



ORGANISATION ET EXECUTION D'UN CHANTIER D'AEP : CAS DE LA ZONE FRANCHE INDUSTRIELLE DE SEME KPOJJI

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 24 Octobre 2013 par

Toyin Gédéon DIDOLANVI

Travaux dirigés par : Lawani MOUNIROU
Enseignant, Chercheur, Dr
CENTRE COMMUN DE RECHERCHE EAU ET CLIMAT

Jury d'évaluation du stage :

Président : CHABI Angelbert BIAOU

Membres et correcteurs : Lawani MOUNIROU
Moussa OUEDRAOGO
Anderson ANDRIANISA

Promotion [2012/2013]

DEDICACES

Je dédie le présent document :

- Ⓢ A mes parents DIDOLANVI Pascal et KOKOYE Pauline qui ont consenti des sacrifices énormes pour ma formation. Daigne l'Eternel vous fortifier et vous accorder santé, paix, longévité, prospérité, bonheur et joie
- Ⓢ A tous mes frères et sœurs pour leur soutien. Que Dieu nous unisse, nous illumine, nous accorde la sagesse, le salut et qu'il fasse prospérer nos activités.

Nous ne sommes pas obligés d'être d'accord en tout point avec quelqu'un pour apprécier ce qu'il fait de bien. Cette façon de voir les choses nous permet d'être moins exclusifs et de trouver un terrain d'entente même avec ceux que nous n'aimons pas leur genre, leur manière ou leur style. « L'éducation développe les facultés, mais ne les crée pas ». (VOLTAIRE)

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu tout puissant qui par sa grâce, sa protection et ses bienfaits nous a aidé.

Le directeur de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement.

Le directeur de l'entreprise ASI-BF : M. Bernard COMPAORE et tout le personnel qui nous ont conduits tout au long de notre séjour. Que l'Eternel les comble de sa gratitude.

Nous adressons également nos remerciements à :

- ✓ Mr Mahamadou KOITA, responsable pédagogique de la filière Infrastructure hydraulique à 2ie pour ces conseils,
- ✓ M. Lawani MOUNIROU pour sa participation dans l'élaboration de ce document,
- ✓ tout le corps professoral et toute l'administration de l'école qui ont fait de nous le label d'un développement émergent,
- ✓ A demoiselle VITEGNI HOUNSA Mèdèssè E. Jocelyne pour son soutien
- ✓ tous nos collègues et tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

RESUME

Les retards rencontrés dans l'exécution des travaux sur les chantiers d'AEP, relatifs à une organisation défectueuse dans toutes les différentes phases du projet, appellent à la réflexion sur la planification et les méthodes d'exécution des travaux. Dans le cadre du projet de renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable de la zone franche industrielle (ZFI), des études préparatoires en amont ont été faites. De ces études, il ressort un dossier d'exécution constitué :

- des plans de plomberie (vue en plan du réseau, profils en long, schémas des nœuds,...),
- des plans de génie civil : coffrage, ferrailage des massifs en béton armé, traversée de voie, etc.
- le récapitulatif des pièces.

L'approche méthodologique adoptée repose sur l'analyse de plusieurs variantes qui pourraient influencer le respect du délai d'exécution et la qualité des travaux. Il s'agit de la nature des zones d'intervention d'une part et d'autre part les moyens (matériels, humains et financiers) dont dispose l'entreprise pour les réaliser.

Les résultats de cette analyse mettent en évidence la disponibilité des moyens. Aussi, l'entreprise étant le garant de la qualité des travaux et d'une exécution en sécurité, le choix technique des méthodes d'exécution et l'organisation des travaux sont réalisées en fonction des engins disponibles sur le chantier pour assurer une bonne exécution.

Dans le but de respecter le délai d'exécution défini par le maître d'ouvrage en commun accord avec le maître d'œuvre, un planning prévisionnel est élaboré par l'entreprise. Ce qui permettrait également de suivre l'état d'avancement des travaux.

Mots Clés :

- 1 - Organisation
- 2 - Exécution
- 3 – AEP
- 4 – Zone Franche Industrielle
- 5 – délai

ABSTRACT

The delays in fieldwork on construction sites for drinking water supply systems to defective organization in all phases of the project. This raises a debate on planning and execution of work. Under the proposed strengthening of Drinking Water Supply System in the industrial zone (EPZ), preliminary studies were made upstream. The outcome of these studies was execution file consisting of:

- Plumbing plans (view of the network, profiles, patterns of nodes, ..)
- Plans for civil engineering, concrete reinforcements in railway crossings, ...
- A summary of the parts.

The adopted approach was based on the analysis of several variants that could affect compliance with the turnaround and quality work. For one, we can cite the nature of the intervention (human and financial materials,) and second, the capacity of the company to achieve areas.

The results of this analysis highlighted the availability of resources.

Also, the company is the guarantor of the quality of work and safe execution, the technical choice of delivery methods and organization of work must be done according at a reasonable pace on the site to ensure good execution.

In order to meet with the performance limit defined by the contracting authority in agreement with the contractor, a provisional schedule is developed by the company. This would also help follow by the progress of the work.

Key words:

-
- 1 - Organization
 - 2 - Execution
 - 3 – Drinking Water Supply System
 - 4 – Zone Franche Industrielle
 - 5 – time

TABLE DES MATIERES

<i>Dédicaces</i>	<i>ii</i>
<i>Remerciements</i>	<i>iii</i>
<i>Résumé</i>	<i>iv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>v</i>
<i>liste des abréviations</i>	<i>viii</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>ix</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>x</i>
<i>INTRODUCTION</i>	<i>1</i>
<i>CHAPITRE I : PRESENTATION DU CADRE DE L'ETUDE</i>	<i>3</i>
I.1. DESCRIPTION DU PROJET	<i>3</i>
I. 2. SITUATION GEOGRAPHIQUE	<i>4</i>
I.3. MILIEU PHYSIQUE	<i>5</i>
I.4. CONTRAINTES LIEES AU PROJET	<i>5</i>
<i>CHAPITRE II : APPROCHE METHODOLOGIQUE</i>	<i>7</i>
II.1. METHODOLOGIE D'ELABORATION DU PLANNING	<i>7</i>
II.2. METHODOLOGIE D'ELABORATION DU DOSSIER	<i>7</i>
II.3. METHODOLOGIE D'ORGANISATION ET D'EXECUTION DES TRAVAUX	<i>8</i>
II.4. RECHERCHE DOCUMENTAIRE	<i>8</i>
II.5. COLLECTE DES DONNEES	<i>9</i>
II.6. DONNEES RECUEILLIES	<i>9</i>
II.7. METHODES DE CALCUL	<i>10</i>
<i>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS</i>	<i>18</i>
III.1. ELABORATION DU PLANNING PREVISIONNEL DE TRAVAIL	<i>18</i>
III.2. ELABORATION DU DOSSIER D'EXECUTION et des notes de calcul	<i>26</i>

III.3. ORGANISATION DU CHANTIER ET METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX..	34
<i>CONCLUSION ET RECOMMANDATION</i>.....	48
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>.....	49
<i>Annexes</i>	50

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Approvisionnement En Eau Potable

AGETIP : Agence D'exécution Des Travaux D'intérêt Public

ZFI : Zone Franche Industrielle

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Plans et documents.....	9
Tableau II : Caractéristiques des matériaux	14
Tableau III: Hypothèses des travaux préliminaires	21
Tableau IV : Diagramme de GANTT	22
Tableau V : Diagramme de gantt pour une simulation à huit mois d'exécution.....	24
Tableau VI : Dimensionnement des butées (PEHD 315).....	30
Tableau VII : Dimensionnement des butées (PEHD 500)	31
Tableau VIII : Récapitulatif des données	31
Tableau IX : Poids du regard par combinaison	32
Tableau X : Contrainte du sol par combinaison.....	32
Tableau XI : Récapitulatif du dimensionnement	32
Tableau XII : Caractéristiques des conduites	33
Tableau XIII : Caractéristiques des conduites remplies	33
Tableau XIV : Récapitulatif du dimensionnement du massif	33
Tableau XV : Engin disponible sur le chantier	40
Tableau XVI : Investissement pour exécution des travaux manuelle	45
Tableau XVII : Investissement pour location d'engin	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de situation de la zone d'étude.....	4
Figure 2 : Schéma des butées par singularité	10
Figure 3 : Géométrie des regards	12
Figure 4 : Schéma statique des regards	13
Figure 5 : Schéma statique de la poussée des terres sur les voiles.....	13

INTRODUCTION

« *L'eau, c'est la vie* » n'est pas seulement un slogan. Aujourd'hui en effet, les besoins en eau de notre vie quotidienne et dans le développement sont de plus en plus importants. Aux besoins importants s'ajoutent le besoin de qualité. En mettant l'accent sur l'eau potable, les Nations Unies fondent leur action sur le principe suivant lequel il vaut mieux prévenir les maladies provoquées par une eau malsaine, polluée ou insalubre, que guérir à grands frais ces mêmes maladies. Au titre des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), réduire de moitié d'ici 2015 le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable et à un assainissement de base reste un objectif majeur. En témoigne les investissements massifs réalisés avec l'aide des partenaires techniques et financiers.

De façon pragmatique les investissements alloués se matérialisent par des infrastructures et superstructures livrant de l'eau potable aux populations bénéficiaires. La réalisation de ces ouvrages et équipements est du ressort des entreprises. Au constat, il faut noter la volonté et la capacité des entreprises à se doter de personnel de plus en plus compétent. Cependant, des difficultés d'ordre organisationnelles entachent la réalisation des travaux si bien que les délais d'exécution sont largement dépassés. Ce retard s'explique également par le fait que les études d'ingénierie préalablement menés ne s'accommodent pas avec les réalités physiques du milieu. Il y a toujours la nécessité d'adapter ces études avant l'exécution des chantiers par une vérification minutieuse étant donné que la responsabilité des entreprises est toujours engagée en cas de sinistre.

Le projet d'alimentation en eau potable de la Zone Franche Industrielle de SEME KPODDI a pour objectif d'apporter de l'eau courante aux unités industrielles afin de dynamiser le développement économique de la ville de Cotonou. Ayant participé à la réalisation du projet en tant que conducteur des travaux, il était plus que nécessaire de relever les défis d'une organisation judicieuse des différentes équipes de chantier, leur intervention ainsi que la durée de celles-ci. Par ailleurs, la vérification de la note de calcul sur les ouvrages particuliers intègre en partie les responsabilités qui nous incombent.

Objectif de l'étude

L'objectif global du travail consiste à l'organisation des travaux d'exécution d'un chantier d'AEP.

