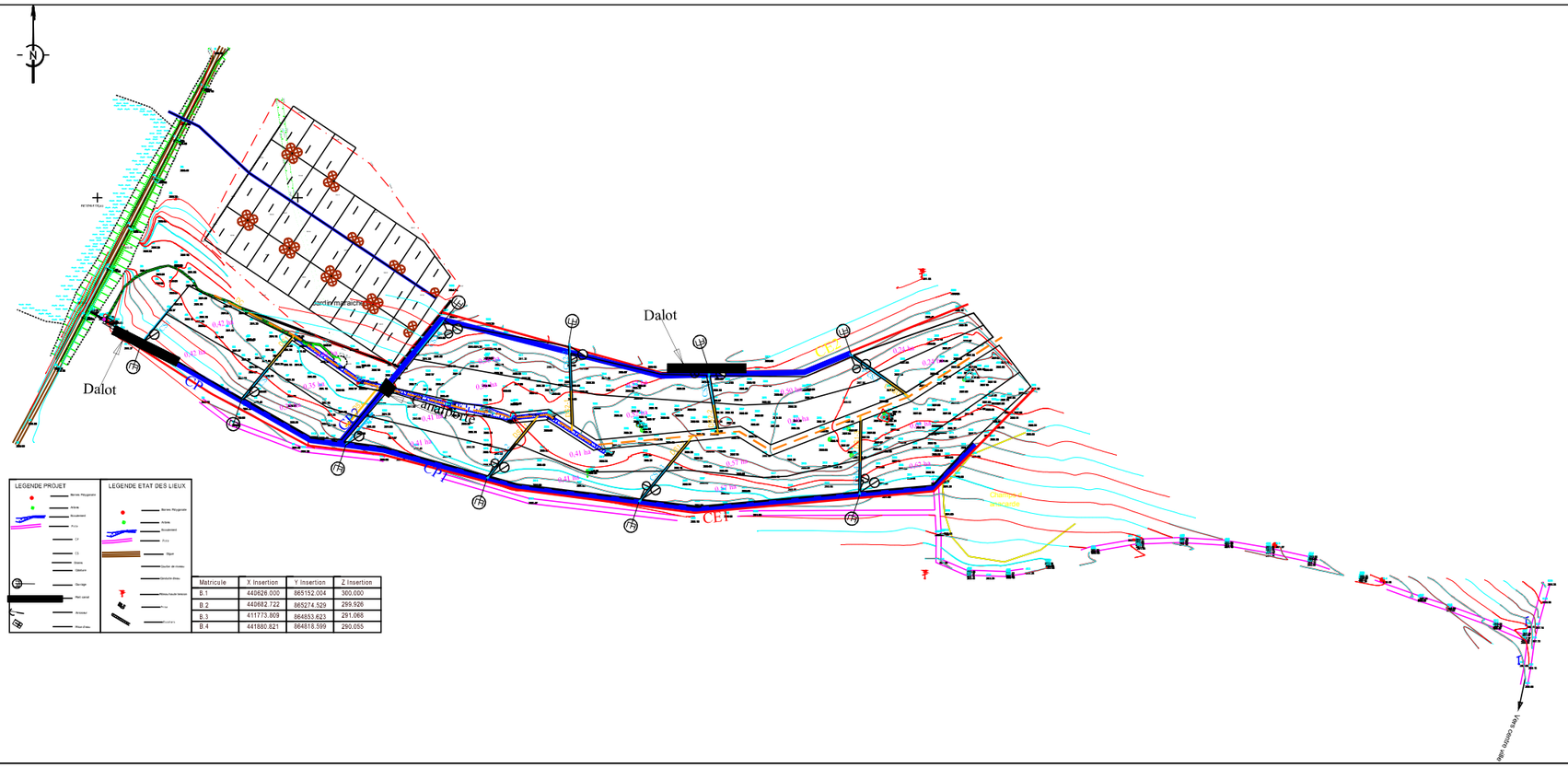
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 287.00



Terrain	Z	294.19	293.76	293.44	293.11	292.87	292.76	292.60	292.44
	D	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00
	(partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00 / 20.00
Projet	Z	291.85	291.70	291.55	291.40	291.25	291.10	290.95	290.80
	D	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00
	(partielles)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00 / 20.00
Numéro de tabulation		P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19
Distances partielles		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00 / 20.00
Distances cumulées		220	240	260	280	300	320	340	360
Pentes et rampes									
Alignts. et courbes				L = 74.20					L = 138.62

