



ETTY S.A.R.L

Etudes Techniques et Travaux YAO

**ETUDE TECHNIQUE DES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT À LBI (SOLIBRA
ZONE INDUSTRIELLE DE YOPOUGON Z.I 2) EN COTE D'IVOIRE**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GENIE CIVIL/ROUTES ET OUVRAGES D'ARTS

PRESENTE ET SOUTENU LE 30 SEPTEMBRE 2020 PAR :

KOUADIO SYLVAIN AKA (20160091)

Encadrant 2iE : M. Roland YONABA, Assistant d'Enseignement et de Recherche,
Département Génie de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Aménagement Hydraulique
(GEAAH), 2iE

Maître de stage : M. YAO KOUAKOU BLAISE, Ingénieur génie Civil, ETTY S.A.R.L

Structure d'accueil du stage : Etudes Techniques et Travaux YAO (ETTY S.A.R.L)

Jury d'évaluation du mémoire :

Pr. Igor OUEDRAOGO (Président de jury)

Membres et correcteurs :

M. Philbert NSHIMIYIMANA (Examineur)

M. Patrick GBOHOU (Examineur)

Promotion [2020/2021]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à ma famille, mes amis et collègues ainsi qu'à tous ceux qui de près ou de loin y ont contribué.

DIEU vous bénisse infiniment.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à :

- L'ensemble du corps professoral et administratif de l'institut 2iE, car contribuant à former des cadres compétents pour le développement de l'Afrique ;

- Mon directeur de mémoire M. Roland YONABA pour ses précieux ;

Conseils et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire bien qu'étant très sollicité pour ses taches professionnelles ;

- Madame YAO angeline qui m'a permis de réaliser mon stage au sein de sa structure ;

- Monsieur SAHOURE Mathieu, responsable travaux neufs à LBI, mettant à ma disposition les documents nécessaires à la rédaction de mon mémoire ;

- Mon maître de stage Monsieur YAO Kouakou blaise, Directeur technique de ETTY SARL pour son encadrement et le suivi durant mon stage ;

- L'ensemble du personnel de ETTY SARL, pour l'accueil et le soutien tout au long de mon stage ;

- Ma famille et mes amis pour leur soutien indispensable.

RESUME

La présente étude concerne un projet d'assainissement au sein d'une brasserie localisé à la zone industrielle de Yopougon à Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire. Dans le but d'accroître sa productivité et faire face à la concurrence établie afin de satisfaire sa clientèle de plus en plus exigeante et en quête d'innovation, SOLIBRA COTE D'IVOIRE a initié des travaux de rénovation et d'extension de ses différents sites de production ainsi que l'amélioration du cadre de travail. Notre site d'étude s'inscrit dans ce cadre. Ainsi la mise à jour des infrastructures ainsi que la construction d'ouvrages neufs d'assainissement nous a été confié. Il a donc été prévu la réalisation d'un **canal d'environ de 265 ml** et d'un réseau de **665 ml de buse**.

Nous avons proposé une étude technique qui a permis de déterminer le débit de projet et le dimensionnement structural du canal a ciel ouvert ainsi que le tirant d'eau et le diamètre du canal circulaire

Une évaluation de l'impact de la réalisation des travaux sur l'environnement du projet a été faite, ainsi que des recommandations pour un fonctionnement optimal des ouvrages. Le cout total du projet s'élève à environ **594 442 500 HT FCFA HT**.

Mots clés :

1 - Assainissement

2 - Usine

3 - Buses

4 - Canal

5 - Côte d'Ivoire

ABSTRACT

The present study concerns a sanitation project in a brewery located in the industrial area of Yopougon in Abidjan, the economic capital of the Ivory Coast. In order to increase its productivity and face the established competition in order to satisfy its increasingly demanding clientele and in search of innovation, SOLIBRA COTE D'IVOIRE has started renovations and extension of its various production sites as well as the improvement of the working environment. Our study site also falls within this framework. So, an update of the infrastructures as well as the construction of new sanitation works was entrusted to us.. Provision has therefore been made for a 265 ml channel, a 2x3x2 culvert and 665 ml nozzle. Following a hydrological study of the sites and a hydraulic design and structural of the works, a new network was then proposed taking into account the existence of the drains already made.

We proposed a technical study which made it possible to determine the design flow and the structural dimensioning of the open channel as well as the draft and the diameter of the circular channel

An assessment of the impact of the completion of work on the project environment will be made, as well as recommendations for optimal operation of the structures. The total cost of the project is approximately **594 442 500 HT CFA francs**.

Keys words:

- 1 - Sanitation**
- 2 - Factory**
- 3 - Nozzle**
- 4 - Channel**
- 5 - Ivory Coast**

LISTE DES ABREVIATIONS

ETTY : Etudes Techniques et Travaux Yao

SOLIBRA : Société de Limonaderies et de Brasseries d'Afrique

LBI : Les Brasseries Ivoiriennes

SOMMAIRE

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS.....	vii
SOMMAIRE	8
LISTE DES FIGURES	10
INTRODUCTION.....	11
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL ET DE LA ZONE D’ETUDE	12
I.1. Présentation de la structure d’accueil	12
I.2. Présentation de la zone d’étude.....	12
I.2.1. Localisation de la zone d’étude	12
I.2.2. Géologie, relief et sol.....	12
I.2.3. Climat et végétation.....	13
I.3. Contexte et justification de l’étude.....	15
I.4. Objectifs de l’étude.....	15
I.4.1. Objectif global.....	15
I.4.2. Objectifs spécifiques.....	16
I.4.3. Résultats attendus	16
II. ETUDES TECHNIQUES.....	17
II.1. Etude hydrologique	17
II.1.1. Objectif de l’étude :	17
II.1.2. Caractérisation du bassin versant	17
II.2. Dimensionnement du canal rectangulaire.....	21
II.2.1. Matériels	21
II.2.2. Méthodes.....	21
II.2.2.1. Dimensionnement hydraulique du canal.....	21
II.2.2.2. Dimensionnement structural du canal	22
II.3. Dimensionnement du canal trapézoïdal.....	25
II.3.1. Méthodes.....	25
II.3.1.1. Dimensionnement hydraulique du canal.....	25

II.3.1.2. Dimensionnement structural du canal	26
II.4. Dimensionnement du canal circulaire	30
II.4.1 Prédimensionnement	30
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS	31
III.1. CALCUL DU DEBIT DE PROJET	31
III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA SECTION TRAPEZOIDALE.....	32
III.2.1 Étude structurale	32
III.2.2. Étude structurale	33
III.3. DIMENSIONNEMENT DE LA SECTION RECTANGULAIRE	35
III.3.1. Étude Hydraulique	35
III.3.2. Étude structurale	36
III.4. DIMENSIONNEMENT DU CANAL CIRCULAIRE	41
III.5. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DES TRAVAUX.....	42
III.5.1. Canal trapézoïdal	42
III.5.2. Buses	42
III.5.3. Terrassements généraux	42
IV. IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET	43
IV.1. Identification et analyse des impacts potentiels du projet.....	43
IV.2. Impacts positifs des projets prioritaires	43
IV.3. Impacts négatifs des projets prioritaires	44
IV.4. Impacts négatifs du projet en phase de construction	44
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	46
Bibliography.....	47
<i>ANNEXES</i>	48
ANNEXE 1 : Plans d’assainissement.....	49
ANNEXE 2 : Dimensionnement hydraulique.....	50
ANNEXE 3 : Efforts de sollicitations	52
ANNEXE 4 : Dimensionnement structural.....	56
ANNEXE 5 : Méthodologies d’identification et d’évaluation des impacts du projet sur son milieu environnement.....	58
Annexe 6 :Plans d’exécution.....	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de la commune de Yopougon	14
Figure 2: Plan d'état des lieux	15
Figure 3: Carte du bassin versant de Yopougon	18
Figure 4: Carte des altitudes du bassin versant	18
Figure 5 : Prédimensionnement canal rectangulaire	23
Figure 6: Prédimensionnement canal trapézoïdal	27
Figure 7: Prédimensionnement canal circulaire	30
Figure 8: Dimensions du canal trapézoïdal.....	33
Figure 9 : Dimensions du canal rectangulaire.....	36
Figure 10 : Dimensions du canal circulaire	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Intensités maximales horaires par pas de temps avec une durée de retour de 10 ans.	20
Tableau 2 : Coefficients de Montana en fonction de la période de retour.....	20
Tableau 3 : Calcul de l'intensité des averses (Formule de Montana)	32
Tableau 4: Tableau des sollicitations canal trapézoïdal	33
Tableau 5: tableau des sollicitations canal trapézoïdal.....	37
Tableau 6: Récapitulatif du dimensionnement.....	39

INTRODUCTION

L'assainissement pluvial est un véritable souci dans nos villes et cité de nos jours que nous cherchons à résoudre depuis bien nombre d'années. Il apparait nécessaire et indispensable pour la continuité de services des industries, des commerces et toutes formes d'activités génératrice de revenus. Les défis de l'assainissement pluvial apparaissent énormes en Côte d'Ivoire vu la densité de la population dans le temps et dans l'espace, la croissance galopante de la population sans oublier les changements climatiques qui sont à l'origine de la destruction des infrastructures existantes ainsi que les inondations que nous avons constaté récemment lors des pluies diluviennes. En effet, à chaque saison des pluies nous constatons des inondations et dégâts de tout genre. Notre zone d'étude n'échappe donc pas à cette réalité. C'est ainsi que SOLIBRA COTE D'IVOIRE qui est une structure privée spécialisée dans la production de boisson alcoolisée et gazeuse, étant confronté a ce problème de ses sites a LBI, e, zone industrielle sollicite afin de proposer une solution durable et économique. Cela pourra servir également aux populations environnantes dont les habitations s'écroulent à chaque saison des pluies. Parallèlement a ce problème, l'usine dans son souci d'agrandissement se retrouve avec une insuffisance de ses ouvrages d'assainissement interne qu'il faudra augmenter à travers la conception d'un nouveau réseau de rejet des eaux industrielles. Nous nous devons de concevoir des ouvrages d'évacuation des eaux pluviales et industrielles. Nous avons constaté lors de l'état des lieux un agrandissement dangereux du ravin en place, l'impossibilité d'accès partiel du site dû à la présence du ravin et aussi l'insuffisance des ouvrages d'assainissement interne a l'usine. Ce qui entraîne d'un côté une augmentation considérable des volumes des eaux ruisselées en temps de pluie et par la suite une forte sollicitation des réseaux d'assainissement, ce qui produit des débordements. Ceci menace en premier lieu la sécurité des employés, ainsi que leurs santés et même leurs biens, et touche à l'environnement.

Notre objectif dans cette étude est de proposer une étude qui pourra évacuer en toute sécurité le débit provenant de l'écoulement des eaux pluviales et industrielles sur le long terme.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Présentation de la structure d'accueil

ETTY SARL est une entreprise spécialisée en génie civil, hydraulique, assainissement, vrd et construction métallique. Bien que très jeune dans le monde des entreprises du génie civil en Côte d'Ivoire ; car existant depuis 2012, elle dispose d'employés très expérimentés et très dynamique.

En effet, l'entreprise regroupe plusieurs cadres très expérimentés qui ont exercé dans plusieurs grandes entreprises de la place avant de se retrouver plus tard pour constituer l'équipe présente. Elle dispose également de plusieurs ouvriers qualifiés qui jouissent de la même réputation. La satisfaction du client étant notre slogan, nous avons pour obligation de livrer les travaux aux clients dans le délai requis avec la qualité qui convient. Cela passe par le respect des normes techniques, d'hygiène de sécurité et de l'environnement.

Etant donné que le projet se déroule au sein d'une usine, toutes les règles d'hygiènes et de sécurité sont de rigueur pour le bon déroulement des travaux.

Nous sommes donc une équipe jeune et dynamique prête à relever les grands défis pour le développement de notre cher continent Africain et de rivaliser avec les grandes firmes internationales.

I.2. Présentation de la zone d'étude

I.2.1. Localisation de la zone d'étude

Située en plein cœur de la zone industrielle de Yopougon au nord d'Abidjan la capitale économique de la COTE D'IVOIRE, la zone sur laquelle porte cette étude est la propriété de SOLIBRA COTE D'IVOIRE. Elle **comporte 9 hectares dont 5 sont en exploitation**. L'accès à la zone est possible par une voie bitumée sur une longueur d'environ 1 kilomètre. L'usine LBI est située à côté du quartier périphérique MICA0 et de l'usine LES ACIERIERIES DE COTE D'IVOIRE.

L'usine comporte deux parties séparées par une clôture grillagée. La partie exploitée comporte toutes les installations d'exploitation. La seconde partie est recouverte de végétation et ne comporte aucune installation. L'ensemble est encadré par une clôture en agglos. Il s'agira donc de mener des travaux afin de la rendre accessible et apte à accueillir des installations pour sa future exploitation. La carte de la figure 1 ci-dessous illustre la situation de la zone d'étude.

I.2.2. Géologie, relief et sol

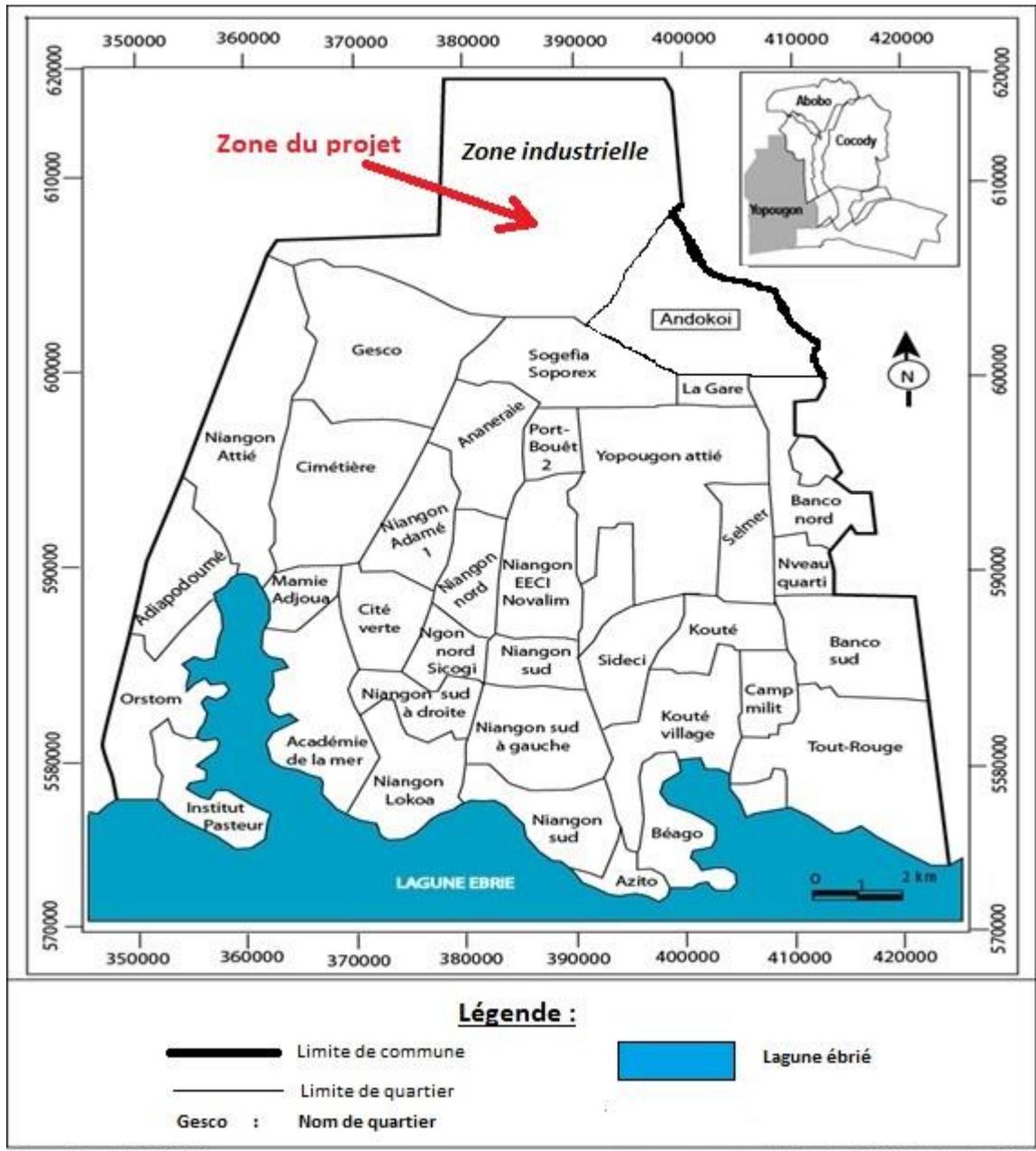
La commune de Yopougon est une vaste plaine peu accidentée ou dominant les plaines et les plateaux. Elle est légèrement perturbée à certains endroits par des légères élévations collinaires

variant de 200 à 300 mètres au-dessus de la mer. La majeure partie du territoire est couverte de sols sableux, latéritiques peu lessivés qui sont propices à diverses cultures.