Objectifs spécifiques

L'atteinte de l'objectif global nécessite la définition d'objectifs spécifiques :

- ✓ Elaborer un planning prévisionnel de travail
- ✓ Elaborer les notes de calcul des ouvrages spécifiques et réalisation des plans d'exécution
- ✓ Organisation du chantier – Méthode d'exécution des travaux

Le présent travail est structuré en trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre présentera le cadre d'étude
- ❖ Le deuxième chapitre abordera l'approche méthodologique
- ❖ Par suite, le troisième chapitre présentera les résultats et discussions
 - Le planning prévisionnel de travail
 - Le dossier d'exécution
 - L'organisation, suivi des approvisionnements et méthodes d'exécution des travaux

CHAPITRE I : PRESENTATION DU CADRE DE L'ETUDE

I.1. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet de renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable de la Zone Franche Industrielle (ZFI) regroupe plusieurs phases :

① Une première qui consiste en la mobilisation des ressources en eau (réalisation, équipement et raccordement des forages) et la réalisation d'un réseau d'adduction d'eau brute.

② Une seconde phase qui porte sur le traitement de l'eau (par la mise en place d'une station de traitement) et le refoulement de l'eau traitée vers un réservoir de stockage

③ Une troisième phase qui porte sur le stockage de l'eau traitée (par la mise en place d'un réservoir de 500m³) et le réseau de distribution de l'eau potable.

Estimé à environ trois (03) milliards FCFA, les travaux en cours d'exécution sont essentiellement la fourniture et la pose du réseau d'adduction. Ils sont réalisés par l'entreprise ASI-BF, notre structure d'accueil.

Les travaux seront réalisés pour l'horizon 2025 (soit une durée de 15 ans) en prenant 2010 comme année de référence. D'une longueur totale de 12790ml, le réseau comportera :

④ Une conduite d'adduction d'eau en PEHD Ø 500 pour la traversée du fleuve Ouémé et une autre en PEHD Ø 315 pour la traversée hors fleuve

⑤ Une conduite en PEHD Ø 200 pour le raccordement avec les forages

⑥ Sept (07) ventouses, sept (07) vidanges et huit (08) vannes de sectionnement

Du point de vue hydraulique, l'adduction peut être gravitaire ou par refoulement. Ainsi dans le cas du présent projet, elle se fera par refoulement depuis le champ de captage d'AGBOKOU (quartier situé au nord-ouest de Porto- Novo) jusqu'à la station de traitement de la ZFI. Notons que ce champ de captage regroupe quatre forages équipés de pompes immergées dont deux existantes. Les ventouses, vidanges, vannes de sectionnement, puis les ouvrages de génie civil (regards, butée et massifs en béton armé) sont réalisés conformément au dossier d'exécution.

I. 2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La Zone Franche Industrielle du Bénin est un site implanté dans la commune de SEME-KPODJI entre les routes SEME-KPODJI, SEME KRAKE au sud et SEME-KPODJI PORTO NOVO au nord. Occupant une superficie de 200ha, la ZFI est limitée :

- Ⓢ au nord par la forêt de GANVIDOKPO en s'étendant sur près de 2km vers l'Est ;
- Ⓢ au sud par l'autoroute SEME-KPODJI, SEME KRAKE ;
- Ⓢ à l'Est par une plantation forestière, et plus loin le village de TOHOUE ;
- Ⓢ à l'Ouest par le carrefour de SEME-KPODJI

Son plan de situation se présente comme suit :

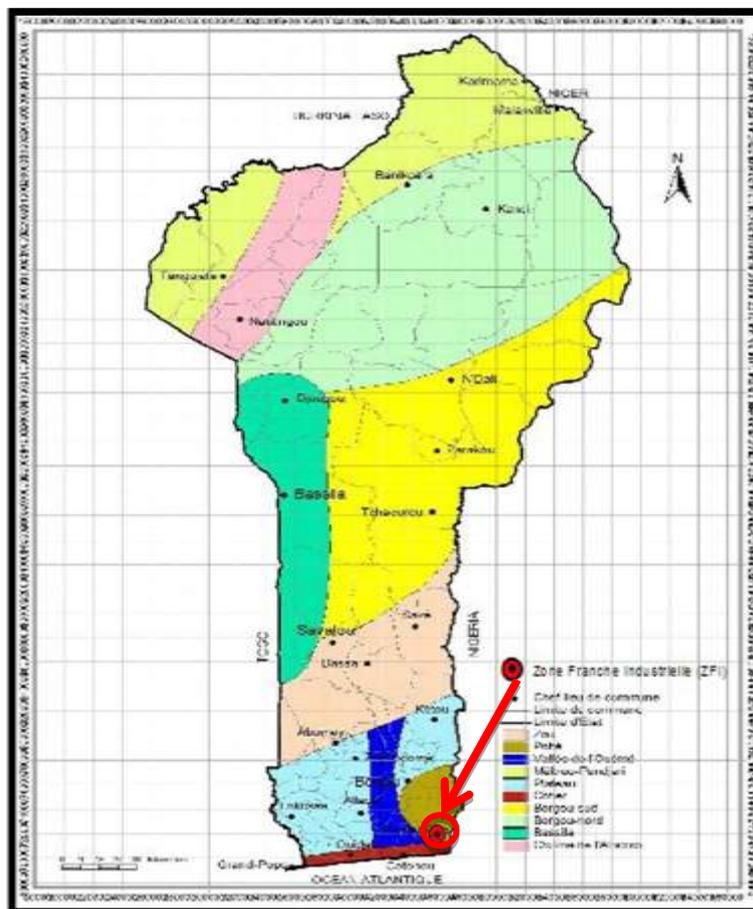


Figure 1 : Carte de situation de la zone d'étude

I.3. MILIEU PHYSIQUE

La zone du projet est caractérisée par :

- une topographie relativement plane et au relief uniforme, sans accident marqué de terrain
- le climat avec deux saisons de pluies et deux saisons sèches. C'est une zone à forte pluviométrie.
- Des sols de sédiments marins récents. On y observe des zones marécageuses localisées
- Un aquifère d'eau saumâtre, surnagé d'une lentille d'eau douce
- Une végétation rase, clairsemée, formée d'halophytes. C'est un site qui abrite un patrimoine de l'Administration des eaux et forêt. La ZFI occupe 100 hectares de la superficie du périmètre de reboisement de Sèmè.

L'aménagement du site est en cours d'exécution et prévoit l'installation de 170 entreprises dont 100 légères, 35 lourdes et 35 semi-lourdes selon une occupation du terrain en trois phases : lancement, stabilisation et maturation de la ZFI.

I.4. CONTRAINTES LIEES AU PROJET

Ⓢ Environnementales

Sur l'emprise du projet, nous avons la présence des bâtiments, des pylônes pour haute tension et de cimetière. Il existe donc des contraintes directes liées à ces ouvrages. De ce fait la solution envisagée par le bureau d'étude qu'a mandaté l'agence d'exécution des travaux d'intérêt public au Bénin AGETIP est le décalage de la conduite à 5m par rapport aux pylônes et de 12m par rapport au cimetière. Quant aux habitations, ils seront impérativement démolis. Dans un souci de respect de l'environnement et pour garder un cadre agréable, tous les arbres qui peuvent être protégés et conservés doivent l'être.

Ⓢ Sol

Les interventions ont eu lieu en zone marécageuse, dans le fleuve Ouémé, et en zone sablonneuse. Notons que par endroit, le sol est recouvert de boue et on a également des voies pavées, des voies en cours de bitumage, des caniveaux, et des dépressions dû à l'abandon de carrière après exploitation.

Il est donc important d'étudier le mode d'exécution des travaux afin de disposer un schéma de principe de traversée de ces points particuliers.

En conclusion, Il est évident que l'organisation du chantier permet d'anticiper sur les problèmes à rencontrer en phase d'exécution. Mais l'analyse et les résultats qui découleront de cette organisation constituent des banques de données exploitables sur d'autres chantiers.

CHAPITRE II : APPROCHE METHODOLOGIQUE

II.1. METHODOLOGIE D'ELABORATION DU PLANNING

La méthodologie abordée dans cette partie porte sur des hypothèses des durées d'exécution des tâches. En effet, pour émettre ces hypothèses, il faut connaître les moyens matériels, humains, financiers nécessaire et dont dispose l'entreprise pour la réalisation des travaux. Le rendement du matériel et du personnel est également important dans la définition de la durée d'exécution des travaux. En ce qui concerne les tâches citées au niveau des hypothèses (voir tableau III), on a un début et une fin et c'est sur cette base qu'on arrive à déterminer la durée d'une tâche. Il arrive que des sous-tâches se chevauchent, et par rapport à ça, la durée de la tâche les regroupant est déterminée en faisant la différence entre la date de début de la première sous-tâche et la date de fin de la seconde.

Une fois, la durée de ces différentes tâches évaluées, on effectue un cumul selon le cas de ces durées pour obtenir la durée globale du projet. On voit après simulation des travaux, si la durée globale obtenue après cumul des durées partielles, cadre avec le délai imparti au projet. Si oui, il n'y a pas de problème. Mais une marge doit être prévue sur cette durée globale afin que les contraintes qui pourraient subvenir n'impactent pas le délai d'exécution. Si non, le délai d'exécution imparti doit être revu avec le maître d'ouvrage.

II.2. METHODOLOGIE D'ELABORATION DU DOSSIER

L'élaboration du dossier d'exécution passe par la prise de connaissance des plans de base du projet. Après une première étude sommaire du dossier de base, l'entreprise procède à une étude proprement dite à partir des données obtenues de l'étude topographique. A l'issue de cette étude, les plans d'exécutions sont élaborés en vue d'une approbation pour exécution.

II.3. METHODOLOGIE D'ORGANISATION ET D'EXECUTION DES TRAVAUX

Nous abordons dans cette partie les méthodes d'exécution pouvant permettre d'assurer une meilleure organisation des travaux sur un chantier d'adduction d'eau où les zones d'intervention diffèrent. Il faut commencer par étudier l'ordre d'intervention selon les priorités des zones, évaluer les besoins nécessaires, estimer les ressources disponibles sur le chantier ou en entreprise, et effectuer une étude de faisabilité tenant compte des paramètres précités et du rendement du personnel puis du matériel à notre disposition.

En résumé, pour mener à bien les études, il sera défini une méthodologie de travail basée sur la recherche documentaire et la comparaison des variantes (telles que la nature de la zone d'exécution des travaux, la provenance du matériel à utiliser et la disponibilité du matériel sur chantier) qui pourraient influencer le choix des méthodes d'exécution.

II.4. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Des documentations portant sur les thématiques de l'organisation et la gestion d'un chantier ont permis de travailler sur le projet de la zone franche industrielle. On a :

- ④ Des textes et règlements relatifs à la construction des ouvrages de Génie Civil
- ④ D'anciens résultats d'étude organisationnelle de chantier
- ④ Cours de gestion de chantier, installation de chantier
- ④ Et d'anciens rapports en ligne traitant de la thématique

De ces documentations, seront définies les méthodes d'exécution des travaux et une organisation du chantier.