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.800	864853.623	291.068
B.4	441680.821	864818.599	290.055

Axe : CE

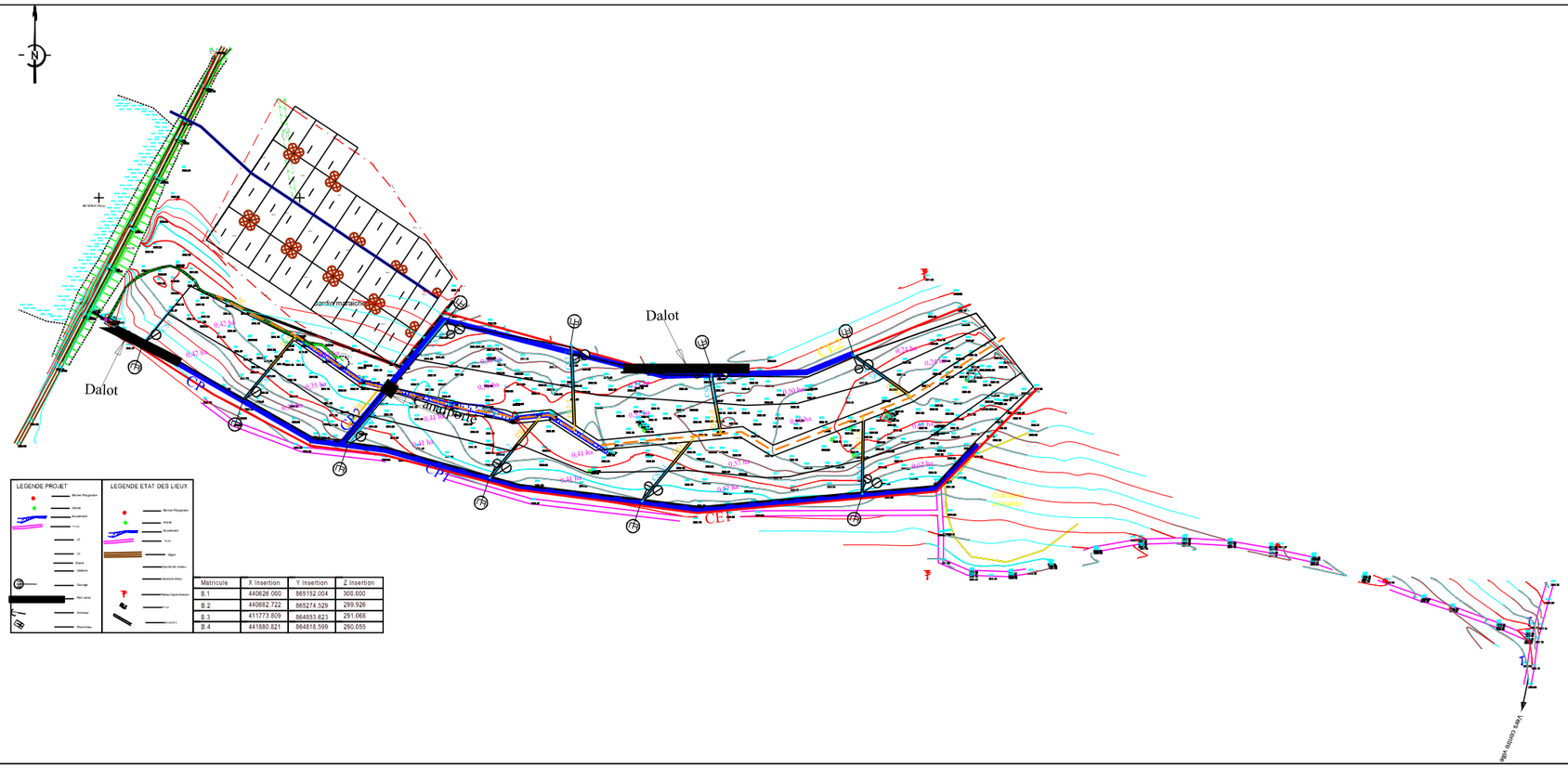
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 286.00