Du point de vue de la texture, les sols de Yopougon sont essentiellement composés d'argile, de et de sable. Le dosage de ces différents éléments est variable selon la zone et irrégulièrement répartie.

I.2.3. Climat et végétation

La zone de Yopougon se situe dans un régime tropical humide ; il se caractérise par l'alternance d'une saison à faible pluviométrie de 6 mois (novembre à avril) et d'une saison de forte pluviométrie de 6 mois (mai à octobre). Le mois le plus arrosé est celui d'Août avec une précipitation moyenne mensuelle pouvant atteindre 143 mm L'évapotranspiration de référence (ET0) est maximale pour le mois de mai pouvant atteindre 405 mm et moindre où la pluviométrie est élevée, celui du mois février.



Source: Fond LATIG, 2009

Réalisation: OSSEY A. Fourier, 2018

Figure 1: Carte de la commune de Yopougon



Figure 2: vue d'ensemble de l'usine

I.3. Contexte et justification de l'étude

Créée en 2013 par le Groupe Eurofind et rachetée par CASTEL (SOLIBRA COTE D'IVOIRE) en Avril 2015, l'usine de production de boissons alcoolisées LBI (Les Brasseries Ivoiriennes) connaît un problème d'assainissement vu que la plupart de la surface exploitable est située sur un relief accidenté avec un canal à ciel ouvert créé par les eaux de ruissellement et les eaux industrielles au fur et à mesure de l'exploitation du site. Vu les perspectives que s'est donné l'entreprise pour son extension et répondre à la concurrence établie et la demande qui ne cesse d'augmenter, un bon drainage des eaux industrielles et des eaux pluviales s'impose pour permettre une bonne exploitation afin d'augmenter sa productivité et améliorer l'environnement de sa zone d'exploitation. Nous avons donc été sollicité pour la réalisation de ces travaux. L'objectif global ici consiste à la mise en œuvre de tous les ouvrages permettant un drainage de toutes les eaux sur le site et assurer leur protection à l'exutoire afin qu'ils puissent résister au phénomène de l'érosion.

I.4. Objectifs de l'étude

I.4.1. Objectif global

La présente étude s'inscrit dans le cadre des projets de réhabilitations et de constructions des infrastructures d'assainissement au sein de l'usine LBI, une usine de SOLIBRA COTE D'IVOIRE en zone industrielle de Yopougon à Abidjan, en vue de contribuer à l'extension, la sécurisation et

l'amélioration des cadres de vie des travailleurs et des populations résidant non loin de notre site de projet.

I.4.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de ce projet sont les suivants :

- Conduire le dimensionnement hydraulique et structural des différents corps d'ouvrages en béton armé.
- Conduire une évaluation financière du coût de réalisation des travaux.
- Établir une notice d'impact du projet sur son environnement.

I.4.3. Résultats attendus

- Concevoir des ouvrages économiques et fonctionnels, pouvant assurer la sécurité des biens et des personnes.
- Corriger les défaillances techniques des ouvrages déjà existants.
- Dimensionner les ouvrages.
- Fournir les notes de calcul ainsi que les plans de ferrailage des différents ouvrages.

II. ETUDES TECHNIQUES

Dans cette partie, notre étude va se porter sur deux points essentiels à savoir : un dimensionnement hydraulique et un dimensionnement structural en précisant les normes et méthodes utilisées pour ses différents calculs. Concernant le canal, nous aurons à dimensionner une section trapézoïdale et une autre rectangulaire et ensuite faire un choix. Nous aurons également à dimensionner le canal circulaire destiné à évacuer les eaux industrielles.

Précisons que nous aurons à étudier **deux variantes** en ce qui concerne le canal à ciel ouvert (trapézoïdal et rectangulaire). Pour l'évacuation des rejets industriels, nous aurons à déterminer la section du canal et proposer un plan de pose puisqu'il s'agit des **éléments préfabriqués en béton armé**.

II.1. Etude hydrologique

II.1.1. Objectif de l'étude :

Déterminer le débit du projet Q_{10} par la méthode rationnelle, plus précisément la méthode CIA qui va nous amener à déterminer la superficie du site, le coefficient de ruissèlement et l'intensité pluvieuse à travers le calcul du temps de concentration par la formule de KIRPICH et également les coefficients de Montana de la zone

II.1.2. Caractérisation du bassin versant

Pour caractériser le bassin versant qui draine l'eau vers notre exutoire point, nous avons utilisé les outils du système d'information géographique dont le logiciel Arc GIS pour déterminer ses limites.

COORDONNEES UTM WGS 84 zone N30 : X = 377770 m et Y = 0596722 m

BASSIN VERSANT DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE YOPOUGON

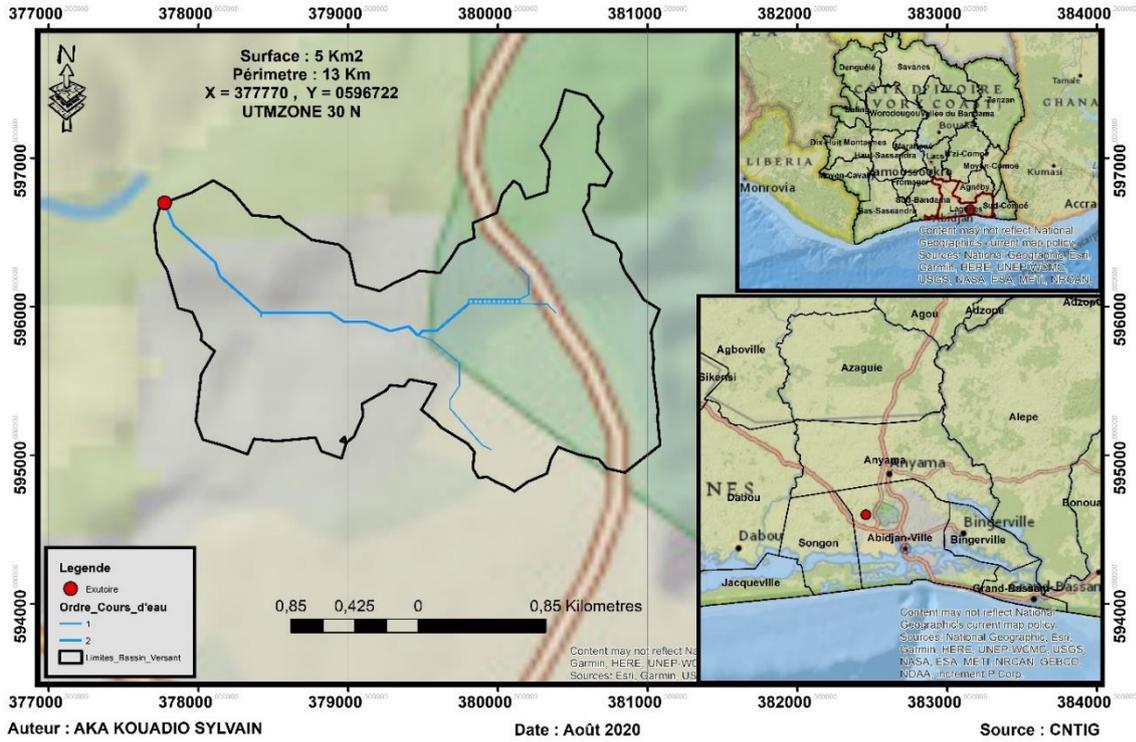


Figure 3: Carte du bassin versant de Yopougon

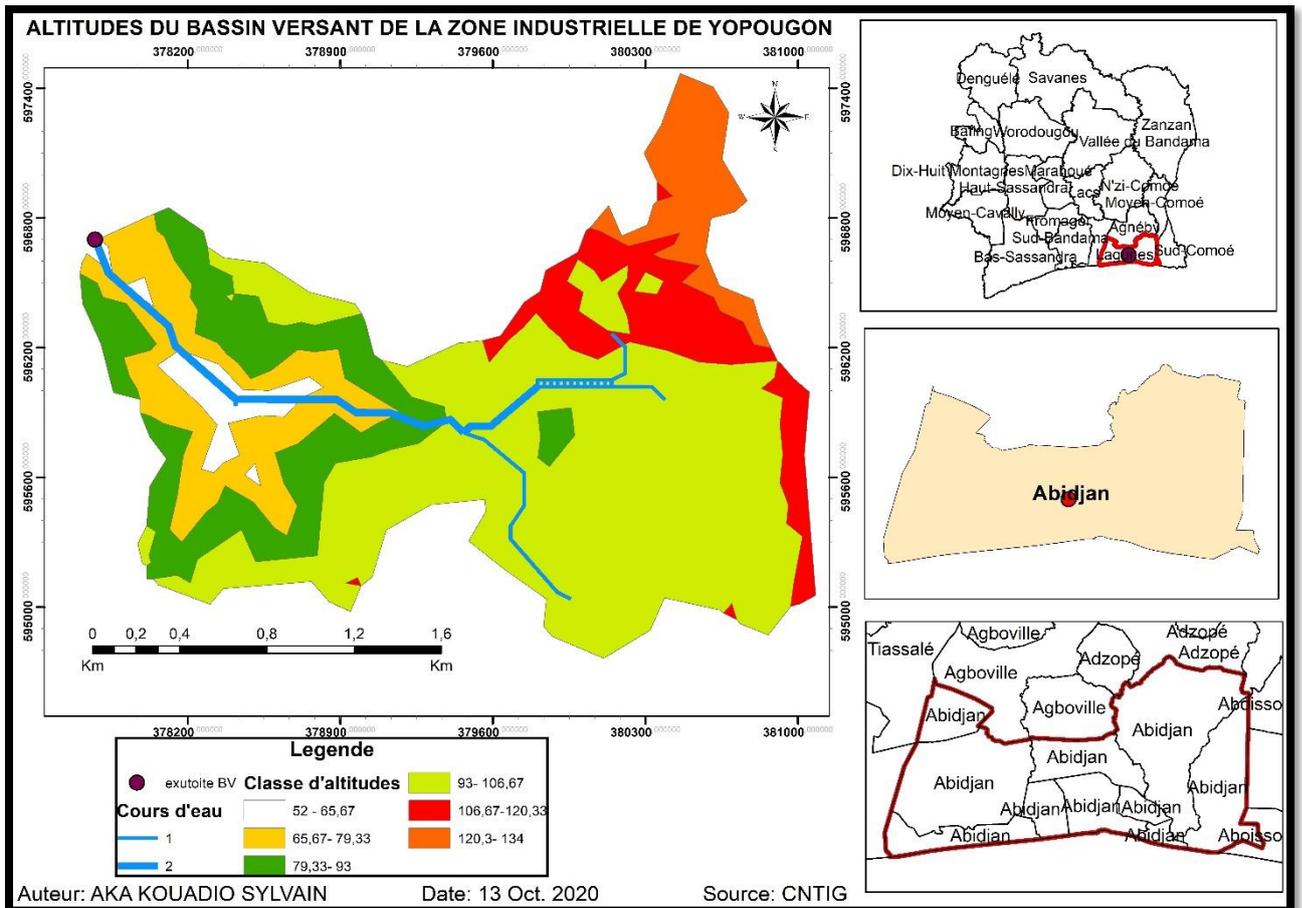


Figure 4: Carte des altitudes du bassin versant

La délimitation du bassin versant nous a permis d'évaluer sa surface **S à 5 en Km²** et son périmètre **P à 13 Km**. Cela a été fait à partir du logiciel ArcGIS.

II.1.3. Détermination du débit de projet

Dans le cadre de notre projet, le débit à prendre en compte sera considéré pour **une période de retour de 10 ans**. En effet, il existe plusieurs méthodes (**méthode rationnelle, méthode ORSTOM ou Rodier AUVRAY et la méthode de type CAQUOT**) qui permettent de déterminer le débit décennal qui s'écoule le long d'un bassin versant.

Dans notre cas d'espèce, nous utiliserons la **Méthode rationnelle ou CIA** pour la détermination du débit décennal (**Q₁₀**) car notre zone de projet se trouve dans une zone fortement urbanisée avec un bassin versant de petite taille. La formule du débit est la suivante :

$$Q_{10} = 0,278 \times CIA$$

Avec :

- **Q₁₀** : Débit maximal de la crue décennale en **m³/s** ;
- **C** : Coefficient de ruissellement qu'on suppose uniforme sur le petit bassin considéré et pendant la durée de l'averse. Il dépend essentiellement de la nature des terrains et de la végétation en place sur le bassin versant. Dans notre cas, sa valeur est **C = 0,70 (annexe Car on a un terrain à forte pente (entre 6 et 7%) en pleine agglomération et comportant beaucoup d'habitation ;**
- **A** : Superficie du bassin versant en **Km²**. Cette valeur a été obtenue à l'aide du logiciel ArcGIS ;
- **I** : Intensité de l'averse en **mm/h**.

Pour calculer le débit maximal de la crue décennale, il faut déterminer l'intensité moyenne de l'averse de même fréquence dont la durée est égale au temps de concentration. On déduit cette intensité à partir des courbes IDF (Intensités-Durées-Fréquences).

Pour calculer donc **le temps de concentration T_c**, nous faisons recours à la **formule empirique de KIRPICH** :

$$T_c = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1,15}}{H^{0,38}}$$

- **T_c** : Temps de concentration en minute (mn) ;
- **L** : distance en mètres (m) entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin ;

- H : dénivelée en mètres (m) entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin ;

Les données pluviométriques utilisées sont celles de la station météorologique de l'Aéroport Abidjan, Côte d'Ivoire datant de 2017. Cependant, ces données s'arrêtent en 2001. En effet nous n'avons pas pu avoir accès aux données récentes car elles sont en cours d'élaboration et ne sont pas encore disponibles.