II.5. COLLECTE DES DONNEES

Les données obtenues à l'issue de la collecte, sont les suivantes :

- ② Le Dossier d'Appel d'Offre (DAO)
- ② Les résultats géotechniques
- ② Les plans d'exécution des travaux

Le dossier d'appel d'offres a permis d'appréhender les différentes zones d'interventions, les travaux à exécuter et d'envisager la méthode d'exécution des travaux. Malgré que les études topographiques soient réalisées par l'ingénieur conseil IGIP Afrique Bénin, l'entreprise ASI-BF a procédé à une étude topographique pour s'assurer de la conformité des réalités du terrain avec les études réalisées par l'ingénieur conseil. Ces levés nous ont renseignés sur la variation altimétrique du site. Cela a permis d'élaborer le dossier d'exécution (la vue en plan, les profils en long, d'établir les schémas des nœuds,...).

II.6. DONNEES RECUEILLIES

Le tableau ci-dessous récapitule les données ayant favorisées la mise en place d'une organisation des travaux et les méthodes d'exécution.

Tableau I : Plans et documents

Type	Données
DAO	Nature des zones d'intervention et prescriptions techniques
Plomberie	Vue en plan du réseau
	Profil en long du réseau
	Récapitulatif des pièces et les plans hydrauliques
	le nombre de vanne de sectionnement, vidange et ventouse
Génie civil	Plan de ferrailage des regards
	Plan de ferrailage des massifs stabilisant
	Plan de coffrage des butées, regards, massifs
Autres	Documentation sur la gestion de chantier, l'organisation de chantier, élaboration de planning

II.7. METHODES DE CALCUL

II.7.1. BUTEE

Le schéma des butées se présente comme suit :

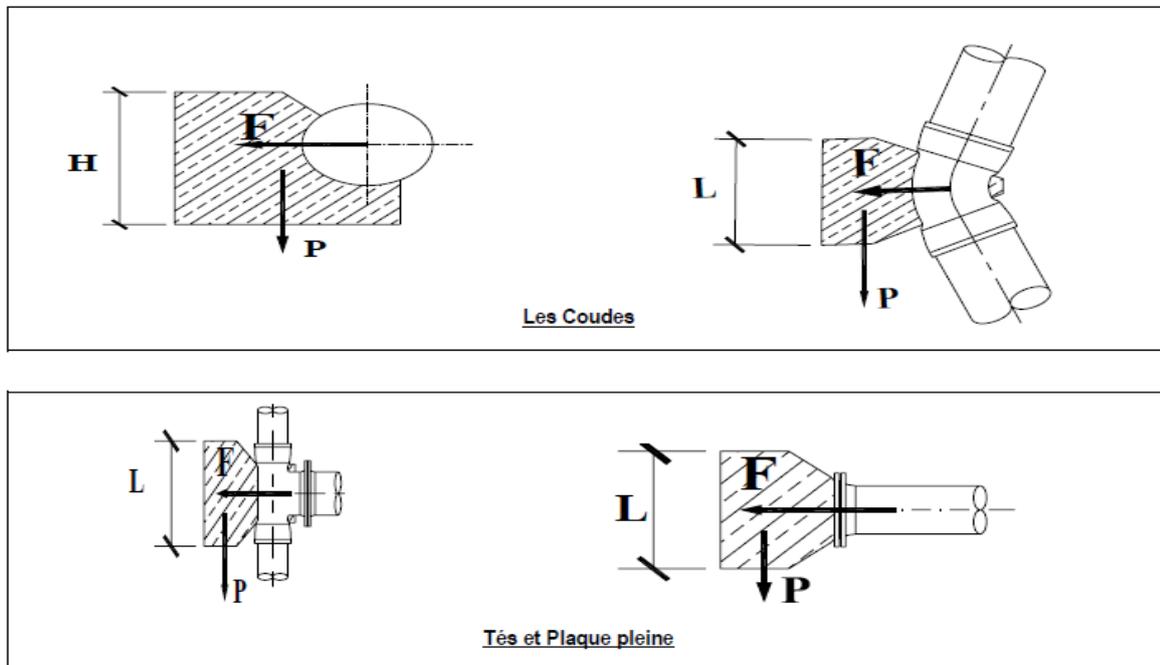


Figure 2 : Schéma des butées par singularité

C'est un ouvrage en béton, qui reprend les poussées hydrauliques résultant des changements de direction observable sur le réseau. Sa présence au niveau de ces singularités permet d'éviter leur déboîtement. Elle est calculée de la façon suivante.

➤ *Méthode de calcul des butées*

Hypothèses :

Accélération de la pesanteur $g : 9,8 \text{ m/s}^2$

Angle de frottement interne du sol $\phi : 30^\circ$

Densité du sol (KN/m^2) $\delta_{\text{sol}} : 200$

Densité du béton (kg/m^3) $\delta_{\text{béton}} : 2300$

Coefficient de frottement béton sur sol $\mu : 0,6$

Coefficient de conception ($= L/h$) $n : 2,0$

Coefficient de conception ($= l/h$) $m : 2,0$

α : Angle de coude ($^\circ$)

F: Poussée de l'eau (kg)

h: Hauteur du béton (m)

L: Longueur du béton (m)

l : Largeur du béton (m)

V: Volume du béton (m^3)

DE : Diamètre extérieur de la conduite (mm) : 315
DI : Diamètre intérieur de la conduite (mm) : 277,6
S : Section intérieur de la conduite (m²) : 0,0605
Pression d'Épreuve PE (bar) : 10
Pression hydrostatique de l'eau Pi (KN/m³) : 1000

DE : Diamètre extérieur de la conduite (mm) : 500
DI : Diamètre intérieur de la conduite (mm) : 440,6
S : Section intérieur de la conduite

➤ **Formules utilisées**

Les formules appliquées sont les suivantes

$$P = S \times P_i \text{ (kN)} ; a = 2 \cdot \sin(\alpha / 2)$$

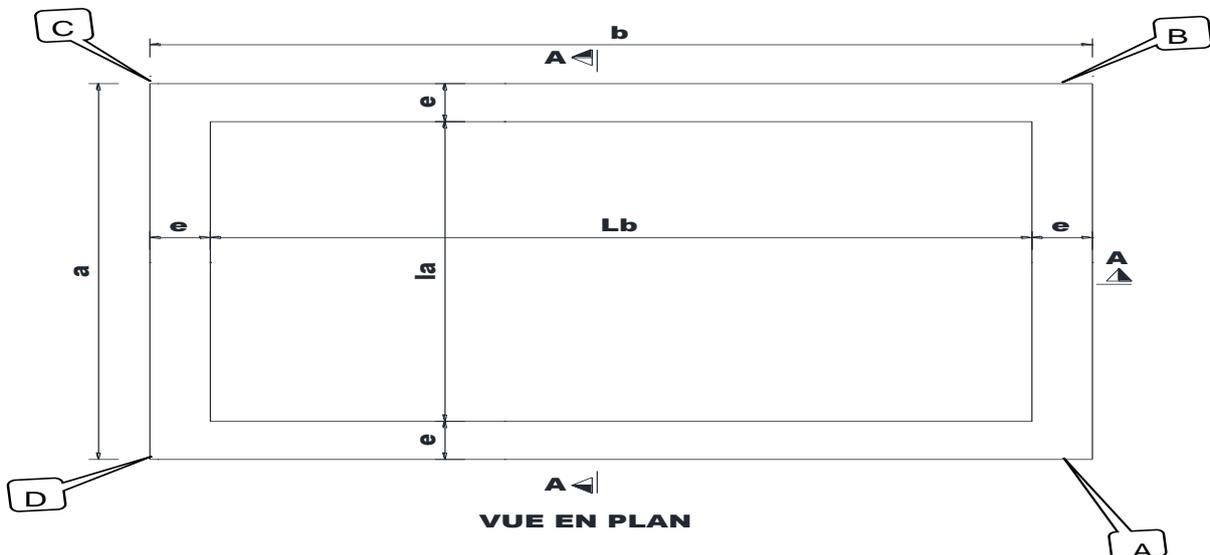
$$F = \{2 P \cdot \sin(\alpha / 2)\} = P(\text{kN}) \cdot a$$

$$A = F / \delta_{sol} = F \text{ (kN)} / 200 \text{ (kN/m}^2\text{)} / \quad A = L \times H$$

Les résultats issus du dimensionnement seront présentés dans le chapitre suivant

II.7.2. REGARDS DE VENTOUSE / VIDANGE

D'une section de 1,90m * 2,20m, la configuration des regards se présente comme suite :



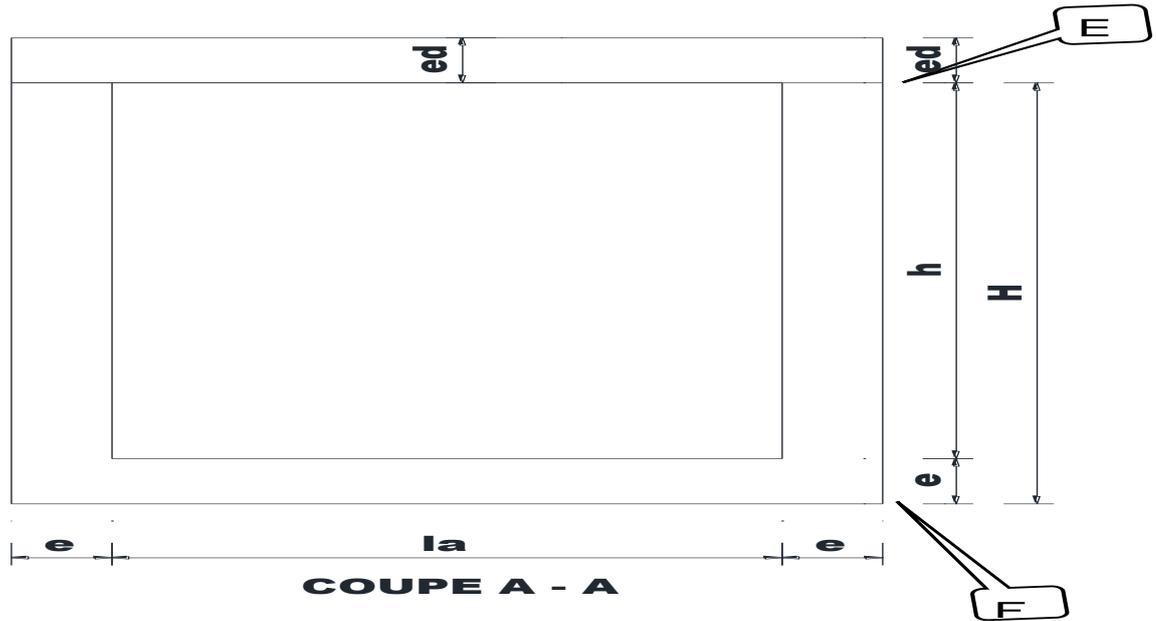


Figure 3 : Géométrie des regards

Dans le but de protéger certaines pièces hydrauliques telles que, les vannes de sectionnement, clapets, vidanges, ventouses,... la construction des chambres est nécessaire. Dans le cadre de ce projet, ces chambres sont en béton armé pour des raisons diverses (poussées des terres,...). Le dimensionnement des regards s'effectue de la façon suivante :