			-1.61		-1.69		-2.06		-2.18		-2.29		-2.40		-2.51		-2.63			
Terrain	Z		291.96		291.89		292.11		292.08		292.05		292.01		291.97		291.94			
	D	20.00	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	20.00		
Projet	Z		290.35		290.21		290.06		289.91		289.76		289.61		289.46		289.31			
	D	20.00	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00	20.00	540.00	20.00	560.00	20.00		
Numéro de tabulation			P 22		P 23		P 24		P 25		P 26		P 27		P 28		P 29			
Distances partielles		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		
Distances cumulées			420		440		460		480		500		520		540		560			
Pentes et rampes																				
Alignts. et courbes																				

L = 179.28

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	305.000
B.2	440082.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : CE

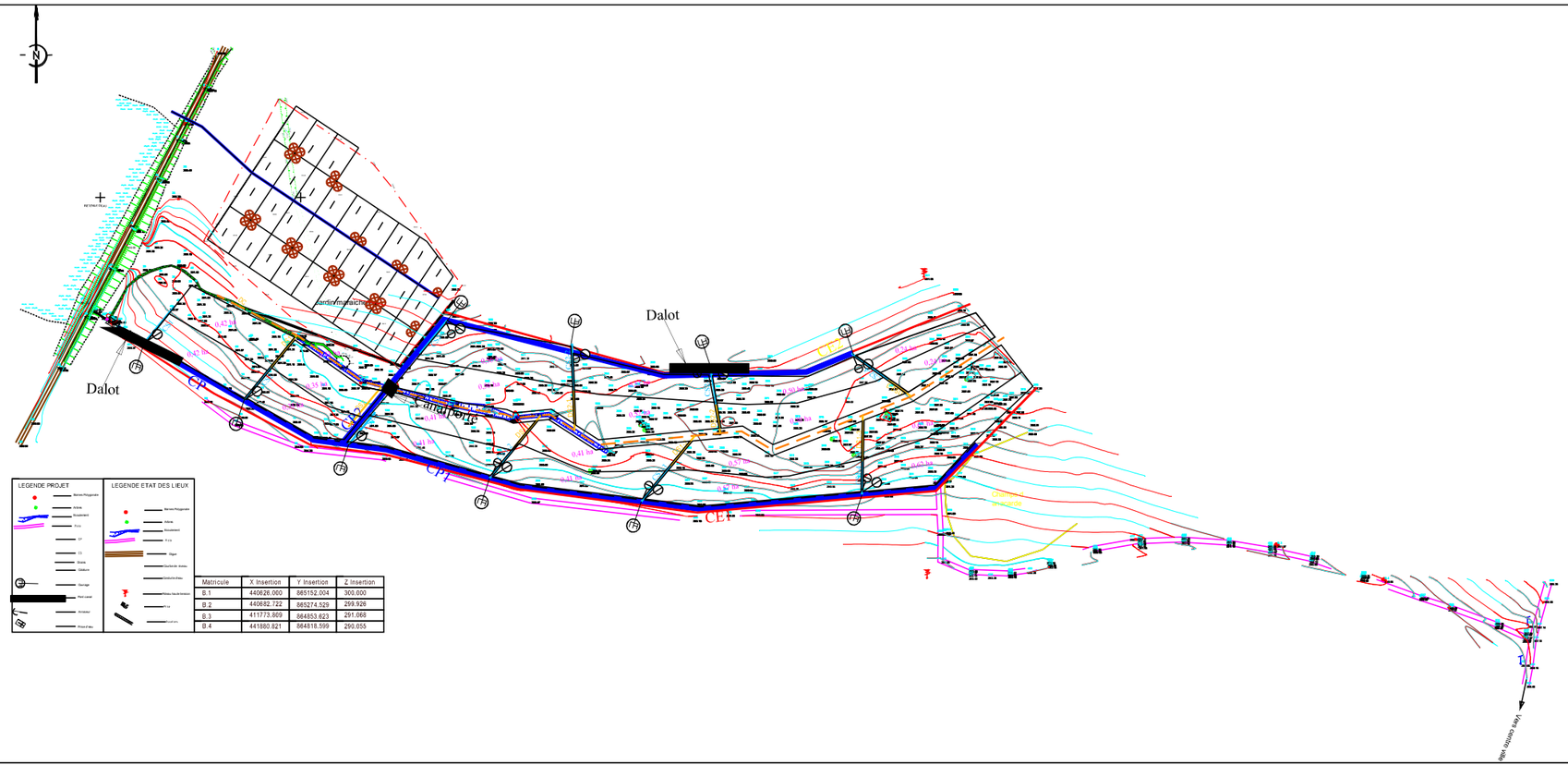
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 284.00