Connaissant donc le temps de concentration T_c , on peut alors approcher par deux manières l'intensité de l'averse. Soit par lecture sur les courbes IDF fournie par la SODEXAM (**Voir tableau 1**) ou à partir de la **formule de Montana** définie comme suit :

$$I = a \times T_c^{-b}$$

Les durées t sont en minutes (mn) et l'intensité $i(t)$ est en millimètres par minutes (mm/mn). **NB : Multiplier le résultat obtenu par 60 pour avoir $i(t)$ en mm/h.**

Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour de 10 ans. (**Voir tableau 2**)

Tableau 1 : Intensités maximales horaires par pas de temps avec une durée de retour de 10 ans.

STATION D'ABIDJAN PERIODE D'OBSERVATIONS (1958-2001)									
IC = Intervalle de confiance	Intensités maximales horaires annuelles de pluies (mm/h) par pas de temps (mn) avec Durée de retour T=10 ans								
Durée de la pluie en minutes	10	15	30	45	60	90	120	180	240
IC=95% borne inférieure	197	166	123	98.2	84.6	66.5	55.4	40.7	33
Valeur théorique	223	188	138	110	95	75.6	63.2	46.6	37.9
IC=95% borne supérieure	249	210	154	121	105	84.6	71	52.5	42.8

Source : SODEXAM, 2017

Tableau 2 : Coefficients de Montana en fonction de la période de retour

Station d'ABIDJAN AEROPORT (Statistique sur la période d'observations 1958-2001)	

	Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 10 minutes à 120 minutes (2 heures)	
Durée de retour	a	b
T = 1.0101 an	5,084	0,526
T = 2 ans	8,709	0,5112
T = 5 ans	10,909	0,5079
T = 10 ans	12,334	0,505

Source : SODEXAM, 2017

A ce débit calculé, nous ajouterons un débit supplémentaire de $1\text{m}^3/\text{s}$. En effet, selon le responsable du laboratoire, il s'écoule environ 700m^3 chaque 24h. Nous estimons donc que ce débit supplémentaire ajouté au débit calculé est raisonnable.

II.2. Dimensionnement du canal rectangulaire

II.2.1. Matériels

Pour mener à bien l'étude, du matériel et un certain nombre d'outils informatiques ont été utilisés en fonction des objectifs à atteindre :

- **ArcGIS** : pour la délimitation du bassin versant du projet et calculs des paramètres hydrologiques ;
- **Googleearth** : pour l'élaboration des cartes satellitaires
- **Excel** : pour l'élaboration des feuilles de calcul ;
- **AUTOCAD** : pour l'élaboration des différents plans de structure et des différentes vues proposées de l'ouvrage ;
- **Pybar** : pour la modélisation et la détermination des sollicitations ;

II.2.2. Méthodes

II.2.2.1. Dimensionnement hydraulique du canal

a.1. Hypothèses de base

Le dimensionnement hydraulique a pour objectif de déterminer les caractéristiques géométriques et hydrauliques du canal en vue d'écouler un débit Q . Pour ce dimensionnement nous utiliserons la formule de Manning Strickler dans un écoulement uniforme.

a.2. Calcul des sections

La formule de Manning Strickler est :

$$Q = K_s \times \frac{S^{5/3}}{P^{2/3}} \times \sqrt{I}$$

La méthode de la débitance pour le canal du canal rectangulaire stipule que :

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = K_s \times \frac{S(y)^{5/3}}{P(y)^{2/3}} = D(y)$$

Avec :

$S(y)$: section mouillée (m^2) ; $S = b \times y_n$

$P(y)$: périmètre mouillé(m) ; $P = 2 \times y_n + b$

II.2.2.2. Dimensionnement structural du canal

On mènera l'étude en considérant deux sections de béton, soit une section horizontale (le radier) et une section verticale (les voiles latéraux). Pour ces deux parties, nous considèrerons une section de béton de 1 ml suivant la longueur de l'ouvrage.

b.1. Hypothèses de base

Le dimensionnement hydraulique a pour objectif de déterminer les caractéristiques géométriques et hydrauliques du canal en vue d'écouler un débit Q . En considérant un écoulement uniforme, la formule de Manning Strickler nous permet de déterminer le débit maximal admissible dans un ouvrage en fonction de ses dimensions et de sa pente moyenne.

b.2. Charges à considérer

Prédimensionnement :

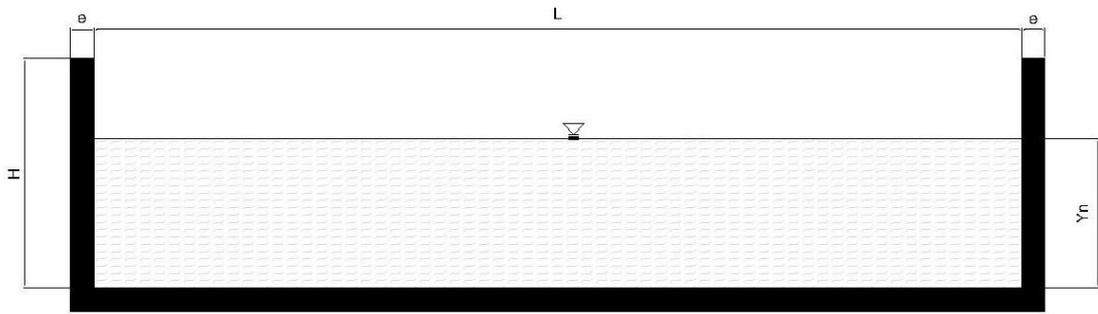


Figure 5 : Prédimensionnement canal rectangulaire

$$e = \frac{H}{12}$$

Avec e : épaisseur du voile et h : hauteur du remblai.

Les charges à considérer pour les différents types d'ouvrage sont de deux (02) sortes, soit des charges permanentes et des charges d'exploitation.

Au niveau du voile

- P : Poids propre du voile $P = e \times h \times \gamma_b$
- La poussée latérale : $Pl = \frac{1}{2} \times K \times h^2 \times \gamma_b$

Au niveau du radier

Le radier étant dimensionné comme une dalle renversée, la charge à considérer est la contrainte du sol qui est égale à la somme des charges permanentes, soit le poids de la structure.

- Poids propre du radier : $Pr = e \times L \times \gamma_b$
- Poids des voiles : $Pv = (2e \times h \times 1 \times \gamma_b) / L$
- Revêtement : $Prev = (2er \times h \times 1 \times 1,2) / L$

b.3. Calcul des efforts et sollicitations

La structure étant simple, nous procéderons par la méthode RDM en vue de déterminer les sollicitations. Les détails de ses calculs sont disponibles en annexe.

$$\text{Radier : } N_{ser} = Pr + Pv + Prev \text{ et } M_{ser} = \frac{1}{12} * P * L^2$$

$$\text{Voile : } N_{ser} = P \text{ et } M_{ser} = \frac{1}{3} * Pl * H$$

Radier

Comme dans la section trapézoïdale il sera question de le dimensionner comme une poutre en flexion simple de section b*h.

Section dimensionnée à l'ELS, avec les données suivantes : M_{ser} ; b ; h ; d ; d'

Coefficient : $\alpha = \sigma_{bc} / \sigma_{bc} + (\sigma_{st} / 15)$

Fibre neutre : $Y = d \times \alpha$

Bras de levier du couple interne : $Z_b = d - (Y/3)$

Moment de résistance du béton : $M_{serb} = 0.5 \times \sigma_{bc} \times b \times \alpha(1 - (\alpha/3)) \times d^2$

$M_{ser} \leq M_{serb}$ donc pas d'acier comprimé

Section d'armature en traction : $A_{st} = M_{ser} / (\sigma_{st} \times Z_b)$

Condition de non-fragilité : $A_{min} = 0.23 \times b_0 \times d \times (\frac{f_{t28}}{f_e})$

$$A_s = \text{Max}(A_{min}, A_{st})$$

Vérification à l'ELS

$$S = \frac{BoY^2_{ser}}{2} - n * A_{st} * (d - Y_{ser})^2 = 0$$

$$I_{ser} = \frac{BoY^3_{ser}}{3} + n * A_{st} * (d - Y_{ser})^2 = 0$$

Voiles

Le voile dans la section rectangulaire étant soumis à la poussée de terre latérale est dimensionné comme un mur de soutènement à section constante. Le mur étant disposé sur un radier calculé et ferrailé, la stabilité externe demeure vérifiée, calculons donc les conditions de stabilité interne. La section de contact avec le radier ayant le moment le plus élevé, nous l'utiliserons pour la détermination des armatures que nous uniformiserons dans toute la section du mur. Les sollicitations maximales à considérer : N_{max} ; M_{max}

Calcul de l'excentricité et en déduire la condition de flexion

$$e = M/N$$

On a $e > 4h_0$ nous sommes donc en flexion simple

$$M_{serb} = 0,5 \times b_0 \times d^2 \times \sigma_{bc} \times \bar{\alpha}_{ser}(1 - 0.333\bar{\alpha}_{ser})$$

$M_{serb} \geq M_{ser}$ il n'y a donc pas nécessité d'utiliser des aciers comprimés.

$$A_{st} = M / (Z_{ser} \times \sigma_{st})$$

$$A_{min} = \text{max}(A_{st}; 0,23 \times b_0 \times d \times (f_{t28}/f_e))$$

Armatures de répartition (aciers horizontaux) du voile côté remblayé. On adopte une disposition forfaitaire d'armatures de répartition :

Armatures de répartition : $A_h \geq 0,1e$; avec e : épaisseur du béton

En FP l'espace **$esp \leq \min (25cm ; 2e)$** . Le coté non remblayé du mur sera ferrillé dans les deux sens avec des aciers forfaitaires.

Vérification de la stabilité externe

Soit F_s le coefficient de stabilité

- **Stabilité au non-renversement** : $F_s = M_v/M_h$
- **Stabilité au glissement** : $F_s = \sum F_v \times \tan \varphi / \sum F_h$

II.3. Dimensionnement du canal trapézoïdal

Pour mener à bien l'étude, du matériel et un certain nombre d'outils ont été utilisés en fonction des objectifs à atteindre. Nous utiliserons les mêmes données que celle de la partie d la section rectangulaire.

II.3.1. Méthodes

II.3.1.1. Dimensionnement hydraulique du canal

a.1. Hypothèses de base

Le dimensionnement hydraulique a pour objectif de déterminer les caractéristiques géométriques et hydrauliques du canal en vue d'écouler un débit Q. Les hypothèses considérées dans cette partie sont les mêmes que celle énoncées dans la partie du canal rectangulaire.

a.2. Calcul des sections

La formule de **Manning Strickler** est :

$$Q = K_s \times \frac{S^{5/3}}{P^{2/3}} \times \sqrt{I}$$

Q : Débit maximal à évacuer ;

K_s : Coefficient de rugosité ;

I : Pente du canal ;

S : Surface mouillée ;

P : Périmètre mouillé ;

Cette formule nous permet à partir du débit connu et d'une itération sur le tirant d'eau Y_n , de déterminer la section minimale S dite section économique du canal d'où nous pourrions tirer les différentes dimensions en fonction du type de section. Le tirant d'eau Y_n sera déterminé en procédant par une itération ou solveur Excel.

La méthode de la débitance pour le canal trapézoïdal stipule que :

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = K_s \times \frac{S(y)^{5/3}}{P(y)^{2/3}} = D(y)$$

$S(y)$: surface mouillée (m^2) ; $S(y) = y_n \times (b + m \times y_n)$

$P(y)$: périmètre mouillé(m) ; $P(y) = b + 2y\sqrt{(1 + m^2)}$

Prescriptions : Nous devons adopter après calcul une vitesse de 0.3m/s pour permettre l'auto-curage du fond du canal. Pour le calcul des vitesses, la formule utilisée est :

$V = Q/S$ toute en choisissant une vitesse telle que $0,3m/s < V < 4m/s$.

II.3.1.2. Dimensionnement structural du canal

a.1. Hypothèses de base

Tous les calculs sont établis suivant les prescriptions et norme donnés dans les documents suivants :

- ↳ BAEL 91 modifié 99
- ↳ EUROCODE 2 partie 4 (Structure de soutènement)
- ↳ Fascicule 62 titre V
- ↳ Béton

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 * f_{c28} = 0,6 + 0,06 * 25 = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{bc} = 0,6 * f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{bu} = 0,85 * (25/1,5) = 14,20 \text{ MPa}$$

La fissuration est jugée préjudiciable (FP)

- Acier

Acier à haute adhérence HA FeE500

$$\sigma_{st} = \min \left(\begin{pmatrix} 2 \\ - \\ 3 \end{pmatrix} f_e; \max \left(\begin{pmatrix} 1 \\ - \\ 2 \end{pmatrix} f_e; 110 (\eta f_{tj})^{0.5} \right) \right) = 250 \text{ MPa}$$

Enrobage C = 3 cm

➤ Matériaux remblais et sol

Les efforts latéraux et poussés de terre seront calculés en considérant une hauteur de remblais de 2,5m compacté par couches de 30 cm et en respectant les prescriptions techniques suivantes :

Poids volumique du remblai : $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Angle de Frottement interne : $C=0, \Theta = 30^\circ$

Coefficient de poussée : $K = 0,333$

Le sol d'assise présente une résistance caractéristique de $\sigma_{sol} = 0,19 \text{ MPa}$

a. Charges à considérer

Prédimensionnement :

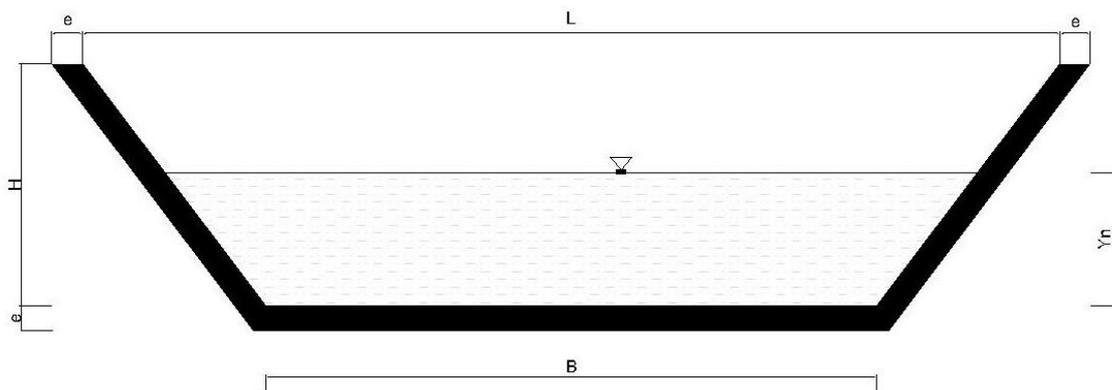


Figure 6: Prédimensionnement canal trapézoïdal

$$e = H/12$$

Avec e : épaisseur du voile et h : hauteur du remblai.

Les charges à considérer pour les différents types d'ouvrage sont de deux (02) sortes, soit des charges permanentes et des charges d'exploitation. Les charges permanentes seront désignées d'une part comme les charges provenant de la structure elle-même, soit le poids du béton armé qui le constitue, le revêtement et d'autre part les charges externes tels que, le poids du remblai, et la réaction du sol qui s'appliquera sur le radier.

Les charges d'exploitation seront désignées comme toutes charges intervenant dans l'exploitation de l'ouvrage. Dans notre cas il s'agira essentiellement du poids des eaux qui s'écouleront dans le canal.

Nous effectuerons les calculs en considérant une portion de canal de 1 m suivant sa longueur. Nous obtenons donc des résultats au mètre linéaire.

Au niveau du radier :

Le radier étant dimensionné comme une dalle renversée, la charge à considérer est la contrainte du sol qui est égale à la somme des charges permanentes, soit le poids de la structure.