➤ ***HYPOTHESES ET REGLEMENTS DE CALCUL***
CHARGES ET SURCHARGES

A : Il est considéré une surcharge de 10 tonnes sur la dalle pour la détermination des surcharges dues à la circulation

B : Remblais contiguë aux ouvrages : charge surfacique d'une tonne par m^2

➤ **SCHEMA STATIQUE**

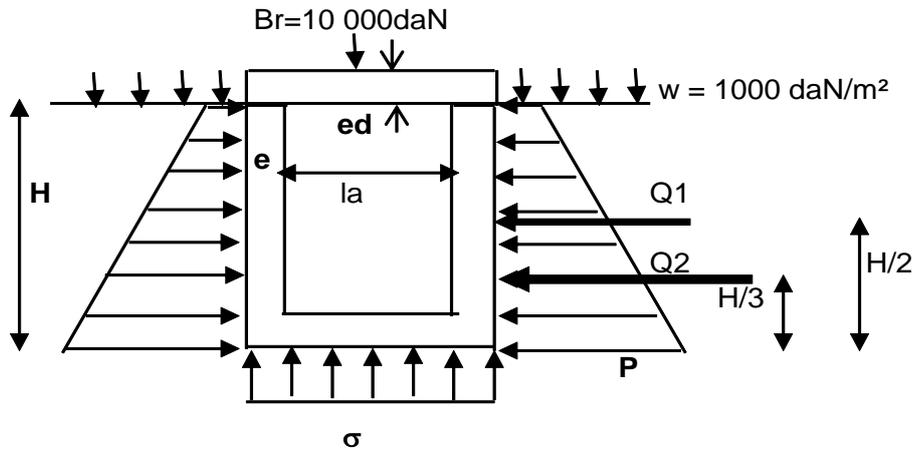


Figure 4 : Schéma statique des regards

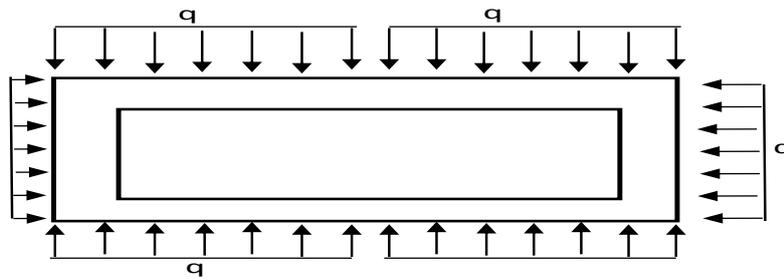


Figure 5 : Schéma statique de la poussée des terres sur les voiles

➤ **Désignations**

- | | |
|-------------------------------------|---|
| e: Epaisseur de parois et du radier | Br : Roue isolée de 10 tonnes |
| ed : Epaisseur de la dalle | Q1 : Résultante de la poussée due à la surcharge sur remblais de 1 tonne par m ² |
| h : Profondeur du regard | Q2 : Résultante de la poussée |
| H : hauteur totale du regard | |
| W : Surcharge de remblais | |

➤ **CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX**

Les caractéristiques des matériaux sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau II : Caractéristiques des matériaux

BETON				ACIER		
Dosage (kg/m ³)	fc28 (Mpa)	ft28 (Mpa)	w (daN/m ³)	Fe(Mpa)	σs(Mpa)	h (m)
350	27	2,22	2500	400	240	1,6
Fissuration	préjudiciable					
Enrobage mini des aciers			3	cm		

L'emplacement des regards étant en zone latéritique sans présence de nappe, on a :

Soient :

$\rho = 1800 \text{ daN/m}^3$ le poids spécifique des terres

$C = 0 \text{ KN/m}^2$, la cohésion

Q , la poussée des terres appliquée sur la voile verticale et $k_a = 0,33$ le coefficient de poussée.

➤ **SOLLICITATIONS**

Soient W les surcharges d'exploitation sur le remblai contigüe à l'ouvrage. $W = 1000 \text{ daN/m}^3$

et Br la surcharge sur la dalle en considérant une roue isolée. $Br = 10000 \text{ daN}$

➤ **COMBINAISONS**

G : charges permanentes parallèle à la poussée des terres

Q : Surcharges d'exploitation parallèle aux surcharges de remblais

Soit une combinaison à l'Etat Limite de Service (ELS) : $G + Q$

✚ **DIMENSIONNEMENT DES PAROIS**

Le dimensionnement se fera essentiellement par la méthode de tranches horizontales. On découpe dans la paroi une tranche de 1,00 m de hauteur et à une profondeur h du regard. Soit q_{wx} la pression unitaire des surcharges par tranche de 1m contigües à l'ouvrage :

$q_{wx} = k_a \cdot w \cdot x$ avec x variant de 0 à H à partir de E ($0 \leq x \leq H$)

Soit q_{px} la pression unitaire de la poussée des terres par tranche de 1m contigües à l'ouvrage :

$q_{px} = k_a \cdot x^2/2$ avec x variant de 0 à H à partir de E ($0 \leq x \leq H$)

Soit q la charge résultante à 1m du point F , $x = (H-1) \text{ m}$

$$q = K_a [w(H-1) + (H-1)^2/2]$$

➤ **MOMENTS SUR APPUIS**

Selon la méthode des tranches horizontales, le moment en A, B, C, et D sera:

$$M_A = M_B = M_C = M_D = q/12 \cdot [(K \cdot b^3 + a^3)/(K \cdot b + a)] \text{ avec } K = I_a / I_b = e a^3 / e b^3 = 1.$$

I_a, I_b les moments d'inertie des côtés L_a et L_b . $a = L_a + e$; et $b = L_b + e$

Selon la méthode des tranches verticales, en découpant une tranche verticale limitée par deux plans parallèles distants de 1 ml , le moment en F devient :

$$M_F = K_a (w \cdot H^2/2 + r \cdot H^3/6)$$

➤ **MOMENT EN TRAVÉE HORIZONTALE**

$$\text{Côté } L_a : M_{L_a} = q \cdot L_a^2/8 - M_B$$

$$\text{Côté } L_b : M_{L_b} = q \cdot L_b^2/8 - M_A$$

NB : Les efforts de compressions sur les parois seront négligés car ils sont favorables à la structure. Les sections seront calculées en flexion simple au lieu en flexion composée avec compression. Ces armatures seront complétées par des armatures de répartition verticales. On disposera aussi sur les faces comprimées, des armatures presque symétriques des armatures tendues.

✚ **DIMENSIONNEMENT DU RADIER**

Les regards sont posés sur le sol. Le poids des pièces et des tuyaux en place remplis d'eau doit être équilibré par la réaction du sol. Dans ce cas le radier est donc soumis uniquement aux moments de flexion. Sachant que le radier est une plaque reposant sur son contour. La réaction du sol sera le rapport entre le poids total résultant P_t et la surface reposante du regard.

R_a : réaction du sol en place exprimé en N/m^2

P_t : poids total résultant = béton + charge B_r ou B_t en N

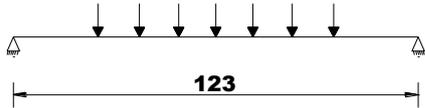
Considérons le radier supportant uniquement la réaction du sol. M le moment de calcul :

$$M_x = R_a \cdot (2 \cdot \pi \cdot R)^2 \cdot u_x ; \quad M_y = M_x \cdot u_y$$

✚ DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE DE COUVERTURE

Vérification au levage des éléments préfabriqués :

Soit F , la force de levage à chaque point de levage. $F = \text{Poids total de l'élément à soulever} / \text{NL}$ avec NL: le nombre de point de levage. En fonction de F , la Section des armatures de levage sera choisie suivant le DTU 22.1 (DTU P10-210)



CHARGE

$$G = 1,00 \text{ KN/ml}$$

$$Y = 0,35 * Br/0,5 \text{ soit } Y = 70 \text{ KN/m}$$

$$Pu = 106,35 \text{ KN/ml ; } Mu = 20,112 \text{ KN.m}$$

Les résultats issus du dimensionnement seront présentés dans le prochain chapitre.

II.4.3. MASSIFS EN BETON ARME

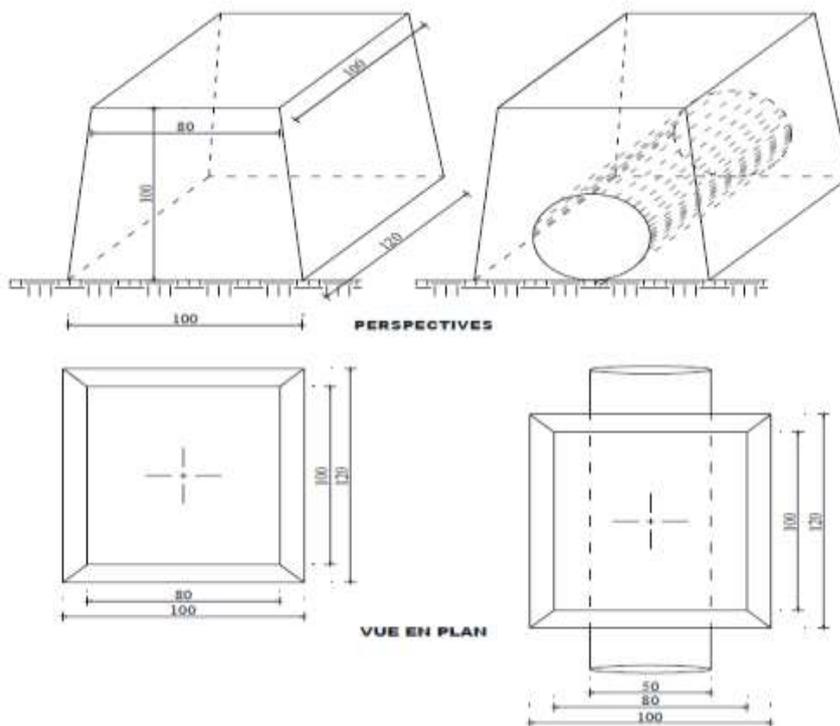


Figure 5 : Géométrie des massifs

Dans le but de maintenir les conduites au fond de la lagune, le dimensionnement des massifs en béton armé a fait l'objet de notre étude. Ces massifs s'appuieront sur les conduites et seront ancrés dans le sol afin d'avoir une bonne assise et jouer le rôle stabilisateur. Pour ce faire, étudions la flottabilité des conduites sur l'eau.