Terrain	Z	291.78		291.90		291.82		291.88		291.57		291.52		291.40		291.28		291.17
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	20.00	700.00	20.00	720.00	20.00	740.00	20.00	760.00
Projet	Z	289.01		288.86		288.71		288.57		288.42		288.27		288.12		287.97		287.82
	D	600.00	20.00	620.00	20.00	640.00	20.00	660.00	20.00	680.00	20.00	700.00	20.00	720.00	20.00	740.00	20.00	760.00
Numéro de tabulation		P 31		P 32		P 33		P 34		P 35		P 36		P 37		P 38		P 39
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00	
Distances cumulées		600		620		640		660		680		700		720		740		760
Pentes et rampes																		
Alignts. et courbes																		

L = 238.99

Mensura Genius

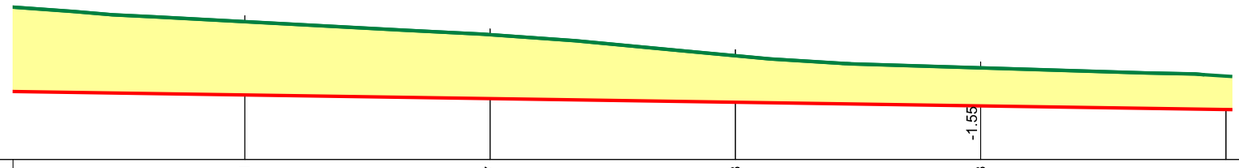


Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B 1	440626.060	865152.004	300.000
B 2	440632.732	865274.529	299.926
B 3	411773.869	864853.823	291.068
B 4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : CE

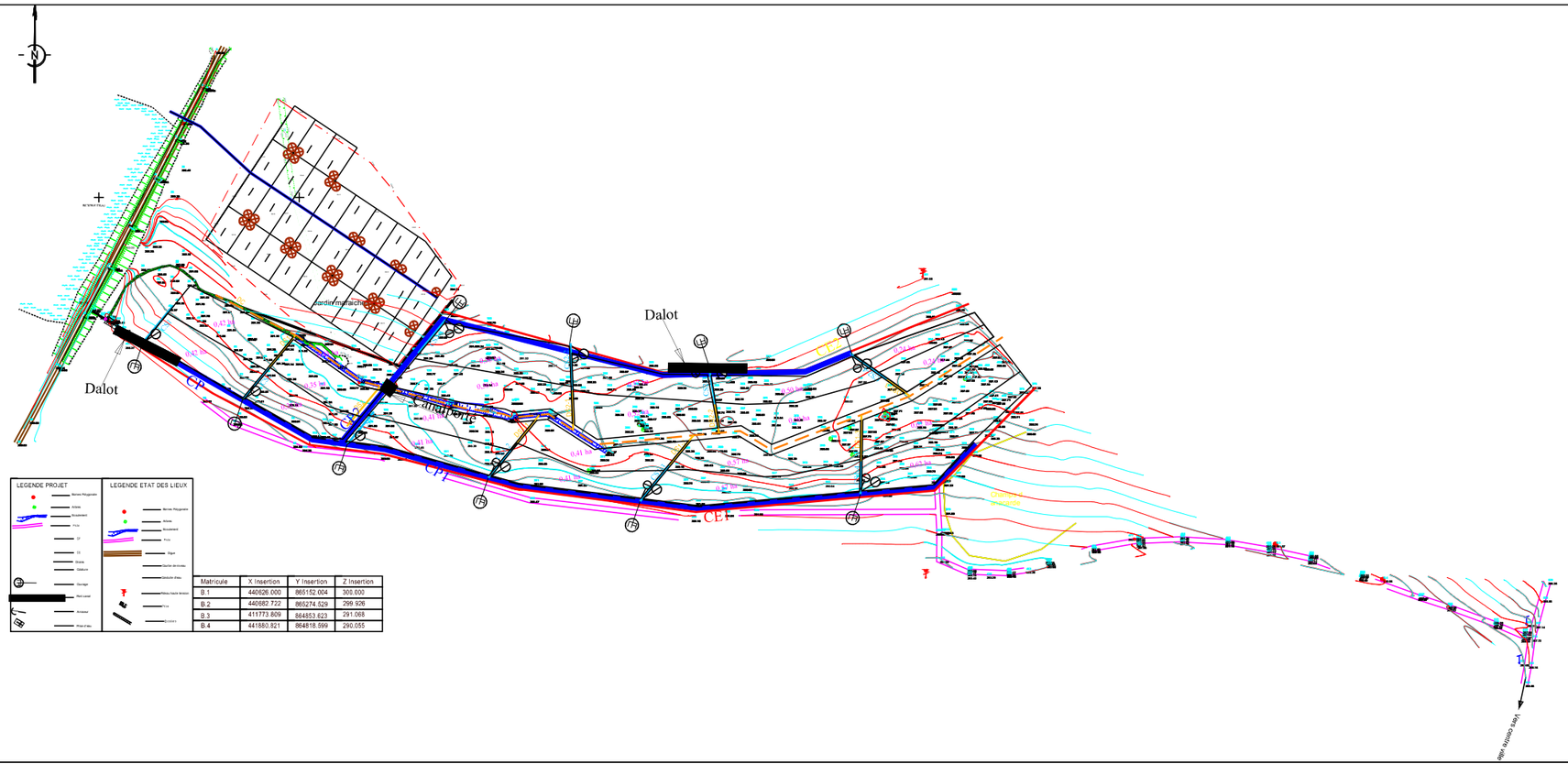
Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 284.00