- **Poids propre du radier : $Pr = e * L * \gamma_b$**

Au niveau du voile

L'angle d'inclinaison des voiles étant supérieur à l'angle du talus naturel de sol support, il y a donc compensation au niveau des charges. Le voile dans la section trapézoïdale sera donc soumis uniquement à son poids propre reposant sur le remblai. Cette charge peut être reprise par le béton uniquement, les armatures à disposer seront donc des aciers forfaitaires en vue de résister aux fissurations de béton forfaitaire.

- ***Calcul des efforts et sollicitations***

La structure étant simple, nous procéderons par la méthode RDM vue de déterminer les sollicitations. Les détails de ses calculs sont disponibles dans l'annexe 3.

$$N_{ser} = Pr$$

$$M_{ser} = \frac{1}{12} * Pr * l^2$$

- ***Calcul des sections d'armatures***

Au niveau du Radier

Le radier est dimensionné comme une dalle renversée portant dans un seul sens. Le radier est dimensionné en considérant le canal à vide, car ainsi nous nous mettons dans les conditions les plus défavorables. Une dalle en flexion simple est calculée au ferrailage comme une poutre en flexion simple de hauteur $h = e$ de la dalle et de largeur b .

Cette section de poutre sera calculée à l'ELS, avec les données suivantes : **M_{ser} ; d ; d' ; b ; h ; f_e ; f_{c28}**

Coefficient : $\alpha = \sigma_{bc} / \sigma_{bc} + (\sigma_{st} / 15)$

Fibre neutre : $Y = d \times \alpha$

Bras de levier du couple interne : $Z_b = d - (Y/3)$

Moment de résistance du béton : $M_{serb} = 0.5 \times \sigma_{bc} \times b \times \alpha(1 - (\alpha/3)) \times d^2$

$M_{ser} \leq M_{rserb}$ donc pas d'acier comprimé

Section d'armature en traction : $A_{st} = M_{ser}/(\sigma_{st} * Z_b)$

Condition de non-fragilité : $A_{min} = 0.23 \times b_o \times d \times (\frac{f_{t28}}{f_e})$

$A_s = \text{Max}(A_{min}, A_{st})$

Vérification à l'ELS

$$S = \frac{BoY^2_{ser}}{2} - n * Ast * (d - Y_{ser})^2 = 0 \text{ et } I_{ser} = \frac{BoY^3_{ser}}{3} + n * Ast * (d - Y_{ser})^2 = 0$$

Au niveau du Voile

Comme énoncé dans la partie « détermination des charges », la section d'acier à disposer dans le voile est une section d'armature forfaitaire. Cette section d'armature est déterminée par la formule suivante : **Amin > 0,23* bo *d * (ft28/fe)**

II.4. Dimensionnement du canal circulaire

II.4.1 Prédimensionnement

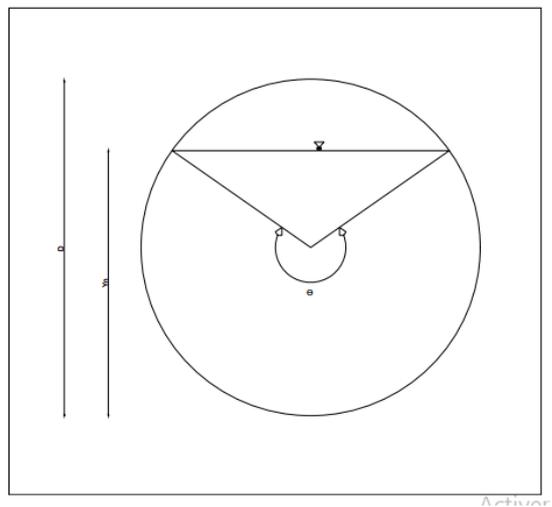


Figure 7: Prédimensionnement canal circulaire

Les buses que nous utiliserons pour nos travaux sont des buses en béton armé préfabriqués car ils sont plus accessibles sur nos marchés et moins couteux. Pour simplifier les calculs, nous avons utilisé le tableur Excel en optant pour la méthode de la débitance comme précédemment. Nous utiliserons la méthode classique de dimensionnement en écoulement uniforme des canaux circulaires. La formule de Manning Strickler est :

$$Q = K_s \times \frac{S_\theta^{5/3}}{P_\theta^{2/3}} \times \sqrt{I}$$

Avec :

S: Surface mouillée (m²) exprimée en fonction de l'angle mouillé, $S_\theta = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin\theta)$

P : Périmètre mouillé (m) exprimée en fonction de l'angle mouillé, $P_\theta = \frac{D\theta}{2}$

La détermination de l'angle mouillé, nous permettra ensuite de définir notre tirant d'eau y_n à travers la formule suivante : $y_n = \frac{D}{2} (1 - \cos \frac{\theta}{2})$

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour déterminer notre débit de projet, nous avons adopté la méthode rationnelle. Pour cette méthode, nous nous limiterons à la formule de KIRPICH pour la détermination de notre temps de concentration qui intervient dans la détermination de l'intensité pluvieuse nécessaire à l'application de la méthode rationnelle qui est utilisée pour les bassins de moins de 4 km² (BCEOM P.110). Cependant, bien qu'étant dans les limites (bassin de 5 km²) nous appliquerons cette méthode. Par la suite nous déterminerons notre débit de projet et effectuerons l'étude structurale pour établir les différents plans d'exécution.

III.1. CALCUL DU DEBIT DE PROJET

Les caractéristiques du bassin versant sont :

SUPERFICIE : A= 5 km²

Nature du terrain (coefficient de ruissellement) C= **0.7** car nous sommes dans une zone urbanisée avec d'habitations et la pente du terrain en place est compris entre 6 et 7%.

Intensité des averses (mm/h) : à déterminer.

Longueur du bassin : L = 3168 m

Altitude exutoire : He = 52m

Altitude du point le plus éloigné de l'exutoire : Hmax = 107m

APPLICATION DE LA METHODE DE KIRPICH

Calcul du temps de concentration Tc :

$$T_c = \frac{1}{52} \times \frac{3168^{1.15}}{(107 - 52)^{0.38}}$$

Donc **Tc = 44,52 mn**

Calcul de l'intensité des averses sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Calcul de l'intensité des averses (Formule de Montana)

Période de retour	a	b	Intensité(mm/h)	Débit(m ³ /s)
1 an	5,084	0,526	41,4	40,28
2 ans	8,709	0,511	75	73
5 ans	10,909	0.5079	95,16	93
10 ans	12,334	0.5059	10,42	105,5

A l'issu des calculs précédents, nous garderons le débit le plus élevé avec une période de retour de 10 ans. Le débit sera donc de, **105.5 m³/s** de par l'étude des bassins versants et 1 m³/s d'après les mesures du laboratoire chargé du traitement des eaux usées de l'usine. Le débit de **1m³/s** nous permettra de dimensionner les canaux circulaires évacuant les eaux industrielles. Le débit maximal retenu pour le dimensionnement du canal à ciel ouvert sera de **106.5 m³/s**.

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA SECTION TRAPEZOIDALE

$K_s = 70$ pour le béton armé

I : les données topographiques nous donnent une dénivelée d'environ 10,79m pour une distance de 265 m, d'où la pente générale du terrain naturel de 4,07% dépasse les 0,6%. Cette pente nous donne une vitesse d'écoulement trop élevé, nous fixons donc la valeur de la pente du projet à 0,4% pour notre dimensionnement. Toutefois il est question de vérifier la vitesse d'écoulement induite par cette pente ;

Nous obtenons les résultats suivants :

Hauteur : 3,00 m (soit un tirant d'eau $Y_n = 2,00$ m et une revanche de 1m)

Largeur au miroir : 10 m

Largeur en base : 7.5 m

Fruit de berge : 1/4

$G = 9,8$

$Q = 106.5$ m³/s et Pente I : 0,004

III.2.1 Étude structurale

Chargement

Prédimensionnement :

$e = H/12$, soit $e = 300/12$

Avec e : épaisseur du voile et h : hauteur du remblai.

On obtient une épaisseur de 25 cm de béton.

Pour le radier, nous décidons de garder les mêmes sections soit 25 cm d'épaisseur

- Au niveau du radier

Poids propre du radier

$$P = 0,25 \times 25$$

$$G1 = 6,25 \text{ kN/ml}$$

$$\text{À l'ELS } G_{ser} = G1 = 6,25 \text{ kN/ml}$$

$$\text{À l'ELU } G_u = 1,35 G1 = 8,44 \text{ kN/m}$$

III.2.2. Étude structurale

a. Chargement

Prédimensionnement :

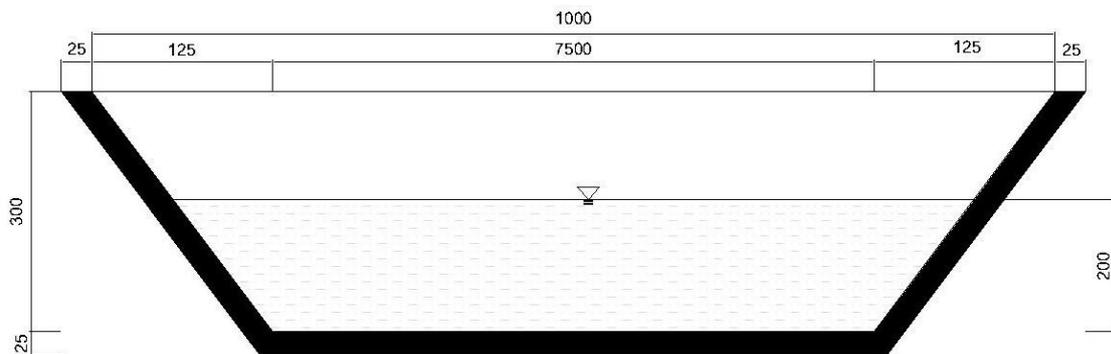


Figure 8: Dimensions du canal trapézoïdal

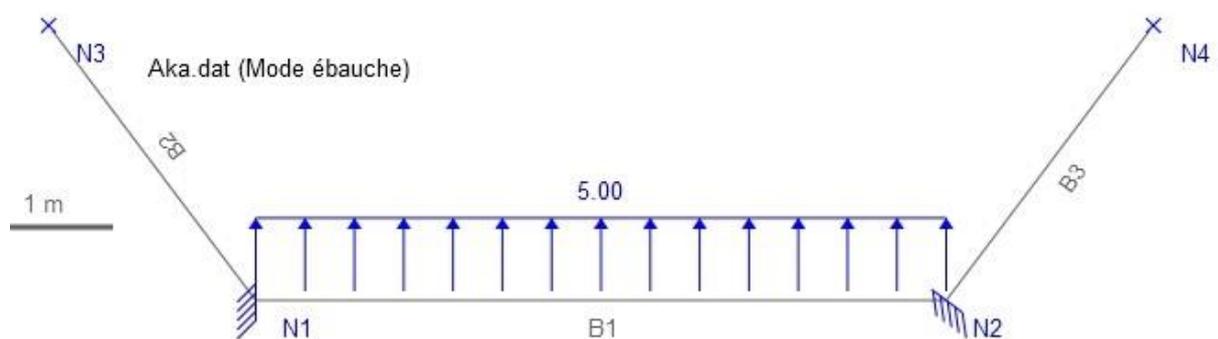


Tableau 4: Tableau des sollicitations canal trapézoïdal

Partie d'ouvrage	Moment M (kN.m/m)	Effort T (kN/m)
Radier, rive gauche	27,6	-
Radier rive droite	27,6	-
Radier, en travée	13,8	5
Voile	-	

Les résultats de ses différentes sollicitations maximales sont dus au chargement que supporte chaque partie d'ouvrage. En application du principe de la RDM.

b. Sections armatures

• Au niveau du Radier (en travée)

Données :

$M_{ser}=13,8 \text{ kN.m/ml}$; $b=1\text{m}$; $h=0,25\text{m}$; $d=0,225\text{m}$; $d'=0,025\text{m}$

$M_{serb}=151,53 \text{ KN.m/ml}$

On a $M_{ser} < M_{serb}$, donc pas d'acier comprimé.

Section d'armature en traction

$A_{st} = 2,90 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Condition de non-fragilité

$A_{min} = 2,17 \text{ cm}^2/\text{ml}$

$A_s = \text{Max} (A_{min} ; A_{st})$

$A_s = A_{st} = 2,90 \text{ cm}^2$

Vérification à l'ELS

$Y_{ser} = 4,157 \text{ cm}$

$I_{ser} = 18242,054 \text{ cm}^4$

Contrainte du béton (MPa)	3,14
Contrainte max du béton (MPa)	15,00
Vérification du béton	OUI
Contrainte dans l'acier (MPa)	208,14
Contrainte max dans l'acier (MPa)	250,00
Vérification de l'acier	OUI

Le calcul à l'ELS nous permet d'avoir une section d'armature tendue $A_{st} = 2,90\text{cm}^2$

Et nous n'avons pas d'acier comprimé. Toute fois l'épaisseur du béton étant considérable, soit 25 cm, les dispositions constructives nous imposent une deuxième nappe d'acier.

Choix des barres, 6 HA8 espacés de 20cm

$A_{relle} = 3,02\text{cm}^2$

Avec comme acier de répartition, des HA8 espacé de 20 cm

Calcul des aciers sur appuis

On obtient $A_{st} = 5,81\text{ cm}^2$

Choix : 6HA12 totalisant $A_{relle} = 6,79\text{ cm}^2$ espacement 20 cm

- **Au niveau du voile**

Section d'acier forfaitaire à disposer

$A_{min} > 0,23 \cdot 1 \cdot 0,18 \cdot 2,1 / 500$

$A_{min} > 2,17\text{ cm}^2$

Choix des barres 5HA8 espacés de 25 cm

$A_{relle} = 2,51\text{ cm}^2$

Et comme acier de répartition, des HA8 espacé de 25 cm.

III.3. DIMENSIONNEMENT DE LA SECTION RECTANGULAIRE

III.3.1. Étude Hydraulique

En utilisation de la formule de Manning Strickler illustré dans la partie Canal trapézoïdal, nous obtenons les résultats suivants :

Hauteur : 3,00 m (soit un tirant d'eau $Y_n = 2,00\text{ m}$ et une revanche de 1m)

Largeur : 10 m

Fruit de berge : 0

$G = 9,8$

$Q = 106,5\text{ m}^3/\text{s}$

Pente I : 0,004

- **Au niveau du voile**

La poussée latérale

$P = 18,75\text{ KN/ml}$

$K_a = 0,333$

$$\gamma_r = 19 \text{ kN/m}^3$$

Avec $h_r = 3,00 \text{ m}$ la hauteur du remblai

$$P_l = 0,5(0,333 \times 19 \times 3^2)$$

$$P_l = 28,47 \text{ kN/ml}$$

Les charges sur les deux voiles étant les mêmes on aura donc : $P_g = P_d$

III.3.2. Étude structurale

a. Chargement

Prédimensionnement :

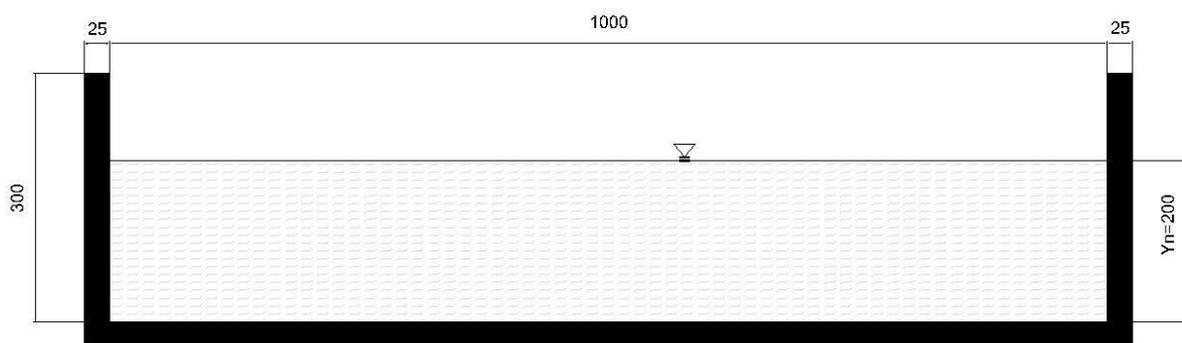


Figure 9 : Dimensions du canal rectangulaire

$$e = h/12, \text{ soit } e = 300/12$$

Avec e : épaisseur du voile et h : hauteur du remblai.