- Flottabilité : $f = 196,162 \text{ Kg/m}$
- Poussée d'Archimède : $PA = 1926,19 \text{ N}$
- $PT < PA$ Même le tuyau plein, il flottera
- Calcul du massif stabilisant en béton

$f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$; $f_{t28} = 2,1 \text{ Mpa}$; $\gamma_b = 1,50$

Poids volumique du béton : 2500 daN/m^3 Aciers: ELU

Soient : $f_e = 400 \text{ Mpa}$; $\sigma_s = 348 \text{ Mpa}$

Enrobage des aciers : 4 cm

Les résultats issus du dimensionnement seront présentés dans le prochain chapitre.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. ELABORATION DU PLANNING PREVISIONNEL DE TRAVAIL

L'un des paramètres très important dans l'attribution d'un marché à une entreprise d'exécution des travaux ; et qui va de pair avec le respect des délais est la durée du chantier. Cependant, le délai (en mois ou semaines), fait l'objet d'un article de l'acte d'engagement ou du cahier des clauses administratives particulières pouvant entraîner des pénalités financières en cas de retards et des primes en cas d'avance sur exécution des travaux.

Vu l'enjeu de ce paramètre, la grande masse des entreprises a compris la nécessité d'organiser la coordination des différents intervenants, par l'établissement d'un planning prévisionnel de réalisation des travaux. Il se révèle comme un outil remarquable permettant aux dirigeants de prendre la bonne décision au bon moment.

III.1.1. LE PLANNING PREVISIONNEL DE TRAVAIL

Généralement appelé planning contractuel, le planning prévisionnel est un planning de base de tous les autres plannings de chantier à savoir : planning d'approvisionnement, d'exécution des travaux, d'utilisation du matériel et du personnel...etc. Il dépend du délai d'exécution fixé par la maîtrise d'ouvrage en accord avec la maîtrise d'œuvre.

L'objectif est de déterminer la durée et l'enclenchement des tâches de réalisation par rapport au facteur temps, pour respecter les délais imposés.

Le planning prévisionnel permet donc:

- ④ De définir et simuler le déroulement des travaux avant le démarrage du chantier afin d'anticiper au plus tôt les phases délicates d'exécution.
- ④ Pour les entreprises, de gérer les délais d'exécution et de mettre en cohérence les besoins en matériel, matériaux et en main d'œuvre nécessaires.
- ④ Pour les maîtres d'ouvrages, d'assurer le suivi financier et la gestion prévisionnelle des versements des acomptes au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les éléments essentiels que doivent ressortir ce planning sont :

- ④ Les différentes tâches,

- ⊙ La durée des tâches (la date de démarrage au plus tôt et la date de fin au plus tard),
- ⊙ L'enclenchement des différentes tâches.

L'élaboration de ce planning passe par la connaissance du délai alloué au projet, la mission confiée à l'entreprise, la quantité d'ouvrage à exécuté, le rendement du ou des matériel (s), du personnel et une base expérimentale de données.

III.1.2. PLANNING PREVISIONNEL DU CHANTIER DE LA ZONE FRANCHE INDUSTRIELLE

La fourniture et la réalisation des travaux de ce projet (construction d'infrastructures sur le site de la Zone Franche Industrielle) est le défi que ASI-BF doit relever en 12 mois de travail. Mais pour pouvoir le réaliser, des travaux préparatoires s'avèrent indispensables. Il est important de signaler que la durée de ces travaux relève de l'expérience du personnel.

Ce chantier, regroupant différentes zones d'intervention constitué de marécage, lagune, agglomération, caniveaux d'assainissement, voies pavées, zones accessible et non accessible aux engins, la durée des travaux dépend du mode d'exécution, le rendement du matériel et du personnel dont on dispose.

L'élaboration de ce planning dépend des hypothèses faites. Ces hypothèses concernent surtout les travaux dont les cadences sont difficiles à évaluer. Les durées affectées à ces tâches relèvent du bon sens, de l'expérience (l'enclenchement des tâches), des moyens matériels, financiers et humains affectés au projet puis leur rendement.

Prenons un exemple de tâche : Réseau de refoulement en PEHD 315 sur 11000ml (Zone hors eaux y compris marécage)

DEFINITION DE QUELQUES CONCEPTS

- Soudure par poly fusion des tubes

C'est la soudure des conduites en PEHD sous l'effet de la chaleur issue du chauffage d'un miroir

- Bardage des conduites sur l'eau

Barder, c'est envelopper de bardes de lard. Dans le contexte technique, il s'agit d'aligner les conduites sur l'eau.

Evaluons la durée qui pourrait lui être affecté :

➤ Implantation/Piquetage/ Réception

L'implantation proprement dit étant exécuter et réceptionné en début de chantier, les travaux topographiques réalisés concernent essentiellement les alignements et piquetage. Exécutés au fur et à mesure que la fouille et pose des conduites, la durée qui lui est affecté est identique à celle des fouilles et poses. Soit une durée de 154 jours.

➤ Soudure par poly fusion

Soit d_1 , la durée de travail journalière. $d_1 = 08$ heures et d_2 la durée d'une soudure y compris les manœuvres nécessaire à sa réalisation ; $d_2 = 50$ minutes environ. Le nombre de soudure journalière correspondra à d_1 / d_2 . Soit 9 soudures par jours à raison de 3 pré soudures en longueur de 4 conduites soudées. Les conduites ayant une longueur de 12 ml, on aura une soudure de 144 ml par jours. Soit une durée de 77 jours de pré soudures mois

Puisse que l'entreprise dispose de deux (02) machines à souder et de deux équipes de plomberie sur ce chantier, le linéaire de soudure peut être doublé, mais, la présoudure n'étant pas le seul travail sur le chantier, la seconde équipe se chargera des soudures intermédiaire, pose puis les essais de pression. Le linéaire définitif de soudure journalier serait de 144 ml. Soit une durée de 154 jours due à l'évolution de la fouille parallèlement à la pose.

➤ Fouille des tranchées/ Réception et pose des tubes PEHD et des singularités/ Remblai

La fouille étant réalisée au même moment que la pose, leur durée est identique. L'expérience à montrer que le linéaire de fouille à l'engin en zone sablonneuse (cas de notre chantier) est de l'ordre de 300 à 500ml. Puisse que l'entreprise dispose de deux pelles hydrauliques sur ce chantier à savoir la CAT 330D, et la CAT 320D, le linéaire de fouille journalier devrait être plus important si les deux travaillaient simultanément. Mais comme, en dehors de la fouille, les travaux de bardage sont exécutés simultanément, une pelle se chargera du bardage des conduites. Quant à la fouille manuelle, l'expérience à montrer que le volume de fouille par

personne en présence de sol dur est de l'ordre de 3,75m³/jrs en moyenne en présence de sol moins dur. Par contre en zone marécageuse, il est de 1,3m³/jrs. Avec une main d'œuvre de quinze (15) personnes en zone marécageuse et un volume de 2600m³, on a une durée de fouille de 134 jours en zone marécageuse. Pour une main d'œuvre de vingt (20) personnes en zone non marécageuse et un volume de 1500 m³, on a une durée de fouille de 20 jours. Et pour des raisons de simultanéité des tâches, adoptons le cumul de ces deux tâches comme la durée de la fouille. Sachant que la fouille à l'engin serait exécutée en 14 jours à raison 262 m³/jrs.

- Remplissage-mise en eau/ lestage/ essai de pression

Le remplissage des conduites, mise en eau et essai de pression se font au fur et à mesure que la pose par tronçon de 500ml. On peut l'étaler sur la période de fouille

En somme, la durée d'exécution de cette tâche est estimée à 175 jours.

Tableau III: Hypothèses des travaux préliminaires

N°	NOM DE LA TACHE	DUREE (JOURS)	PREDECESSEURS
	PLANNING PREVISIONNEL D'EXECUTION	268	
1	Travaux Préparatoires	11	
1.1	Reconnaissance du site et localisation des réseaux tiers	1	
1.2	Relevé topographique/ Implantation/ piquetage/ Réception	10	1.1
2	Etudes et plans d'exécution	28	
2.1	Etudes et remise du dossier d'exécution	21	1.2
2.2	Approbation des plans d'exécution par l'Ingénieur Conseil	7	2.1
2.3	Approbation des documentations des équipements proposées	7	2.1
3	Installation de chantier	32	
3.1	Mobilisation du personnel et du matériel	10	
3.2	Amené du matériel et installation des postes clés du chantier (magasin, bureaux,)	30	3.1
3.3	Ouvertures des voies d'accès	26	3..2
4	Approvisionnement du chantier	184	
4.1	Ciments, agrégats,....	154	