Terrain	Z		289.61		289.07		288.23		287.73	
	D	20.00	920.00	20.00	940.00	20.00	960.00	20.00	980.00	
Projet	Z		286.63		286.48		286.33		286.18	286.03
	D	20.00	920.00	20.00	940.00	20.00	960.00	20.00	980.00	20.00 1000.00
Numéro de tabulation			P 47		P 48		P 49		P 50	P 51
Distances partielles		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00
Distances cumulées			920		940		960		980	1000
Pentes et rampes										P = 0.75%
Alignts. et courbes				L = 144.11						

Mensura Genius



LEGENDE PROJET

LEGENDE ETAT DES LIEUX

Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441680.921	864818.599	290.055

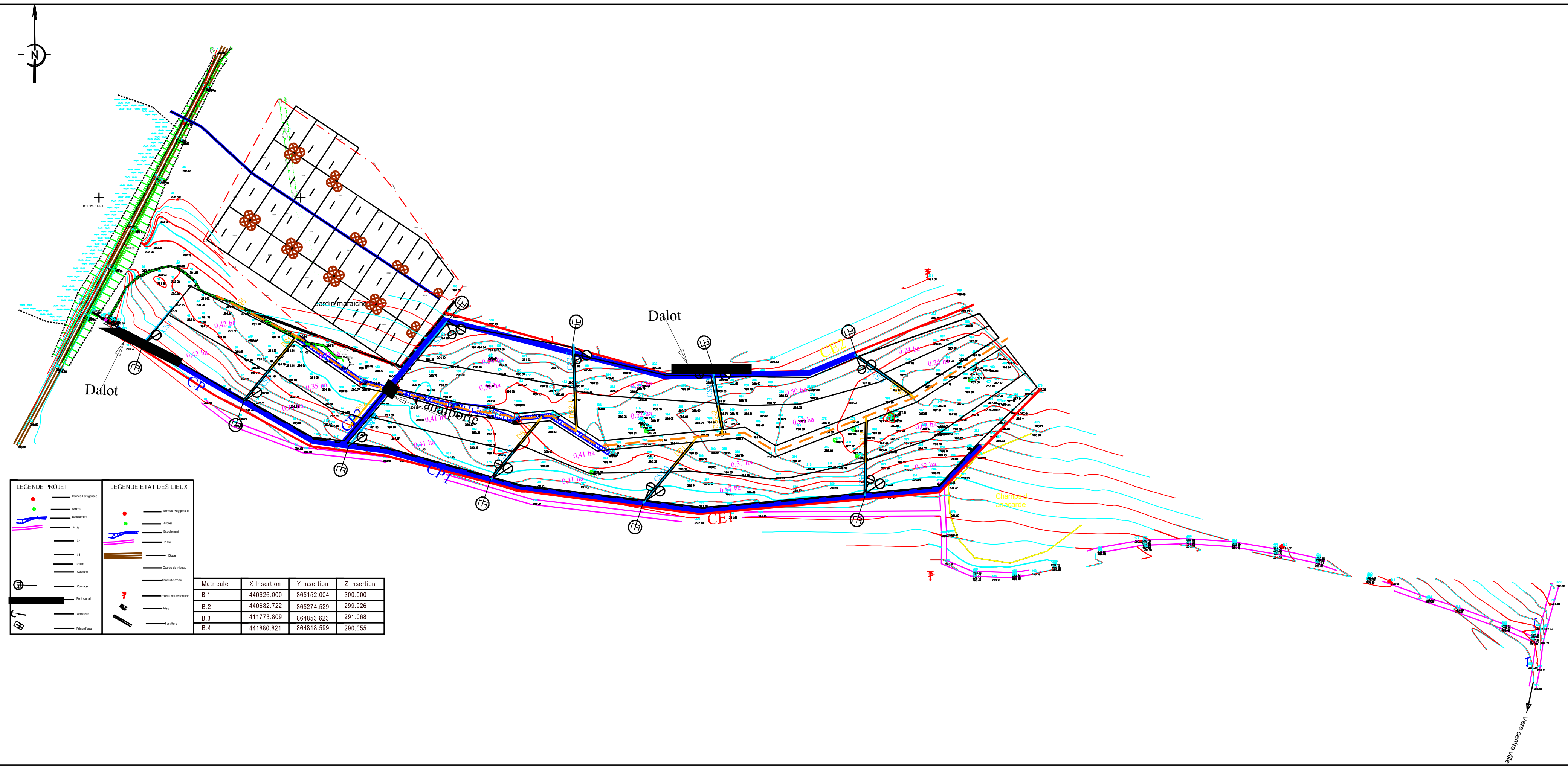
Axe : Axe CE2

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 288.00

Terrain	Z	293.19		292.70		292.52		292.32		292.11		291.90		291.69		291.47		291.26
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00
Projet	Z	291.82		291.67		291.52		291.37		291.22		291.07		290.91		290.76		290.61
	D	20.00	20.00	40.00	20.00	60.00	20.00	80.00	20.00	100.00	20.00	120.00	20.00	140.00	20.00	160.00	20.00	180.00
Numéro de tabulation		P 2		P 3		P 4		P 5		P 6		P 7		P 8		P 9		P 10
Distances partielles			20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00	
Distances cumulées		20		40		60		80		100		120		140		160		180
Pentes et rampes		-1.37		-1.03		-1.01		-0.95		-0.89		-0.83		-0.77		-0.71		-0.65
Alignts. et courbes		L = 230.28																

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440626.000	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CE2

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 287.00

Terrain	Z	290.83	290.60		290.44	290.31	290.19	290.09	289.77
	D	220.00	240.00		280.00	300.00	320.00	340.00	360.00
Projet	Z	290.31	290.16	290.01	289.86	289.71	289.55	289.40	289.25
	D	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00
Numéro de tabulation		P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19
Distances cumulées		220	240	260	280	300	320	340	360

Terrain D (distances partielles): 20.00 | 20.00 | 40.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00