On obtient une épaisseur de 25 cm de béton.

Pour le radier, nous décidons de garder les mêmes sections soit 25 cm d'épaisseur.

- Au niveau du voile

La poussée latérale

$$P = 18,75$$

$$K_a = 0,333$$

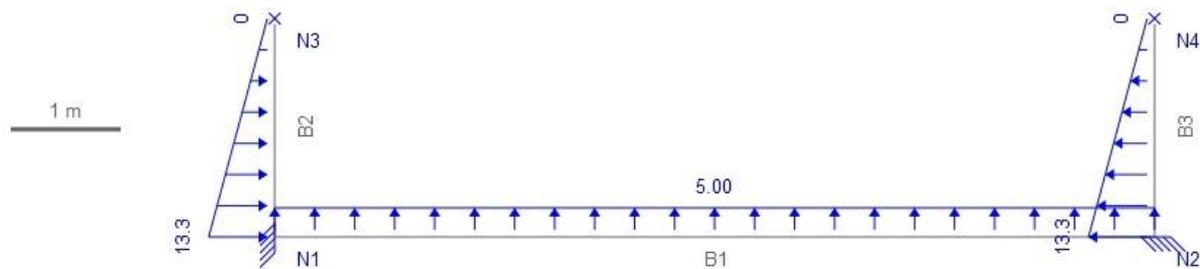
$$\gamma_r = 19 \text{ kN/m}^3$$

Avec $h_r = 3,00 \text{ m}$ la hauteur du remblai

$$P_l = 0,5(0,333 \times 19 \times 3^2)$$

$$P_l = 12,65 \text{ kN/ml}$$

Les charges sur les deux voiles étant les mêmes on aura donc : $P_g = P_d$



b. Efforts et sollicitations

Tableau 5: tableau des sollicitations canal trapézoïdal

Partie d'ouvrage	Moment M (kN.m/m)	Effort T (kN/m)
Radier, rive gauche	52,1	-
Radier rive droite	52,1	-
Radier, en travée	26	5
Voile	42,8	18,75

Les résultats de ses différentes sollicitations maximales sont dus au chargement que supporte chaque partie d'ouvrage. En application du principe de la RDM.

c. Sections armatures

- **Au niveau du radier (en travée)**

Données

$M_{ser}=26,0\text{kN.m/ml}$; $b=1\text{m}$; $h=0,3\text{m}$; $d=0,225\text{m}$; $d'=0,025\text{m}$

Section d'armature en traction

$A_{st} = 5,47 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Condition de non-fragilité

$A_{min} = 1,74 \text{ cm}^2/\text{ml}$

$A_s = \text{Max} (A_{min} ; A_{st})$

$A_s = A_{st} = 5,47 \text{ cm}^2$

Vérification à l'ELS

$Y_{ser} = 5.31\text{cm}$ et $I_{ser} = 29236,164\text{cm}^4$

Contrainte du béton (MPa)	4,72
Contrainte max du béton (MPa)	15,00
Vérification du béton	OUI
Contrainte dans l'acier (MPa)	229,31
Contrainte max dans l'acier (MPa)	250,00
Vérification de l'acier	OUI

Le calcul à l'ELS nous permet d'avoir une section d'armature tendue $A_{st} = 5,47\text{cm}^2$

Et nous n'avons pas d'acier comprimé. Toute fois l'épaisseur du béton étant considérable, soit 25 cm, les dispositions constructives nous imposent une deuxième nappe d'acier.

Choix des barres, 7 HA10 espacés de 15 cm

Arelle = 5,50 cm²

Les armatures de répartition $\Theta_t = \Theta_l / 3$

Soit des HA6 espacés de 20cm

Calcul des aciers sur appuis

On obtient $A_{st} = 10,97\text{cm}^2$

Choix : 6HA16 espacés de 20 cm totalisant Arelle = 12,06 cm²

- **Au niveau du voile**

Les sollicitations maximales à considérer :

$N_{ser} = 18,75 \text{ kN/ml}$

$M_{ser} = 42,8 \text{ kN.m/ml}$

Calcul de l'excentricité et en déduire la condition de flexion

$e = 2,28 \text{ m}$

$4h_0 = 1,00\text{m}$

On a $e > 4h_0$ nous somme donc en flexion simple

$M_{serb} = 151,53 \text{ kN.m/ml}$

$M_{serb} \geq M_{ser}$ il n'y a donc pas nécessité d'utiliser des aciers comprimés.

$Z_{ser} = 0,19$

$A_{st} = 9,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$

$A_s = \max(9,01; 2,17)$

$A_s = 9,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Choix des barres, 6HA14 espacé de 20 cm

Areille = 9,24 cm²

Armatures de répartition (aciers horizontaux) du voile (côté remblayé)

On adopte une disposition forfaitaire d'armatures de répartition :

Armatures de répartition : $A_h \geq 0,1e$ avec e : épaisseur du béton

$$A_h = 0,1 * 25$$

$$A_h = 2,5 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

On choisit des HA8 espacés de 20 cm. D'où on choisit un espacement $\text{esp}=20\text{cm}$

Le coté, non remblayé du mur sera ferrailé dans les deux sens avec des aciers forfaitaires.

Soit : A_x = des HA8 espacés de 20cm

A_y = des HA8 espacés de 20 cm

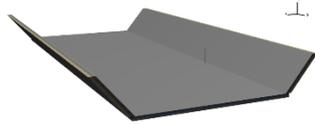
- Stabilité au non-reversement

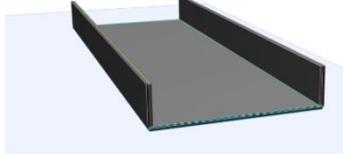
$F_s = 387.83/37,90 = 10,23 > 1,5$ la stabilité au non-renversement est vérifiée

- Stabilité au glissement

$F_s = 1,55 > 1,5$ la stabilité au non-glissement est vérifiée.

Tableau 6: Récapitulatif du dimensionnement

Désignation	Illustration	Dimensions	Volume de béton /ml/m ³	Section d'armature /ml/cm ²	Choix des barres(esp en cm)
Canal trapézoïdal 1		Tronçon 1 3*0,25	0,75	Radier : 3,02c	6HA8, esp = 20
				Voile : 2,90	5HA8, esp = 25
				Appuis	6HA12 esp= 20

Canal rectangulaire		Tronçon 1 10*0,25	2,5	Radier : 5,50cm ²	7HA10, esp = 15
				Voile : 9,24cm ²	6HA10, esp = 20
				Appuis	6HA16 esp= 20

NB : La section de canal rectangulaire présente des sollicitations plus élevées, au niveau du voile due à la poussée de terre qui agit sur le mur vertical et au niveau du radier, effet de la charge du mur, qui transmet directement son poids propre au radier.

De ses résultats ci-dessus listés, il ressort que la section trapézoïdale est favorable en comparaison avec une section rectangulaire, du fait de sa capacité à évacuer le même débit en étant économiquement favorable en section d'acier et aussi de béton. Aussi sa mise en œuvre ne nécessite pas forcément la réalisation de coffrage pour le coulage du béton, contrairement au canal rectangulaire qui lui, doit être coffré. Toute foi, la réalisation d'un canal trapézoïdal peut s'avérer plus complexe de par la section qui demande la réalisation de talus suivant les inclinaisons des voiles latéraux, qui demande une main-d'œuvre qualifiée et l'intervention de certain engin. Il est donc judicieux, dans la mesure du possible, d'opter pour un canal trapézoïdal, qui nous permettra d'évacuer notre débit tout en gardant des sections économiques de béton et d'armature.

III.4. DIMENSIONNEMENT DU CANAL CIRCULAIRE

Données :

Pente du fond de canal, I: 0.004

Débit transité, Qt: 1m³ /s

Diamètre : 1000 mm

Ks :70

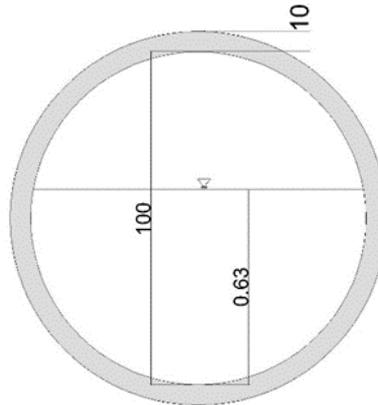


Figure 10 : Dimensions du canal circulaire

$$\frac{Q}{Ks\sqrt{I}} = 0,2108$$

Angle (rad)	Angle (°)	$Q/(Ks \cdot I^{1/2})$	$(D^2/8 \cdot (\theta - \sin\theta))^{5/3}$	$(D \cdot \theta / 2)^{2/3}$	A/B	Yn (m)
0,31	18	0,226	0,000	0,291	0,000	0,006
1,57	90	0,226	0,012	0,851	0,014	0,146
3,14	180	0,226	0,211	1,351	0,156	0,500
3,24	186	0,226	0,233	1,380	0,169	0,525
3,34	191	0,226	0,257	1,408	0,183	0,550
3,44	197	0,226	0,281	1,436	0,196	0,575
3,54	203	0,226	0,306	1,464	0,209	0,599
3,64	209	0,226	0,331	1,491	0,222	0,624
3,65	209	0,226	0,334	1,494	0,223	0,626
3,66	210	0,226	0,336	1,497	0,225	0,629
3,67	210,4	0,226	0,339	1,499	0,226	0,631
3,68	210,9	0,226	0,341	1,502	0,227	0,633
3,69	212	0,226	0,344	1,505	0,228	0,636
3,70	212	0,226	0,346	1,507	0,230	0,638

$\theta = 3,67 \text{ rad soit } 210,4^\circ$

D'où $Yn = 0,63 \text{ m}$

On retiendra un canal de diamètre **1m** avec un tirant d'eau **Yn de 0,63 m**.

III.5. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DES TRAVAUX

III.5.1. Canal trapézoïdal

Le devis estimatif ci-dessous est le résultat de calcul des quantités des différents intrants, béton et acier, qui vont servir pour la construction du canal trapézoïdal.

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU	PT
1	Acier HA	kg	45 000	650	29 250 000
2	Béton (350kg/m3)	m3	906.25	110000	99 660 000
3	Coffrage	m ²	2700	10000	27 000 000
4	Terrassement	ha	4	50 000 000	200 000 000
TOTAL HT					355 910 000

Le montant total de réalisation pour un canal trapézoïdal s'élève à 355 910 000 FCFA, montant hors taxe.

III.5.2. Buses

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU	PT
1	Fouille	ml	665	5 000	3 325 000
2	Nivellement fond de fouille	ml	665	500	332 500
3	Fourniture et pose	ml	665	75 000	49 875 000
TOTAL HT					53 532 500

III.5.3. Terrassements généraux

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU	PT
1	Travaux de déviation	ml	350	100 000	35 000 000
2	Fouille du canal	ml	300	100 000	30 000 000
3	Terrassement du site	ha	4	30 000 000	120 000 000
TOTAL HT					185 000 000

Le cout total des travaux s'élève à 594 442 500 HT

IV. IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

IV.1. Identification et analyse des impacts potentiels du projet

Le présent projet nécessite dans son exécution quatre phases suivantes :

- Impacts liés à la phase pré-opérationnelle ;
- Impacts liés à la phase de construction ;
- Impacts liés à la phase d'exploitation ou opérationnelle ;
- Impacts liés à la phase de cessation d'activités.

A ceux-là, il faut ajouter les impacts habituels d'un tel projet aux impacts non moins considérables à savoir les éboulements de terrain.

IV.2. Impacts positifs des projets prioritaires

Impacts positifs du projet en phase de pré-opérationnelle

- La création d'emploi direct et indirect pour la jeunesse et les populations environnantes.
- Amélioration du cadre de vie des populations riveraines ainsi que des travailleurs ;

Impacts positifs en phase de construction

- Réalisation de projets communautaires pour les populations riveraines (dépistages volontaires) de maladies, sponsoring d'activités culturelles
- Développement d'activités génératrices de revenus aux alentours de la zone du projet (restauration, communication)

Impacts positifs en phase d'exploitation ou opérationnels

- Réduction de l'érosion ;
- Préservation des biens et des personnes ;
- Limitation des odeurs nauséabondes due à la stagnation des eaux usées et industrielles ;
- Stabilisation des talus environnants

Impacts positifs en phase de cessation d'activités

- Réduction des inondations ;
- Amélioration du cadre de vie.

IV.3. Impacts négatifs des projets prioritaires

- Impacts négatifs du projet en phase de pré-opérationnelle

Les impacts négatifs de la préparation du site du projet ou des activités pré-opérationnelles portent notamment sur : les émissions atmosphériques ; les nuisances sonores ; la perturbation de la circulation dans la zone concernée ; la perturbation de la quiétude des riverains.

- Impacts liés aux émissions atmosphériques

Les impacts atmosphériques proviennent de la production de gaz par les engins lourds nécessaires pour la réalisation du projet. En effet, la combustion du carburant nécessaire à la production d'énergie des engins pendant les travaux de préparation du site occasionnera des émissions atmosphériques qui concernent notamment le gaz carbonique (CO₂), les oxydes d'azote (NO₃), les oxydes de soufre (SO₂) et l'hydrocarbure non brûlé. Ces gaz qui se dégagent dans l'atmosphère entraînent la pollution de l'air. Les effets des émissions sont temporaires, faibles et se dispersent rapidement. Cependant, un mauvais fonctionnement des équipements relatif au travail génie civil peut entraîner une augmentation de la quantité d'émissions atmosphérique. Dans ce cas, ces émissions constitueront des sources de nuisance pour l'environnement, le personnel et les riverains.

- Impacts liés aux nuisances sonores

Le bruit lié à la mise en place des installations des travaux en génie civil sur le site durant les activités pré opérationnel se propage dans le milieu environnant. Cette propagation de bruit peut évoluer sur la zone environnante. Cependant ce bruit est temporaire et limité dans la zone immédiate des travaux. Cependant le site des travaux étant proche des riverains et de certaines habitations de fortunes des riverains, ces nuisances sonores sur les populations environnantes peuvent être très significatives, y compris le personnel travaillant sur les lieux de l'exploration.

- Impacts liés à la perturbation de la circulation

Les différentes opérations de mise en place des équipements, des engins lourds TP (bulles, chargeuse, etc.) et les mouvements des engins vont perturber la quiétude des riverains par la perturbation du trafic et occasionné des accidents de par la présence permanente des enfants et des curieux. Cette perturbation du trafic est un impact négatif potentiel pendant la phase pré-opérationnelle. Un accent particulier doit donc être mis sur la signalisation et la sensibilisation des populations environnantes.