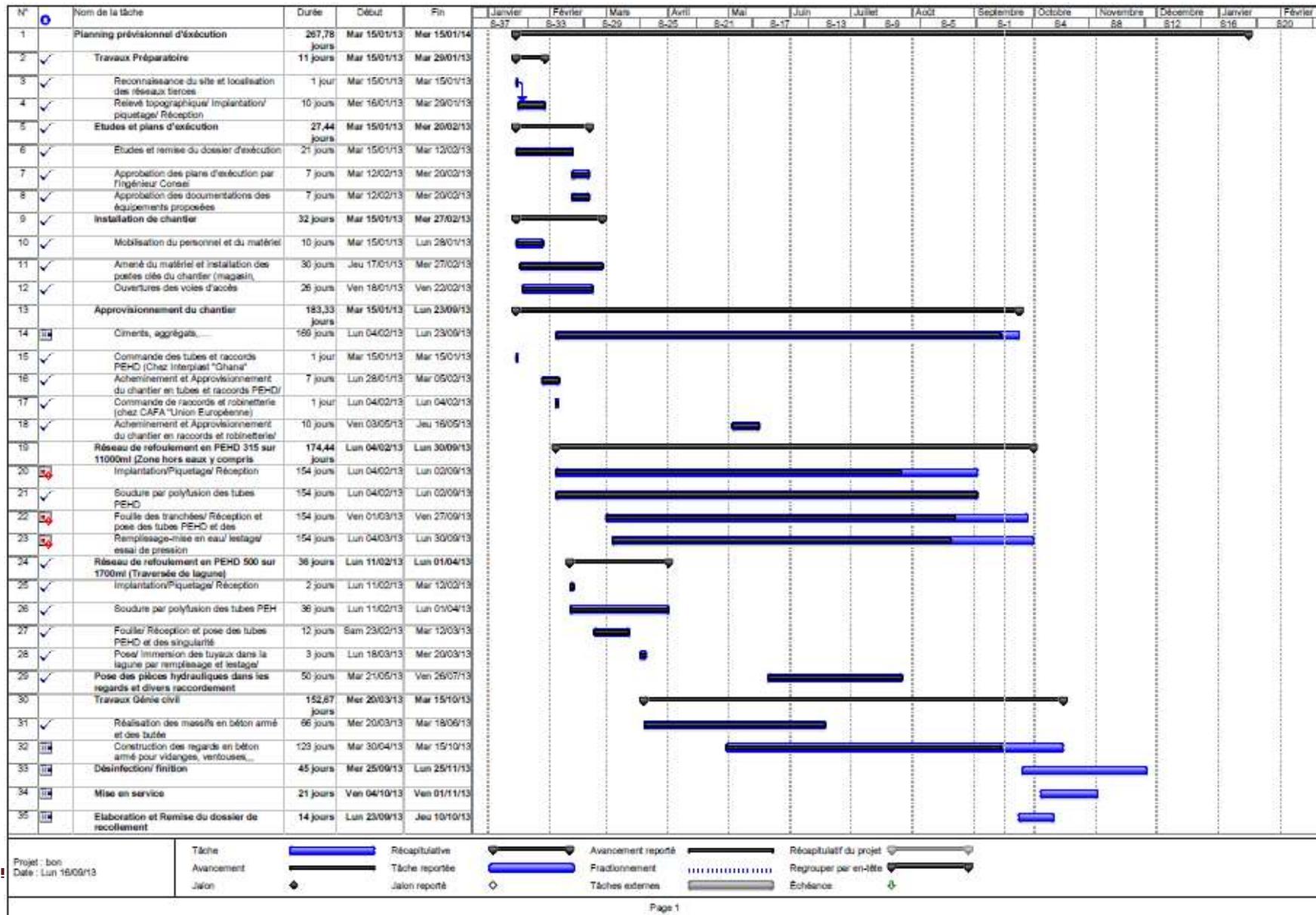
4.2	Commande des tubes et raccords PEHD (Chez Interplast "Ghana")	1	
4.3	Acheminement et Approvisionnement du chantier en tubes et raccords PEHD/ Réception	7	
4.4	Commande de raccords et robinetterie (chez CAFA "Union Européenne")	1	
4.5	Acheminement et Approvisionnement du chantier en raccords et robinetterie/ Réception	10	
5	Réseau de refoulement en PEHD 315 sur 11000ml (Zone hors eaux y compris marécage)	175	
5.1	Implantation/Piquetage/ Réception	154	2.2
5.2	Soudure par polyfusion des tubes PEHD	154	5.1
5.3	Fouille des tranchées/ Réception et pose des tubes PEHD et des singularités/ Remblai	154	5.2
5.4	Remplissage-mise en eau/ lestage/ essai de pression	154	5.3
6	Réseau de refoulement en PEHD 500 sur 1700ml (Traversée de lagune)	36	
6.1	Implantation/Piquetage/ Réception	2	2.2
6.2	Soudure par polyfusion des tubes PEHD	36	6.1
6.3	Fouille/ Réception et pose des tubes PEHD et des singularités	12	6.2
6.4	Pose/ Immersion des tuyaux dans la lagune par remplissage et lestage/ Essai de pression	3	6.3
7	Pose des pièces hydrauliques dans les regards et divers raccordements	50	6.4
8	Travaux Génie civil	153	
8.1	Réalisation des massifs en béton armé et des butées	66	6.4
8.2	Construction des regards en béton armé pour vidanges, ventouses,,,	123	7.2
9	Désinfection/ finition	45	8.2
10	Mise en service	21	9
11	Elaboration et Remise du dossier de recollement	14	10
12	Réception provisoire	1	11

PLANNING PREVISIONNEL

Sur la base des hypothèses émises, on obtient le planning prévisionnel suivant :

Organisation et exécution d'un chantier d'AEP : cas de la zone franche industrielle au Bénin

Tableau IV : Diagramme de GANTT



III.1.3. INTERPRETATION ET COMMENTAIRE DU PLANNING

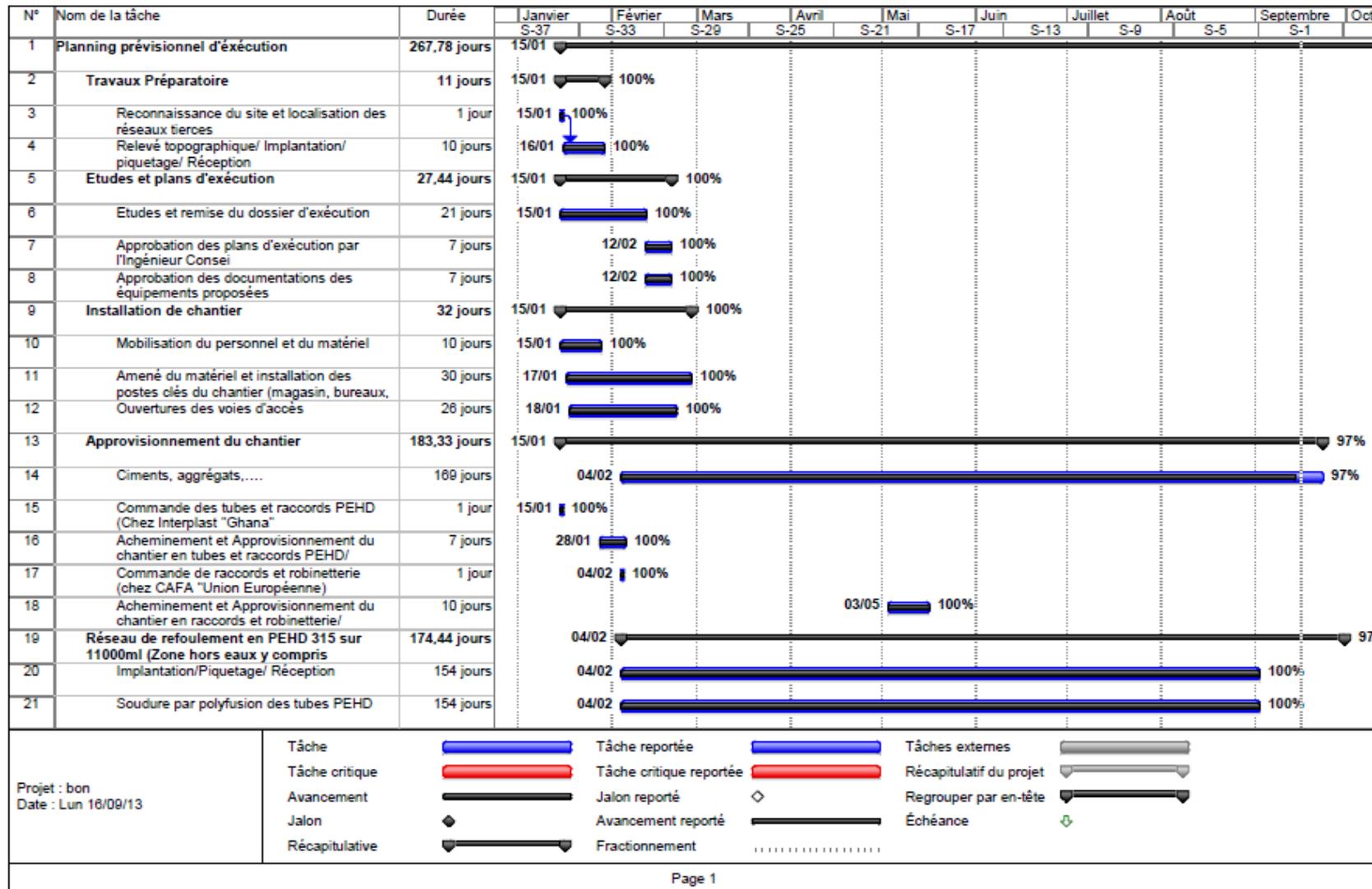
Le diagramme élaboré sous la base des hypothèses mentionnées ci-dessus est appelé le diagramme Gantt. Sur ce diagramme, on y retrouve :

- Les différentes tâches,
- la durée des tâches,
- la date de début et de fin de chaque tâche.

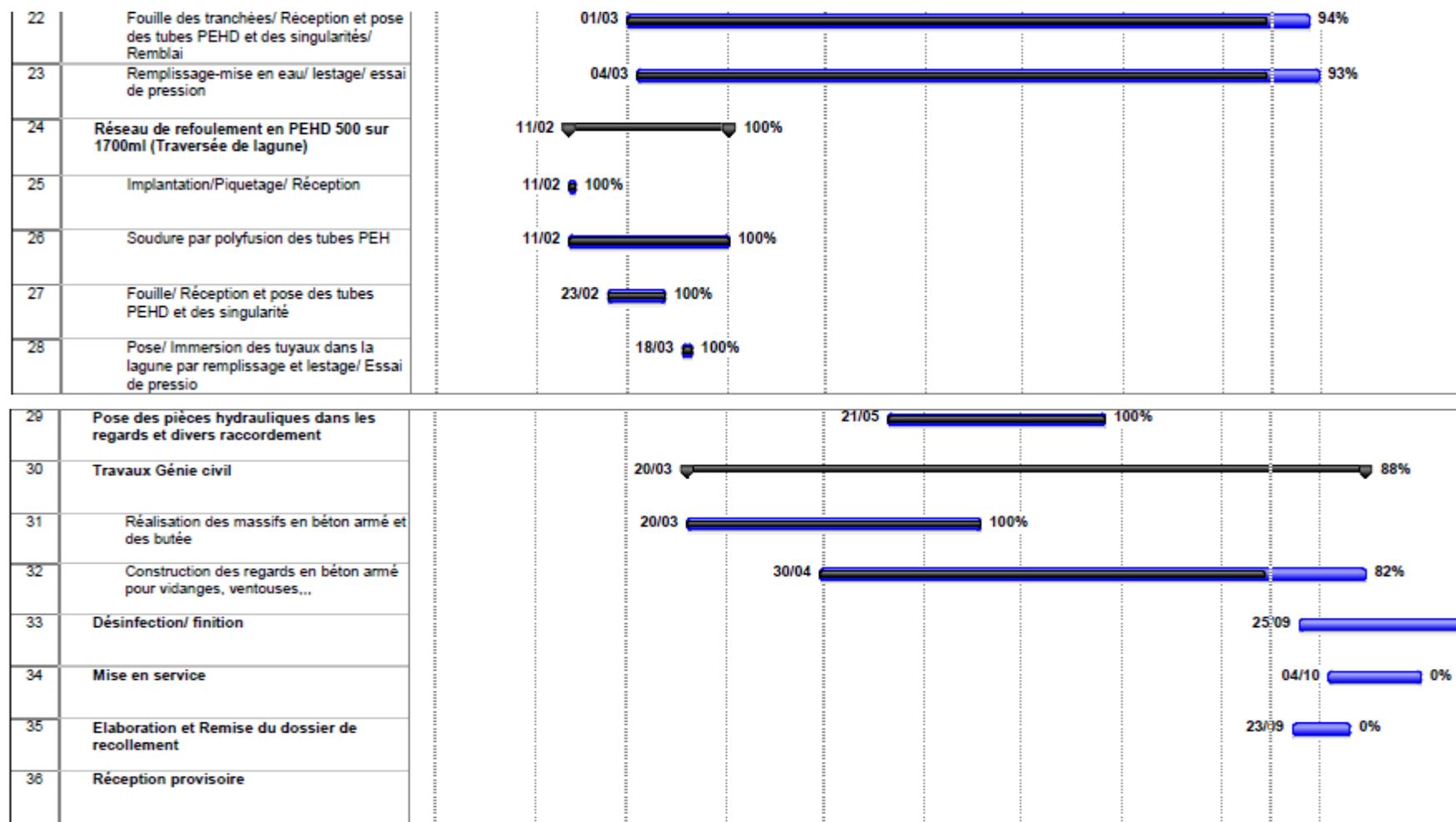
Au regard de ce planning, la date de démarrages des travaux est le 15 janvier 2013 (15/01/2013). Les travaux de plomberie débuteront le 04/02/2013 et prendront fin le 30/09/2013. Quant aux travaux de génie civil, ils débuteront le 20 /03/2013 et s'achèveront le 15/10/2013. Soit une durée totale de 268 jours qui est inférieure à la durée impartie au projet. Le délai prévu pourrait être respectée avec une marge de temps (différence entre délai prévu et délai imposé) qui pourrait couvrir les imprévus à savoir les intempéries et autres.