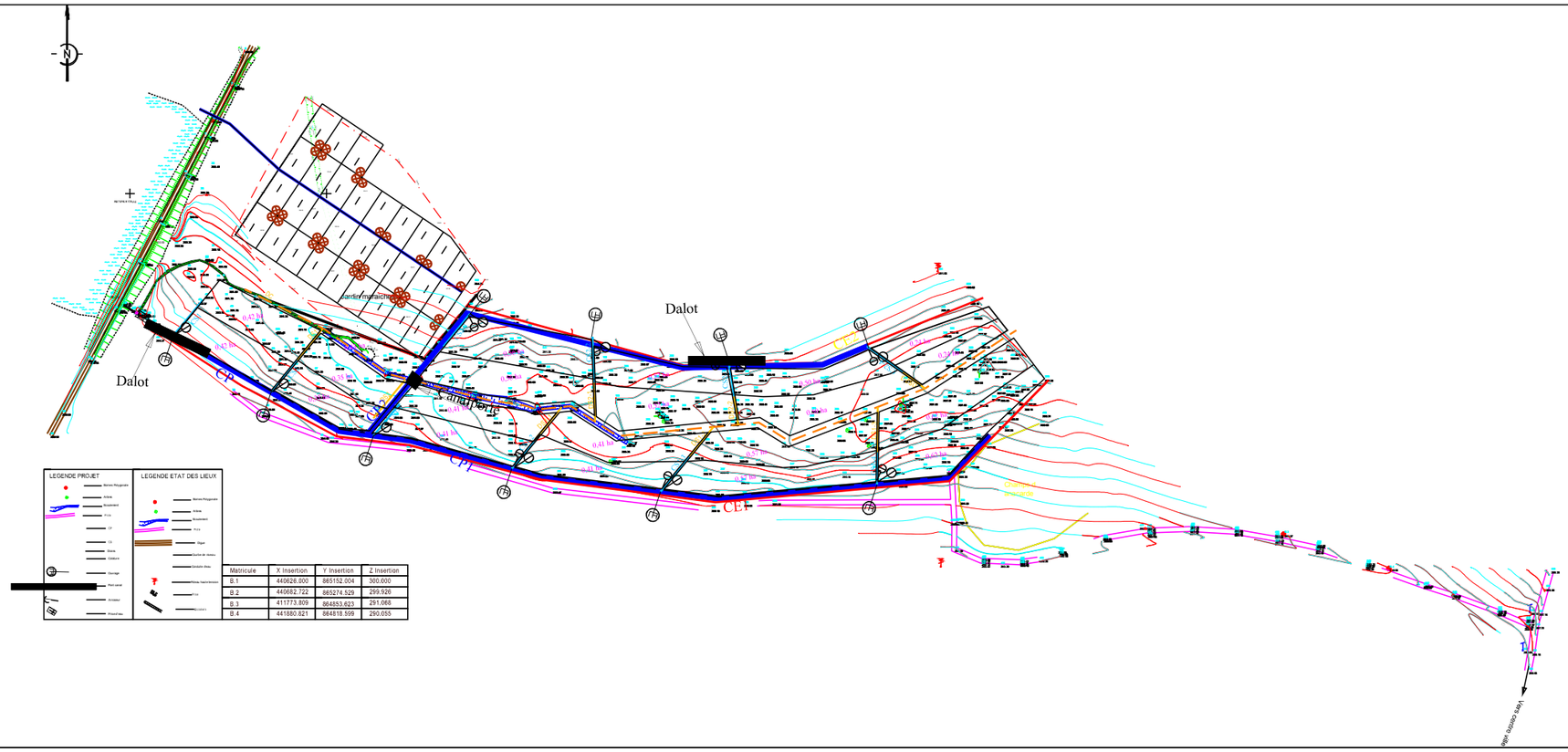
Projet D (distances partielles): 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00

Distances partielles: 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00

Pentes et rampes

Aligns. et courbes: L = 142.49

Mensura Genius



Matricule	X Insertion	Y Insertion	Z Insertion
B.1	440628.800	865152.004	300.000
B.2	440682.722	865274.529	299.926
B.3	411773.809	864853.623	291.068
B.4	441880.821	864818.599	290.055

Axe : Axe CE2

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/250

Plan Comp : 286.00

			-0.54		-0.63		-0.73		-0.78		-0.73		-0.97		-1.12
Terrain	Z		289.49		289.43		289.38		289.27		289.08		289.17		289.16
	D	20.00	400.00	20.00	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00
Projet	Z		288.95		288.80		288.65		288.50		288.35		288.20		288.04
	D	20.00	400.00	20.00	420.00	20.00	440.00	20.00	460.00	20.00	480.00	20.00	500.00	20.00	520.00
Numéro de tabulation			P 21		P 22		P 23		P 24		P 25		P 26		P 27
Distances partielles		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00	
Distances cumulées			400		420		440		460		480		500		520
Pentes et rampes															P = 0.76%
Alignts. et courbes									L = 168.69						

Mensura Genius