IV.4. Impacts négatifs du projet en phase de construction

- Impacts sur l'esthétique du paysage

A cause de la présence des engins lourds sur le site du projet, la présence permanente des engins lourds sur le site va modifier le champ visuel des riverains.

- Impacts liés aux nuisances sonores

Le bruit en phase de construction se propage dans le milieu environnant. Cette propagation de bruit peut évoluer vers les habitats des riverains et constituer une nuisance importante pour les populations riveraines. Ceci constitue un impact majeur. Les émissions de bruit vont durer tout le long de l'exécution du projet. En effet, le personnel travaillant sur le site peut être exposé aux dangers suivants : Bruit généré par le fonctionnement des installations. Etant donné que nous sommes en zone industrielle, les populations sont constamment exposées à ces nuisances sonores.

- Impacts liés aux émissions atmosphériques

Les principales sources d'altération de la qualité de l'air sont les gaz d'échappement des moteurs et des engins lourds déployés sur le site de l'entreprise des travaux. Il faut ajouter à ceux-là les émissions dû aux activités de production de l'usine. Ces gaz comprennent le dioxyde de carbone (CO₂), les oxydes d'azote (NO₃), l'oxyde de soufre (SO₃), et l'hydrocarbure non brûlés. Ces gaz émis dans l'atmosphère entraînent la pollution de l'air, mais se dispersent rapidement dans l'atmosphère selon la vitesse des vents et de leurs directions.

- Impacts liés au rejet des déchets solides

Les principaux déchets solides générés lors des travaux d'aménagement sont des déchets industriels banals (DIB, assimilable aux déchets ménagers) et les déchets industriels spéciaux (DIS). Le plan de gestion des déchets doit être une partie intégrante des règles HSE de l'entreprise qui va réaliser les travaux d'aménagement. Elle doit également gérer les déchets retrouvés dans les conduites des eaux de pluie. La santé et la sécurité du personnel sur le site des travaux peuvent être menacées.

- Impacts liés aux déversements accidentels des carburants(fuites)

Les déversements accidentels des résidus peuvent être liés à de nombreux facteurs tels que la fuite du réservoir des engins et moteurs lors de, leur alimentation en carburant, fuites, lors des vidanges ou tout autre dysfonctionnement des installations.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La participation à ce projet nous a permis de faire un large tour d'horizon des compétences acquises lors de notre formation.

Nous avons pu atteindre nos objectifs fixés dès le départ afin de répondre aux besoins du maître d'ouvrage. Ainsi, nous avons pu déterminer notre débit de projet ainsi que les caractéristiques géométriques des deux variantes en ce qui concerne le canal à ciel ouvert et aussi celui du canal circulaire. Par la suite nous avons pu ressortir les différentes armatures nécessaires à la mise en œuvre du canal à ciel ouvert ou nous avons opter pour celui trapézoïdal car plus stable moins couteux et facile à réaliser. Au niveau du canal circulaire, nous avons proposé un plan de pose puisqu'il s'agit des éléments préfabriqués.

En termes de recommandations,

Pour une meilleure fonctionnalité du canal à ciel ouvert :

- Prévoir la réalisation d'un dalot qui pourra relier les deux sites et ainsi permettre la mise en valeur de la partie non exploitée.
- Installer des grilles de part et d'autre du canal à ciel ouvert pour faire le tri des ordures à l'entrée et à la sortie de l'ouvrage et aussi assurer la sécurité du site.

Pour la sécurité des personnes :

- Prévoir des garde-corps dans les zones les plus fréquentées de l'ouvrage
- Mettre en place par endroits des échelles de secours pour les cas de chute accidentelles

Nous conseillons pour les canaux circulaires les tuyaux PVC ou PEHD car présentant moins de joints, donc peu de risques de rupture au niveau des joints pour les buses de 1m.

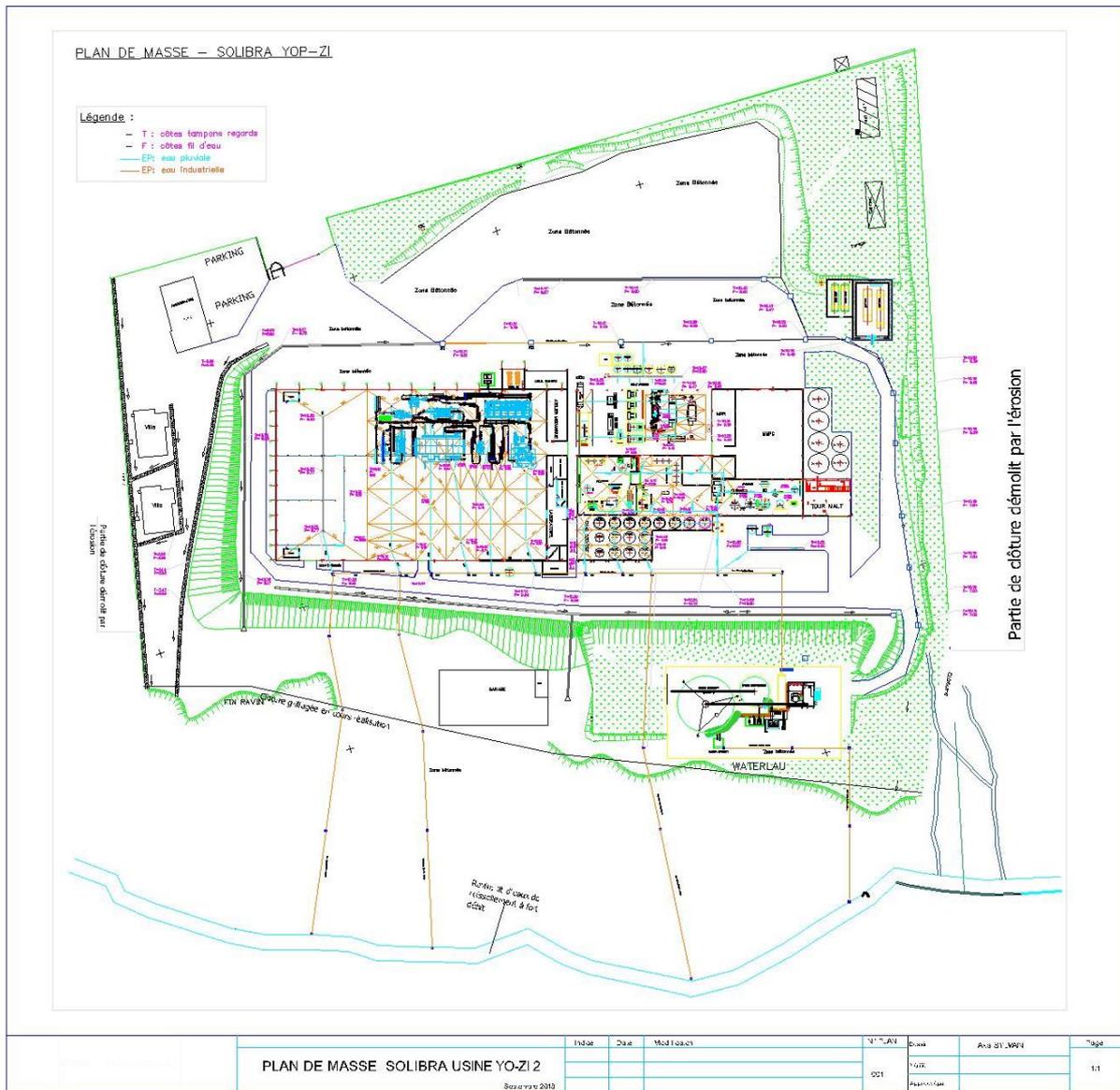
En effet, les conduites en PEHD sont à même de supporter les eaux industrielles comportant beaucoup de produits corrosifs tels que la soude.

Bibliography

- Eurocode 2 titre. 1998. *Calcul des structures en béton- Partie 4 structures de soutènement et réservoirs.*
- BENNIS, Saad. 2003. *Cours, Hydraulique et hydrologie.* 2ème édition.
- BIAOU, Anglebert Chabi. 2015. *Cours de calcul et conception des ouvrages hydrauliques.*
- LAWANE, Abdou. 2015. *Calcul de structure 1,2 et 3.*
- MAR, A.L. Juillet 2004. *Cours d'hydraulique. T2 ECOULEMENT A SURFACE LIBRE.*
- MESSAN, Adama. 2015. *Cours. Béton Armé 1,2,3 et 4.*
- MOUNIROU, Lawani A. Janvier 2014. *Cours. Essentiel de l'hydraulique a surface libre.*
- SCHLOSSER, Francois. s.d. *Ouvrage de soutènement, Poussée et butée.* 1975.
- Tuu, Nguyen Van. 1981. *Hydraulique routière.* Paris : BCEOM.
- V, Fascicule 62 titre. 1993. *règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil.*
- Yannick, BESSEBRO Dje. 2019. *Mémoire Master 2iE (études hydrauliques et structurales pour le revêtement en béton armé d'un drain dans la commune de Yopougon (Abidjan/cote d'ivoire).*
- YONABA, Roland. 2016. *Cours. Hydraulique à surface libre.*

ANNEXES

ANNEXE 1 : Plans d'assainissement



ANNEXE 2 : Dimensionnement hydraulique

PROFONDEUR NORMALE Yn DU CANAL TRAPEZOIDAL						
$Q = K_s * S * [Rh]^{2/3} * I^{1/2}$						
$Q = K_s \frac{(y(b + my_n))^{5/3}}{(b + 2my_n)^{2/3}} \sqrt{I}$						
Qlam (m3/s)	Ks	Largeur b	Pente I	berge m	Yn	Qcherché
106,5	70	7,5	0,004	0,25	1,98365287	106,500147
<i>La profondeur normale Yn est de</i>					2 m	

PROFONDEUR NORMALE Yn DU CANAL RECTANGULAIRE						
$Q = K_s \frac{(y(b + my_n))^{5/3}}{(b + 2my_n)^{2/3}} \sqrt{I}$						
Qlam (m3/s)	Ks	Largeur b	Pente I	berge m	Yn	Qcherché
106,5	70	10	0,004	0	1,69329634	106,50001
<i>La profondeur normale Yn est de</i>					2 m	

Tableau 30. Coefficient de ruissellement dans la méthode rationnelle.

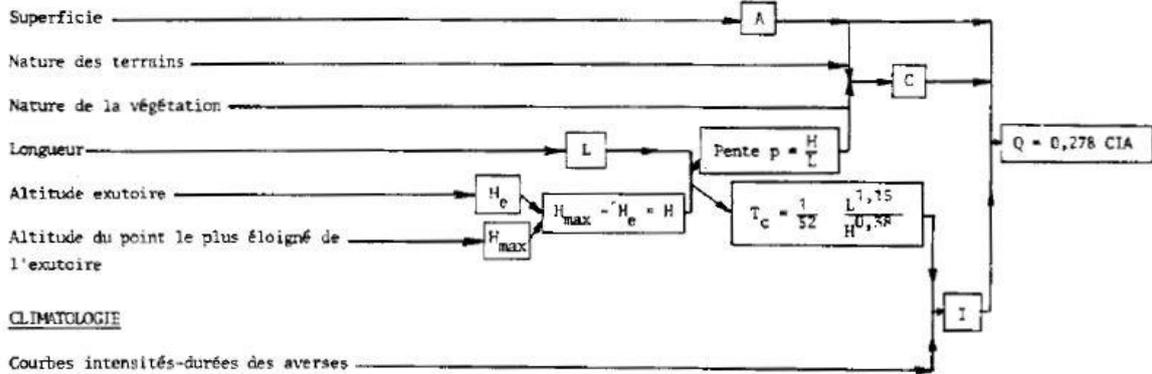
Nature de la couverture végétale	Valeur de C							
	Petits bassins de 0 à 10 ha présentant une pente de				Bassins moyens de 10 à 400 ha présentant une pente de			
	moins de 5 ‰	de 5 à 10 ‰	de 10 à 30 ‰	plus de 30 ‰	moins de 5 ‰	de 5 à 10 ‰	de 10 à 30 ‰	plus de 30 ‰
Plates-formes et chaussées de routes : cours	0,95	*	*	*	*	*	*	*
Terrains dénudés, ou à végétation non couvrante	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,75	0,80	0,85
Terrains déjà attaqués par l'érosion								
Labours frais								
Cultures couvrantes, céréales hautes	0,75	0,80	0,85	0,90	0,52	0,60	0,72	0,80
Terrains de parcours, chiendent ras								
Petite brousse clairsemée								
Prairies	0,70	0,75	0,80	0,85	0,30	0,36	0,42	0,50
Brousse dense, Savane à sous-bois								
Forêt ordinaire en futaie	0,30	0,50	0,60	0,70	0,13	0,20	0,25	0,30
Sous-bois touffus	0,20	0,25	0,30	0,40	0,15	0,18	0,22	0,25

115

Organigramme de la méthode rationnelle avec la formule de KIRPICH

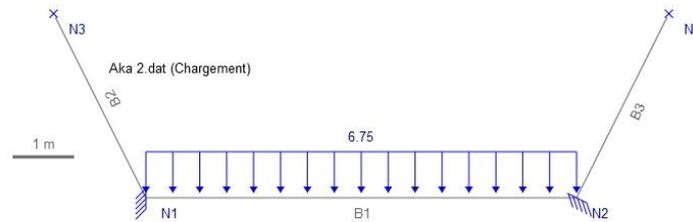


CARACTERISTIQUES DU BASSIN



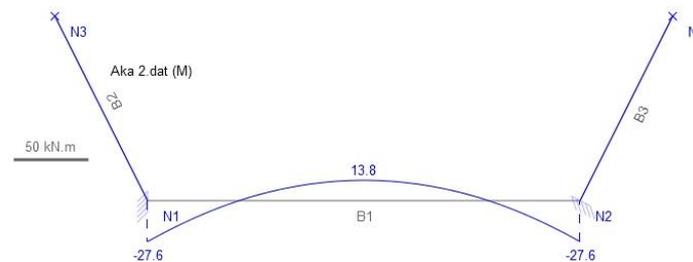
ANNEXE 3 : Efforts de sollicitations

Canal trapézoïdal



Equations des courbes pour "cas 1"

(Moment fléchissant)



Barre = B1

x compris entre 0.0 et 7.0 m

$$y(\text{kN.m}) = -3.375 * x^2 + 23.625 * x - 27.5625$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

$$y(\text{kN.m}) = 0.0 * x + 0.0$$

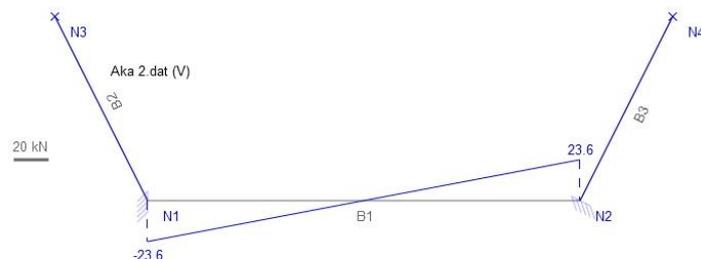
Barre = B3

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

$$y(\text{kN.m}) = 0.0 * x + 0.0$$

Equations des courbes pour "cas 1"

(Effort tranchant)



Barre = B1

x compris entre 0.0 et 7.0 m

$$y(\text{kN})=6.75*x-23.625$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

$$y(\text{kN})=0.0*x+0.0$$

Barre = B3

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

$$y(\text{kN})=0.0*x+0.0$$

(Déformée)

Barre = B1

x compris entre 0.0 et 7.0 m

$$y(\text{m})=-7.23751930005\text{e-}05*x^4+0.00101325270201*x^3-0.00354638445703*x^2+0.0*x+5.55111512313\text{e-}17$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