Actuellement les travaux étant à plus de 90% d'exécution, faisons une simulation théorique de notre planning à la date du 15/09/2013 (voir diagramme suivant). On se rend compte que la majeure partie des tâches sont achevées à plus de 90% sauf les travaux de génie civil qui sont à moins de 90%.

Tableau V : Diagramme de gantt pour une simulation à huit mois d'exécution



Organisation et exécution d'un chantier d'AEP : cas de la zone franche industrielle au Bénin



En conclusion, l'élaboration d'un planning prévisionnel est l'une des étapes importante pour la gestion d'un chantier. Elaboré un planning prévisionnel, c'est :

- prévoir les différentes phases d'exécution des travaux suivant la chronologie des activités.
- Définir leur période d'exécution dans le temps
- suivre l'avancement des travaux

De ce qui précède il est certain que l'organisation des travaux sur le chantier est fonction de la planification car un chantier mal planifié est mal organisé.

III.2. ELABORATION DU DOSSIER D'EXECUTION ET DES NOTES DE CALCUL

L'élaboration du dossier d'exécution est effectuée en phase d'étude en entreprise. Elaboré par le service « Bureau d'Etudes et Méthodes (BEM) » à partir des plans de base que l'ingénieur conseil envoie à l'entreprise, il regroupe différents pièces dont :

- La vue en plan,
- Les profils en long,
- Les schémas de nœud,
- Les plans type de regards (ventouse, vidange),
- Les plans type de traversée (sous voie bitumée, voie pavée, caniveaux,...),
- Le récapitulatif des pièces.

Notons que les études sont réalisées après un levé topo exécuté par l'équipe topo de l'entreprise pour s'assurer de la conformité des plans de base de l'ingénieur conseil avec les réalités du terrain.

III.2.1. ETUDE TOPOGRAPHIQUE

L'étude topographique est une étape indispensable du projet qui se déroule généralement en deux phases.

III.2.1.1. Première phase : travaux de terrain

Elle consiste à réaliser le nivellement de la zone, rechercher les coordonnées géographiques et permet d'avoir les altitudes des points à alimenter par rapport au point de prélèvement.

➤ LE NIVELLEMENT

Le nivellement consiste à déterminer par rapport au plan horizontal de référence qui est le niveau moyen de la mer, la hauteur des points visés et la différence d'altitude entre ces points. Etant donné que la distance choisie entre deux points visés est de 30m, le mode de nivellement approprié et utilisé est le nivellement direct par cheminement. C'est une suite alternative de stations et de points de changement (point intermédiaire temporaire qui est utilisé lorsqu'on veut déplacer l'instrument) entre ces deux points visés. Ainsi, à chaque station, une lecture appelée lecture arrière (L_{ar}) est effectuée sur le point situé en amont et une autre appelée lecture avant (L_{av}) est effectuée sur le point situé en aval. Pour l'exécution de ce travail, nous avons utilisés les instruments ci-après :

- Le niveau pour la prise des mesures
- Le trépied qui sert de support pour le niveau
- La mire, posée verticalement sur le point pour que l'opérateur puisse lire la distance verticale depuis ce point jusqu'au plan de nivellement constitué : par l'instrument.
- La chaîne, pour mesurer la distance entre les points visés.

➤ LA RECHERCHE DES COORDONNEES

La recherche des coordonnées géographiques d'un point consiste à déterminer la position de ce dernier dans l'espace. Lors des levés topo, on prend les coordonnées géographiques x, y de tous les points d'eau existant et des points particulier à l'aide du GPS.

Le GPS « Global Positionning System » qui signifie « - Système de positionnement global » est un appareil qui permet de prendre les coordonnées des points particuliers sur le terrain. Techniquement, c'est un récepteur, comme un récepteur radio (à ne pas confondre avec une balise qui émet un signal), qui indique la position ou on se trouve. Un GPS ne transmet aucune donnée, il n'est qu'un récepteur.

A la fin des travaux, le chef de mission établit un procès-verbal qui sera contre signé par le chef de village et l'animateur. Ceci est fait pour marquer le passage de l'équipe et faire remarquer les différentes décisions prises sur le terrain.

III.2.1.2. DEUXIEME PHASE : TRAITEMENT DES DONNEES DE TERRAIN

Elle se déroule au bureau et consiste au traitement des données recueillies sur le terrain pour établir la feuille de nivellement géométrique puis procéder à l'élaboration de la vue en plan et des profils en long des canalisations. Le logiciel de dessin utilisé est Autocad.

➤ *TRAITEMENT DE LA FEUILLE DE NIVELLEMENT GEOMETRIQUE*

Encore appelée feuille topographique, la feuille de nivellement géométrique est un tableau récapitulatif élaboré à base des données déjà traitées recueillies lors des travaux sur le terrain. Mise à part la distance entre les points et les lectures sur mire, elle comporte les dénivelés entre les points, les altitudes des points visés ainsi que les cotes du terrain naturel et du projet.

➤ *DETERMINATION DES DENIVELEES*

La dénivelée est la différence d'altitude entre deux points successifs. Le mode de nivellement étant direct par cheminement, la dénivelée représente la différence entre la lecture arrière du point situé en amont et la lecture avant du point situé en aval. Cette dénivelée peut être positive ou négative.

$$\text{Dénivelée} = \text{Lecture arrière} - \text{Lecture avant}$$

➤ *DETERMINATION DES ALTITUDES*

L'altitude d'un point est sa hauteur au-dessus du niveau moyen de la mer. Ainsi, pour déterminer l'altitude d'un point donné, on ajoute à l'altitude du point précédent la dénivelée entre ces deux points. L'altitude de départ est fournie à l'aide du GPS.

$$\text{Altitude} = \text{Altitude précédente} + \text{dénivelée}$$

➤ **ELABORATION DE LA VUE EN PLAN**

La vue en plan est une représentation graphique de la zone et de tout ce qui existe. Elle met en exergue les différentes informations concernant le réseau :

- Végétation, les marécages, le fleuve
- Les voies de communication ;
- Les infrastructures existantes
- L'emplacement des points visés ;
- La position des conduites existantes
- La position du château d'eau et des forages ;
- La position des équipements hydrauliques (ventouse, vidange, vanne de sectionnement, ...).

De même la vue en plan permet de procéder à la numération des nœuds (point de rencontre de deux ou plusieurs tronçons ou un point de livraison) et à l'identification des tronçons (portion de conduites comprise entre deux nœuds).

Notons qu'elle est réalisée grâce à l'esquisse et aux notes prises sur le terrain

➤ **ELABORATION DES PROFILS EN LONG**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par chacun des points visés. Ainsi, on distingue deux profils en long : le profil en long du terrain naturel et celui du projet.

Les conduites d'alimentation d'eau étant enterrées, elles ont des profils en long différent de celui du terrain naturel. Pour l'élaboration de ce profil en long, trois objectifs sont poursuivis :

- Minimiser les terrassements à l'exécution
- Vidanger les tronçons de conduite en cas de maintenance curative ou préventive
- Evacuer l'air qui pourrait s'y accumuler dont les conséquences sont :
 - ✓ La réduction du débit
 - ✓ Le gaspillage d'énergie
 - ✓ Les coups de bélier en cas d'appel important de débit

Ainsi pour éviter ces conséquences certaines mesures convenables sont prises. On a :

- Le positionnement des ventouses au niveau des points haut pour assurer l'évacuation de l'air dans les conduites
- Le positionnement des vidanges au niveau des points bas
- Le positionnement des bouchons à la fin d'un tronçon sans suite ;

Un point haut est un sommet formé par deux déclivités successives de sens contraires.

Le profil en long s'établi de la façon suivante :

- Choisir un plan horizontal de référence situé à une cote inférieure à l'altitude du point le plus bas ;
- Confectionner en dessous du plan horizontal de référence, des cases comportant les indications suivantes : numéros de profil, altitude terrain naturel, altitude projet, écart Terrain naturel – projet, distance partielle, distance cumulée, pente, rampe, nature et diamètre de conduite.
- Représenter en abscisse les distances et en ordonnée les altitudes.

En outre, le profil en long nous montre les points haut et bas du réseau.