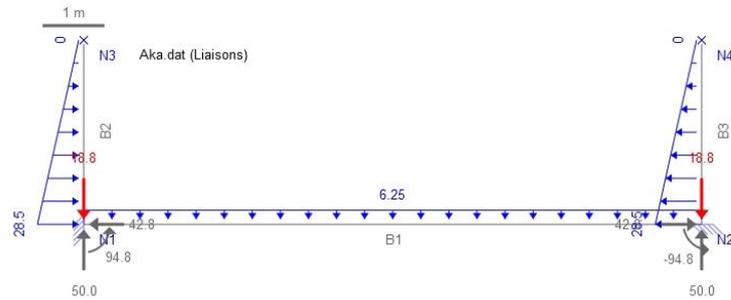
$$y(\text{m})=0.0*x^2+0.0*x+0.0$$

Barre = B3

x compris entre 0.0 et 3.35410196625 m

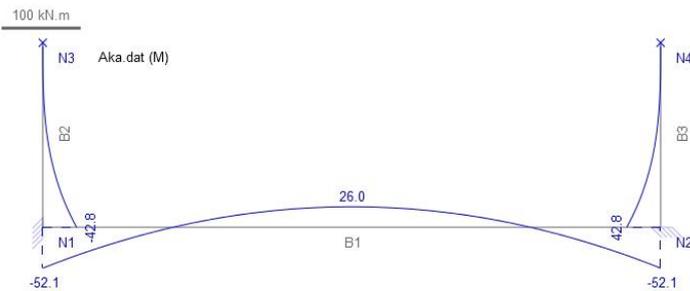
$$y(\text{m})=0.0*x^2+0.0*x+0.0$$

Canal rectangle



Equations des courbes pour "cas 1"

(Moment fléchissant)



Barre = B1

x compris entre 0.0 et 10.0 m

$$y(\text{kN.m}) = -3.125 * x^2 + 31.25 * x - 52.0833333333$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.0 m

$$y(\text{kN.m}) = 1.58333333333 * x^3 - 14.25 * x^2 + 42.75 * x - 42.75$$

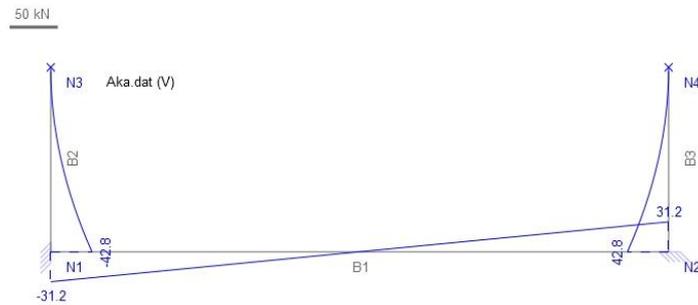
Barre = B3

x compris entre 0.0 et 3.0 m

$$y(\text{kN.m}) = -1.58333333333 * x^3 + 14.25 * x^2 - 42.75 * x + 42.75$$

Equations des courbes pour "cas 1"

(Effort tranchant)



Barre = B1

x compris entre 0.0 et 10.0 m

$$y(\text{kN})=6.25*x-31.25$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.0 m

$$y(\text{kN})=-4.75*x^2+28.5*x-42.75$$

Barre = B3

x compris entre 0.0 et 3.0 m

$$y(\text{kN})=4.75*x^2-28.5*x+42.75$$

(Déformée)

Barre = B1

x compris entre 0.0 et 10.0 m

$$y(\text{m})=-6.70140675931\text{e-}05*x^4+0.00134028135186*x^3-0.00670140675931*x^2 +0.0*x-4.4408920985\text{e-}16$$

Barre = B2

x compris entre 0.0 et 3.0 m

ANNEXE 4 : Dimensionnement structural

Canal Trapézoïdal

Données		
Dimensions caractéristiques	Largeur de la poutre	$b = 1,00$ m
	Hauteur utile des aciers tendus	$d = 0,18$ m
	Hauteur utile des aciers comprimés (si nécessaire)	$d' = 0,02$ m
Contrainte de l'acier utilisé		$F_e = 500$ MPa
Contrainte du béton à 28 jours		$F_{c28} = 25$ MPa
Moment de service		$M_{ser} = 0,0138$ MN.m
Conditions de fissuration (1) FP , (2) FTP		Type : 1

Calcul des contraintes admissibles		
Contrainte de compression du béton	$(0.6 \times F_{c28})$	$\sigma_{bc} = 15$ MPa
Contrainte limite de traction du béton	$0.6 + (0.06 \times F_{c28})$	$F_{t28} = 2,10$ MPa
Contrainte limite de traction des aciers	$FP = \text{mini} (2/3 F_e ; \text{maxi} (1/2 F_e ; 110 \times ((\eta \times F_{tj})^{1/2})))$	
	$FTP = 0.80 \times \sigma_{st} (FP)$	$\sigma_{st} = 250,00$ MPa

Paramètres caractéristiques de la section		
Coefficient de la fibre neutre	$\sigma_{bc} / (\sigma_{bc} + (\sigma_{st} / 15))$	$\alpha = 0,474$
Ordonnée de la fibre neutre	$d \times \alpha$	$y = 0,107$ m
Bras de levier du couple interne	$d - (y / 3)$	$Z_b = 0,19$ m
Moment résistant du béton de service	$0.5 \times \sigma_{bc} \times b \times \alpha (1 - (\alpha / 3)) \times d^2$	$M_{rserb} = 0,151$ MN.m
État limite de compression du béton	si $M_{rbser} > M_{ser}$ =>> Pas d'aciers comprimés	Système d'armatures retenu Pas d'aciers comprimés
	si $M_{rbser} < M_{ser}$ =>> Aciers comprimés nécessaires	

Détermination des sections théoriques d'aciers

Section des aciers tendus	si pas d'aciers comprimés =>> $M_{ser} / (\sigma_{st} \times Z_b)$ si aciers comprimés nécessaires =>> $[M_{rbser} / (\sigma_{st} \times Z_b)] + [(M_{ser} - M_{rbser}) / (\sigma_{st} \times (d - d'))]$	Ast = 2,90 cm ²
Choix d'une section commerciale	Lit n° 1 Lit n° 2 Lit n° 3	Choix 1 : 4HA10 Choix 2 : 0 Choix 3 :
Contrainte des aciers comprimés	$15 \times [(\sigma_{bc} \times (y - d')) / y]$	$\sigma_{sc} = 0,00$ MPa
Section des aciers comprimés	$(M_{ser} - M_{rbser}) / (\sigma_{sc} \times (d - d'))$	Asc = 0,00 cm ²
Choix d'une section commerciale	Lit n° 1 Lit n° 2 Lit n° 3	Choix 1 : 0 Choix 2 : Choix 3 :
Aciers de peau	Uniquement si h > 70 cm FP = (3 cm ² par mètre de parement) FTP = (5 cm ² par mètre de parement)	Choix :
Vérification	$M_{ser} - M_{rbser} < 0.4 \times M_{ser}$	vérifié

ANNEXE 5 : Méthodologies d'identification et d'évaluation des impacts du projet sur son milieu environnant

Méthodologie

Ce chapitre a pour objectif d'identifier, d'analyser et d'évaluer l'ampleur des impacts environnementaux du projet sur les différents écosystèmes en présence. Pour ce faire, les sources d'impact inhérentes au projet sont identifiées ainsi que les différentes composantes environnementales d'intérêt potentiel dans la zone d'étude.

Ensuite à partir de la méthodologie d'évaluation des impacts, évaluer des impacts potentiels positifs ou négatifs qui ont un effet direct ou indirect sur les écosystèmes présents dans la zone du projet.

Puis, analyser ses impacts potentiels positifs et négatifs du projet sur les composantes valorisées de l'environnement (CVE) et propose des mesures correctives ou d'atténuations et de compensation des impacts potentiels négatifs conformément aux prescriptions de la législation, de la réglementation et des termes de référence (TDR) de PRI-CI.

L'approche générale propose pour identifier, analyser et évaluer l'importance des impacts sur le milieu naturel repose sur la description détaillée du projet et du milieu naturel, ainsi que sur les enseignements tirés de la réalisation de projet similaire.

La description du projet, permet d'identifier les sources d'impact à partir des caractéristiques techniques des équipements utilisés (engins lourds), ainsi que des rôles des chaînes de production, des méthodes et techniques utilisées et du programme des travaux.

La description générale du milieu, quant à elle, permet de comprendre le contexte écologique, socioéconomique et culturel du milieu dans lequel s'insère le projet, de discriminer les composantes environnementales s'avérant les plus sensibles à l'égard du projet et identifier, au préalable, certains enjeux environnementaux et sociaux en rapport avec le projet.

Enfin les enseignements tirés de projet antérieur similaire fournissent des informations pertinentes qui permettent de déterminer la nature et l'intensité de certains impacts associés à ce type de projet, et de renseigner sur l'efficacité de certaines mesures d'atténuation et de compensation.

Pour chaque composante environnementale ciblée, la démarche d'évaluation prévoit les étapes suivantes :

La description de l'état initial du milieu : il s'agit de rappeler sommairement les caractéristiques environnementales telles qu'elles se présentent avant la réalisation du projet ;

La description comme telle de l'impact sur les écosystèmes, c'est-à-dire la description du changement anticipé en fonction des sources d'impact du projet et des écosystèmes ;

L'élaboration de mesures d'atténuations courantes et particulières, visant à réduire l'importance des impacts identifiés, voire à les éliminer le cas échéant ;

L'évaluation de l'importance des impacts résiduels, c'est à dire après l'application des mesures d'atténuation ;

L'élaboration, le cas échéant, de mesures des mesures d'atténuation additionnelle applicables à certains impacts résiduels ou encore de mesure de compensation, advenant que ces impacts ne puissent être attendus davantage.

L'intégration des mesures d'atténuations et les effets résiduels des dite mesure témoignent du souci de PRI-CI initiateur du projet à l'égard du respect de l'environnement. Ceci constitue un engagement de ça part a appliqué ses mesures dans les différentes phases de réalisation du projet.

La méthode utilise les matrices simples et repose essentiellement sur l'appréciation de la valeur des composantes environnementales ainsi que sur l'intensité, l'étendue et la durée des effets appréhendés (positif ou négatif) sur chacune de ces composantes environnementales. Ces trois caractéristiques sont agrégées en un indicateur synthèse, l'importance de l'effet environnementale, qui permet de porter un jugement sur l'ensemble des impacts prévisibles du projet et sur une composante donnée de l'environnement.

Définition de la nature et des différents types d'impact

Un impact est un changement apporté par la présence d'un élément lié à un projet ou par l'exécution d'une activité du projet sur une ressource ou un récepteur.

L'impact peut être de nature négatif ou positif.

Impact Négatif : un impact est considéré comme négatif s'il représente un changement défavorable par rapport à l'état initial ou s'il introduit un facteur indésirable.

Impact Positif : Un impact est dit positif s'il représente une amélioration de l'état initial ou s'il introduit un facteur favorable.

Il existe quatre différents types d'impacts énumérés comme suit.

Impact direct ou primaire : c'est un impact résultant d'une interaction directe entre les activités du projet et le récepteur.

Impact secondaire : impact résultant des interactions directes entre le projet et son environnement, mais dont les conséquences apparaissent ultérieurement.

Impact indirect : impact résultant d'autres activités, mais favorise par les impacts du chantier.

Impact cumulatif : impact résultant de l'association de plusieurs impacts (incluant les impacts simultanés ou d'une activité tierce existante ou future) qui affectent les mêmes ressource ou récepteur que le projet.

Paramètre d'évaluation de l'importance des impacts

L'importance d'un impact peut être évaluée suivant différents critères dont les plus pertinents sont les suivants.

Intensité de l'impact

L'intensité de l'impact environnement exprime l'importance relative des conséquences attribuable à l'altération d'une composante de l'environnement. Elle dépend à la fois de la valeur de la composante environnementale considérée et de l'amplitude de la perturbation (degré de perturbation) qu'elle subit.

La valeur de la composante environnementale intègre à la fois sa valeur écosystémique de sa valeur économique. La valeur écosystémique d'une composante exprime son importance relative déterminée en tenant compte de son rôle et de sa fonction dans l'écosystème.

La valeur socioéconomique d'une composante environnementale donnée exprime l'importance relative que lui attribue le public, les organismes gouvernementaux ou toute autre autorité législative ou réglementaire. Elle reflète la volonté des publics locaux ou régionaux et des pouvoirs politiques d'en préserver l'intégrité ou le caractère original, ainsi que la protection légale qu'on lui accorde.

Grande (forte), lorsque la composante fait l'objet de mesure de protection légale ou réglementaire (espèce menacée ou vulnérable, parc de conservation, etc.) ou s'avère essentielle aux activités humaines (eau potable) ;

Moyenne, lorsque la composante est valorisée (sur le plan économique ou autre) ou utilisée par une portion significative de la population concernée sans toutefois faire l'objet d'une protection légale ;

Faible, lorsque la composante est peu ou pas valorisée ou utilisée par la population.

La valeur de la composante intègre à la fois la valeur écosystémique et la valeur socioéconomique en retenant la plus forte de ces deux valeurs, comme l'indique le tableau suivant.

Le degré de perturbation d'une composante définit l'ampleur des modifications structurales et fonctionnelles qu'elle risque de subir. Il dépend de la sensibilité de la composante au regard des interventions proposées. Les modifications peuvent être positives ou négatives, directes ou indirectes. Le degré de perturbation tient compte des effets cumulatifs, synergiques ou différés qui, au-delà de la simple relation de cause à effet, peuvent amplifier les modifications d'une composante environnementale lorsque le milieu est particulièrement sensible. Le degré de perturbation est jugé comme.

Élevé (grand), lorsque l'impact prévu met en cause l'intégralité de la composante ou modifie fortement et de façon irréversible la composante ou l'utilisation qui en est faite ;

Moyen, lorsque l'impact entraîne une réduction ou une augmentation de la qualité ou de l'utilisation de la composante, sans pour autant compromettre son intégrité ;

Faible, lorsque l'impact ne modifie que de façon peu perceptible la qualité, l'utilisation ou l'intégrité de la composante.

Indéterminé, lorsqu'il est impossible de prévoir comment ou à quel degré la composante sera touchée. Lorsque le degré de perturbation est indéterminé, l'évaluation de l'impact environnementale ne peut être effectuée pour la composante.

L'intensité de l'impact environnemental, variant de faible à très forte, résulte des combinaisons entre les trois degrés de perturbation (élevé, moyen et faible) et les trois classes de valeur de la composante (grande, moyenne et faible).

Le tableau suivant indiquera les différentes combinaisons obtenues

Degré de perturbation	Valeur de la composante		
	Grande	Moyenne	Faible
Élevé	Très forte	Forte	Moyenne
Moyen	Forte	Moyenne	Faible
Faible	Moyenne	Faible	Faible

Étendu de l'impact

L'étendue de l'impact environnementale exprime la portée ou le rayonnement spatial des impacts engendrés par une intervention sur le milieu. La notion renvoie soit à une distance ou à une surface sur laquelle seront ressenties les modifications subies par une composante ou encore à la population que sera touchée par ces modifications.

Les trois niveaux d'étendue considérée sont :

Régionale, lorsque l'impact touche un vaste espace jusqu'à une distance importante du site du projet ou qu'il est ressenti par l'ensemble de la population de la zone d'étude ou par une portion importante de celle-ci ;

Locale, lorsque l'impact touche un espace relativement restreint situé à l'intérieur, à proximité ou à une faible distance du site du projet ou qu'il est ressenti par une portion limitée de la population de la zone d'étude ;

Ponctuelle, lorsque l'impact ne touche qu'un espace très restreint à l'intérieur ou à proximité du site du projet ou qu'il n'est ressenti que par un faible nombre de personnes de la zone d'étude.

Durée de l'impact

La durée de l'impact environnemental et social est la période de temps pendant laquelle seront ressenties les modifications subies par une composante. Elle n'est pas nécessairement égale à la période de temps pendant laquelle s'exerce la source directe de l'impact, puisque celle-ci peut se prolonger après que le phénomène qui la causée ait cessé. Lorsqu'un impact est intermittent, on en déduit la fréquence en plus de la durée de chaque épisode.

La méthode utilisée distinguera les impacts environnementaux et sociaux de :

Longue durée, pour les impacts ressentis de façon continue pour la durée de vie de l'équipement ou des activités et même au-delà dans le cas des effets irréversibles ;

Moyenne durée, pour les impacts ressentis de façon continue sur une période de temps relativement prolongée, mais généralement inférieure à la durée de vie de l'équipement ou des activités ;

Courte durée, pour les impacts ressentis sur une période de temps limitée, correspondant généralement à la période de construction des équipements ou à l'amorce des activités, une saison par exemple.

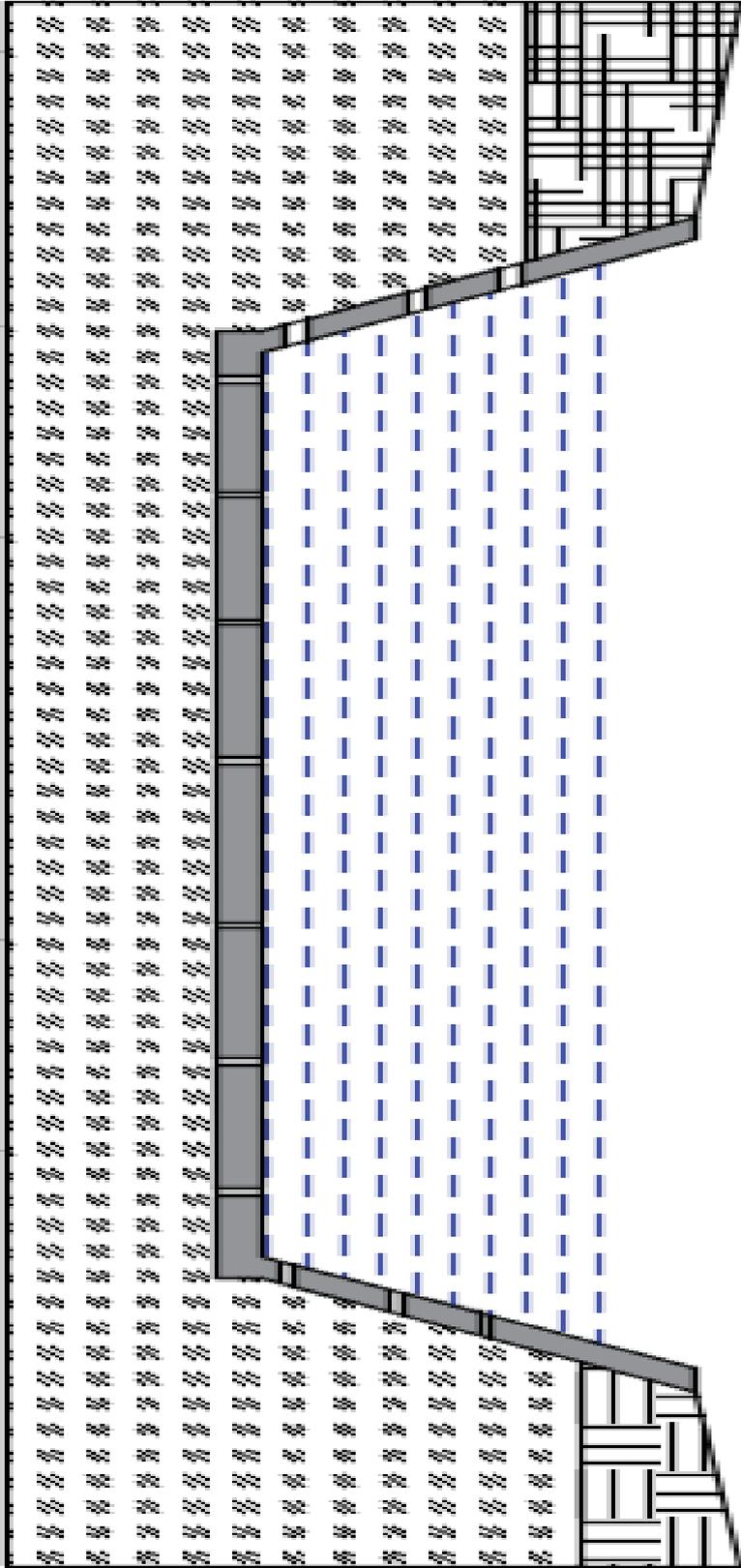
Importance de l'impact

L'interaction entre l'intensité, l'étendue et la durée permet de déterminer l'importance de l'impact environnementale et sociale sur une composante touchée par le projet. Le tableau suivant présente la grille de détermination de l'importance de l'effet environnemental. Celle-ci distingue cinq niveaux d'importance variant de très fort à très faible. L'importance de chacun des effets environnementaux et sociaux est évaluée en tenant compte des mesures d'atténuation ou de bonification courante intégrées au projet de PRI-CI. La dernière étape de l'évaluation consiste à déterminer l'importance résiduelle de l'effet environnemental à la suite de la mise en œuvre de mesure d'atténuation particulière visant l'intégration optimale du projet dans le projet dans le milieu. Il s'agit d'évaluer en quoi la mesure d'atténuation modifie un ou plusieurs des intrants du processus d'évaluation, à savoir la valeur ou le degré de perturbation de la composante environnementale ou encore l'étendu de la durée de l'effet.

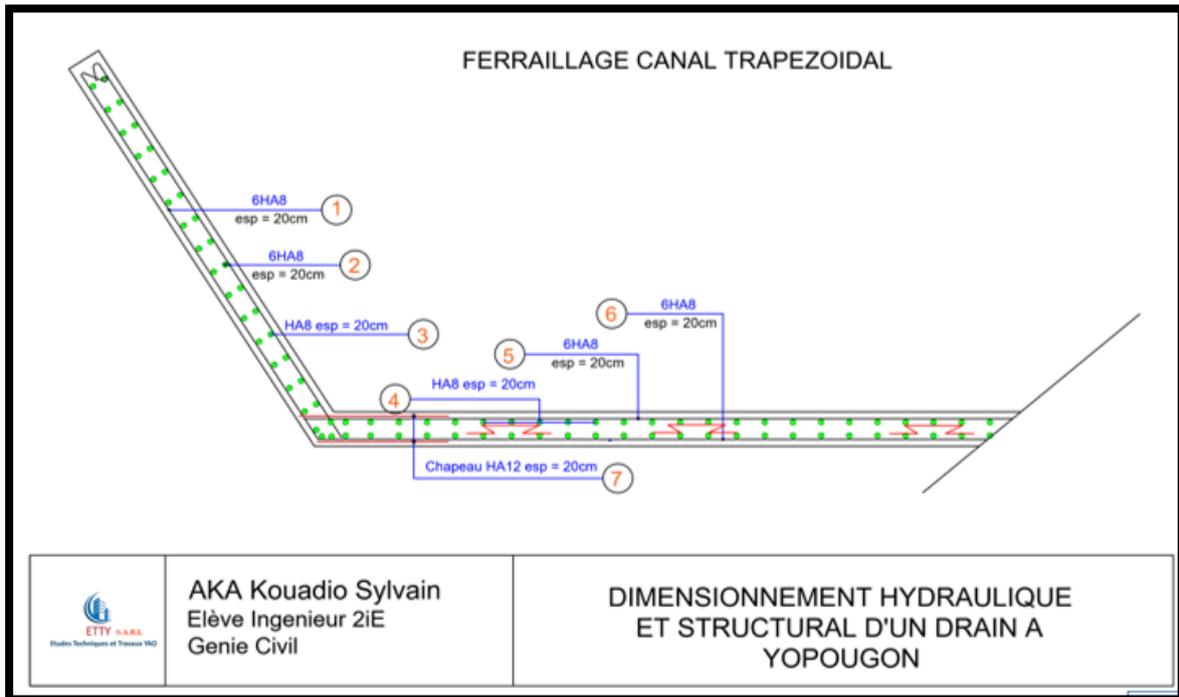
INTENSITE	ETENDUE	DUREE	IMPORTANCE	INTENSITE	ETENDUE	DUREE	IMPORTANCE
MOYENNE	Régionale	Longue	Forte	FAIBLE	Régionale	Longue	Moyenne
		Moyenne	Moyenne			Moyenne	Faible
		Courte	Moyenne			Courte	Faible
	Locale	Longue	Moyenne		Locale	Longue	Faible
		Moyenne	Moyenne			Moyenne	Faible
		Courte	Faible			Courte	Très faible
	Ponctuelle	Longue	Moyenne		Ponctuelle	Longue	Faible
		Moyenne	Faible			Moyenne	Faible
		Courte	Faible			Courte	Très faible

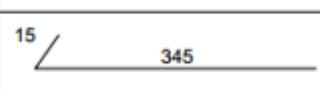
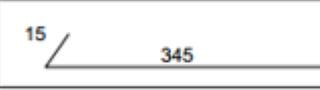
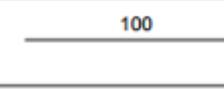
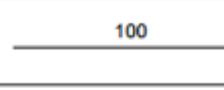
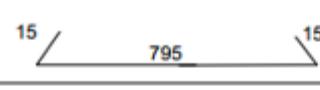
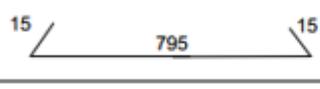
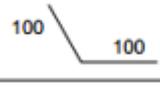
INTENSITE	ETENDUE	DUREE	IMPORTANCE	INTENSITE	ETENDUE	DUREE	IMPORTANCE
TRES FORTE	Régionale	Longue	Très forte	FORTE	Régionale	Longue	Très forte
		Moyenne	Très forte			Moyenne	Forte
		Courte	Très forte			Courte	Forte
	Locale	Longue	Très forte		Locale	Longue	Forte
		Moyenne	Très forte			Moyenne	Forte
		Courte	Forte			Courte	Moyenne
	Ponctuelle	Longue	Très forte		Ponctuelle	Longue	Forte
		Moyenne	Forte			Moyenne	Moyenne
		Courte	Forte			Courte	Moyenne

Annexe 6 :Plans d'exécution



COUPE CANAL TRAPEZOIDAL

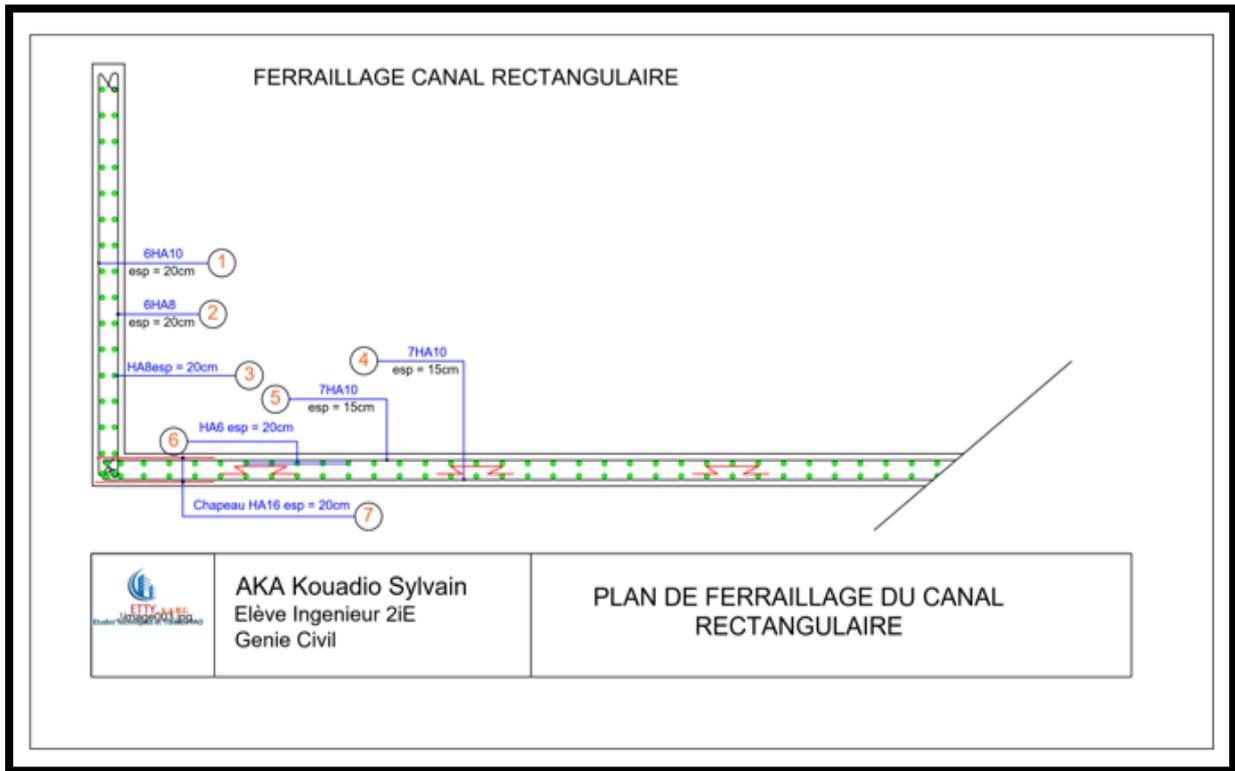


N°	Diametre	Forme	espacement	Longueur	Nbre
1	HA8		25	340	5
2	HA8		25	340	5
3	HA8		25	100	17
4	HA8		20	100	80
5	HA8		20	825	6
6	HA8		20	825	6
7	HA12		20	200	6



AKA Kouadio Sylvain
Elève Ingenieur 2iE
Genie Civil

**TABLEAU DE NOMENCLATURE DES
ACIERS DU CANAL TRAPEZOIDAL**



N°	Diametre	Forme	espacement (cm)	Longueur(m)	Nbre
1	HA10	$\begin{array}{c} 15 \\ \diagdown \\ \text{---} 320 \end{array}$	20	3,35	6
2	HA8	$\begin{array}{c} 15 \\ \diagdown \\ \text{---} 320 \end{array}$	20	3,35	6
3	HA8	$\text{---} 100$	20	1,00	34
4	HA10	$\begin{array}{c} 15 \quad \quad \quad 15 \\ \diagdown \quad \quad \quad \diagup \\ \text{---} 1000 \end{array}$	15	10,30	6
5	HA10	$\begin{array}{c} 15 \quad \quad \quad 15 \\ \diagdown \quad \quad \quad \diagup \\ \text{---} 1000 \end{array}$	15	10,30	6
6	HA8	$\text{---} 100$	20	1,00	106
7	HA16	$\begin{array}{c} 100 \\ \\ \text{---} 100 \end{array}$	20	2,00	6



AKA Kouadio Sylvain
Elève Ingenieur 2iE
Genie Civil

**TABLEAU DE NOMENCLATURE DES
ACIERS DU CANAL RECTANGULAIRE**