III.2.2. ELABORATION DES NOTES DE CALCUL DES OUVRAGES SPECIFIQUES

III.2.2.1. BUTEE

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivant :

Pour PEHD DE 315, on a :

$$P = 60,55\text{KN}$$

Tableau VI : Dimensionnement des butées (PEHD 315)

<i>A (°)</i>			<i>A</i>	<i>F (KN)</i>	<i>A (M2)</i>	<i>H (M)</i>	<i>L (M)</i>	<i>I (M)</i>	<i>V (M3)</i>
Coude	1/32	11,25	0,196	11,87	0,06	0,70	0,80	0,80	0,26
	1/16	22,5	0,39	23,61	0,12	0,70	1,00	1,00	0,50
	1/8	45	0,765	46,32	0,23	0,70	1,20	1,20	1,00
	1/4	90	1,141	69,09	0,35	0,70	1,40	1,40	1,37
Té et plaque		-	1	60,55	0,30	0,70	1,40	1,40	1,37

Pour PEHD DE 500, on a :

$$P = 152,53 \text{ KN}$$

Tableau VII : Dimensionnement des butées (PEHD 500)

<i>A</i> (°)			<i>A</i>	<i>F (KN)</i>	<i>A (M2)</i>	<i>H (M)</i>	<i>L (M)</i>	<i>I (M)</i>	<i>V (M3)</i>
Coude	1/32	11,25	0,196	29,90	0,15	0,90	1,20	1,20	1,30
	1/16	22,5	0,39	59,49	0,30	0,90	1,60	1,60	2,30
	1/8	45	0,765	116,69	0,58	0,90	1,70	1,70	2,60
	1/4	90	1,141	174,04	0,87	0,90	1,70	1,70	2,60
Té et plaque		-	1	152,53	0,76	0,90	1,70	1,70	2,60

Tableau VIII : Récapitulatif des données

<i>SIGNES</i>	<i>VALEUR</i>	<i>UNITES</i>	<i>DESIGNATION</i>
Br	100 000	N	Surcharge sur dalle
w	10 000	N/m ²	Surcharge remblais
La	1,50	M	Rayon
Lb	1,50	M	Hauteur
H	2,50	M	
e	0,20	M	Epaisseur parois et radier
Φ	30,00		Angle de frottement interne
Ka	0,33		
ed	0,20	M	Epaisseur dalle de couverture
ρ	18 000	N/m ³	Poids spécifique des terres
vxu	0,04600	ELU	
vyu	0,77800	ELU	
vxS	0,05300	ELS	
vys	0,84600	ELS	

III.2.2.2. REGARDS EN BETON ARME

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

➤ POIDS DU REGARD

Tableau IX : Poids du regard par combinaison

	<i>ELS</i>	<i>ELU</i>	<i>UNITES</i>
PT	243600		N
PT		343860	N

➤ CONTRAINTE DU SOL

$$S = (La+2*e)*(Lb+2*e) \text{ soit } S = 3,610 \text{ m}^2$$

Tableau X : Contrainte du sol par combinaison

	<i>ELS</i>	<i>ELU</i>	<i>UNITES</i>
Ra	67479,224		N
Ra		95252,0776	N

➤ RECAPITULATIF DU DIMENSIONNEMENT

Tableau XI : Récapitulatif du dimensionnement

<i>ELEMENTS</i>	<i>MOMENTS (NM)</i>		<i>SECTION BETON (M)</i>		<i>SECTION ACIERS (CM²)</i>	
	<i>ELU</i>	<i>ELS</i>	<i>Largeur</i>	<i>Hauteur</i>	<i>Section</i>	<i>Choix</i>
Appuis radier	4929,295	4023,449	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Travée radier	8379,802	6839,863	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Travée radier "La"	9858,590	8046,898	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Travée radier "Lb"	7669,983	6807,675	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Paroi en F	29614,115	20957,952	1,00	0,20	$7,70 \cdot 10^{-4}$	5 HA 14
Appuis parois	2030,986	1414,607	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Travée parois "La"	2709,292	1886,031	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10
Travée parois	2709,292	1886,031	1,00	0,20	$3,9 \cdot 10^{-4}$	5 HA 10

"Lb"						
Dalle couverture	20,112		1,00	0,20	$5,65 \cdot 10^{-4}$	5 HA 12

III.2.2.3 MASSIFS EN BETON ARME (LESTS)

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivant :

Tableau XII : Caractéristiques des conduites

<i>CARACTERISTIQUE CONDUITE</i>						
Nature	DE	Epaisseur	DI	Densité	Poids	PN
	M	Mm	m	Kg/m ³	Kg/m	Bar
PEHD 100	0,50	26,70	0,447	0,955	44,20	10,00

Tableau XIII : Caractéristiques des conduites remplies

<i>PEHD 100</i>			<i>PEHD CREUX</i>			<i>EAU</i>			<i>POIDS TOTAL (PT)</i>
Volume	Masse	Poids	Volume	Masse	Poids	Volume	Masse	Poids	
m ³	Kg	N	m ³	kg	N	m ³	kg	N	N
0,196	0,188	1,84	0,16	0,15	1,47	0,16	156,65	1536,73	1537,10

Tableau XIV : Récapitulatif du dimensionnement du massif

<i>DIMENSIONS DU MASSIF</i>					<i>SURFACES</i>		<i>VOLUME</i>		<i>POIDS</i>
L		I		h	A	B	Béton	PEHD	
m	M	m	M	m	m ²	m ²	m ³	m ³	N
1,20	1,00	1,00	0,80	1,00	1,20	0,8	1,000	0,236	19109,514

Il sera prévu un massif stabilisant en béton armé tous les 10 m sur toute la traversée.

Les plans d'exécution (ferraillage, vue en plan et coupes,...) sont en annexe. Le prochain chapitre se préoccupera de l'organisation et les méthodes d'exécution des travaux.

III.3. ORGANISATION DU CHANTIER ET METHODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

L'organisation d'un chantier est une étape à laquelle, l'entreprise est amenée à préparer l'exécution des travaux. Elle est réalisée en deux phases :

- phase préparatoire de chantier
- phase d'exécution de chantier

Les méthodes d'exécution des travaux permettent d'anticiper sur les préliminaires nécessaires à l'exécution de certaines activités et la prise des dispositions.

III.3.1. RÔLE DE L'ORGANISATION DU CHANTIER ET DES METHODES D'EXECUTION

La période de préparation de chantier permet à l'entreprise de :

- prévoir les différentes phases de réalisation en déplaçant le moins possibles le personnel, les matériels, les matériaux (y compris lors du repliement du chantier),
- faciliter la cohabitation et le dialogue entre les différents corps d'états,
- utiliser au mieux possible l'espace disponible notamment en chantier urbain
- prendre connaissance du dossier (transmission du dossier du service commercial au service travaux),
- Organiser le début de chantier, le circuit des documents et les dates des différentes réunions périodiques, préparer les installations de chantier (base vie),
- prendre contact avec les différents concessionnaires pour les branchements existants (eau, électricité, téléphone),
- demander les autorisations administratives (inspection du travail, voirie, urbanisme, etc.).
- Trouver des solutions aux problèmes rencontrés sur le terrain

III.3.2. ORGANISATION ET METHODES D'EXECUTION DES TRAVAUX

III.3.2.1. ORGANISATION DES TRAVAUX

Dans le cadre de notre projet où les interventions ont lieu en zone marécageuse, lagune, agglomération et en rase campagne, l'organisation des travaux revêt d'une importance capitale. Elle permet, non seulement de définir l'ordre d'exécution des travaux par zone mais aussi d'anticiper sur les travaux préliminaires nécessaires à l'exécution de certaines activités puis les dispositions à prendre pour une bonne exécution selon les règles de l'art.

➤ *ORDRE D'EXECUTION DES TRAVAUX PAR ZONE*

L'ordre d'exécution des travaux est défini selon la nature des zones d'intervention et leur comportement en saison pluvieuse. Le tableau suivant renseigne sur les critères déterminants du choix de l'ordre d'exécution des travaux.

Tableau : Ordre d'intervention sur le chantier

Nature des zones d'interventions	Comportement de chaque zone en différentes saisons		Ordre d'intervention
	Saison pluvieuse	Saison sèche	
Zone Marécageuse	Inondable	Présence d'eau	1
Traversée de lagune	Inondable	Inondable	1
Terre ferme	Une partie inondable	Non inondable	2
	Une partie non inondable		3

Compte tenu de la période d'exécution des travaux, et l'état des différentes zones d'exécution, certaines zones peuvent faire l'objet de priorité par rapport aux autres. Il s'agit des zones inondables en saison pluvieuse. Puisqu'elles sont inondables, il est préférable de travailler dans ces zones en premier pendant qu'on est en saison sèche avant d'aborder les zones dans lesquelles, l'incidence de la pluie est faible voir négligeable (zones non inondable) sur l'avancement des travaux. C'est ce qui justifie l'ordre d'exécution présenté dans le tableau ci-dessus.

➤ **Résultats de l'organisation des travaux de la zone franche industrielle**

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

N°	NOM DE LA TACHE	Prévision à la date du 15/09/2013		Réalisation à la date du 15/09/2013	
		DUREE (JOURS)	% D'EXECUTION PREVU	DUREE (JOURS)	% réalisé
1	Travaux Préparatoires	11	100	11	100
2	Etudes et plans d'exécution	28	100	28	100
3	Installation de chantier	32	100	32	100
4	Approvisionnement du chantier	178	97	178	88
5	Réseau de refoulement en PEHD 315 sur 11000ml (Zone hors eaux y compris marécage)	164	97	154	95,65
6	Réseau de refoulement en PEHD 500 sur 1700ml (Traversée de lagune)	36	100	22	100
7	Pose des pièces hydrauliques dans les regards et divers raccordements	50	100	50	86
8	Travaux Génie civil	131	88	131	91,3
9	Désinfection/ finition	-	-	-	-
10	Mise en service	-	-	-	-
11	Elaboration et Remise du dossier de recollement	-	-	-	-
12	Réception provisoire	-	-	-	-

➤ **Interprétation**

Le tableau présente l'avancement escompté des travaux à huit mois du projet et l'avancement réel des travaux sur le terrain pour la même période. La couleur verte indique les travaux pour lesquels, l'organisation des travaux a connu un succès et la couleur orange, les travaux pour lesquels l'organisation n'a pas connu de succès.

La réalisation des travaux du réseau de refoulement en PEHD 315 devrait atteindre 97% à 164 jours d'exécution selon une simulation théorique de notre planning alors que sur le terrain

en 154 jours, les travaux ont été exécutés à 95,65% et sont arrêtés pour des raisons de la non-réalisation des forages restant à raccorder.

Quant à la réalisation des travaux du réseau de refoulement en PEHD 500, elle devrait être totalement exécutée en 36 jours ; mais sur le terrain, le travail a été fait en 22 jours. Il en est de même pour les travaux génie civil dont l'exécution a atteint 91,3% alors que ce qui était escompté était de 88% pour la même durée.

L'approvisionnement du chantier devrait être effectué à 97% en 178 jours. Par contre elle a été effectuée à 88%. Ce qui a impacté la pose des pièces hydrauliques dans les regards et divers raccordements avec un retard d'exécution. Cette situation pourrait s'expliquer par le retard du circuit d'approvisionnement de l'entreprise et le fait que le lancement de certaines commandes coïncidait avec une période où le fournisseur de l'entreprise était sollicité.

III.3.2.2. METHODES D'EXECUTION DES TRAVAUX

🕒 TRAVAUX DE PLOMBERIE

Les méthodes d'exécution des travaux diffèrent en fonction de la nature des zones d'intervention. Faisons, une étude du mode d'exécution des travaux par cas.

➤ ETUDE DE CAS N°1 : POSE DES CONDUITES DANS LA LAGUNE

La réalisation des travaux de pose de conduite dans la lagune a été l'un des points particuliers sur lequel, nous avons effectué une étude du mode d'exécution. Le choix de ce mode d'exécution est fonction des travaux à exécuter et des moyens dont dispose l'entreprise pour les réaliser (matériel, humain, financier). Les différentes phases de réalisation des travaux de pose de conduites dans la lagune sont les suivantes :

- Travaux Préparatoires, Implantation Et Piquetage

Pour la réalisation des travaux préparatoires, implantation et piquetage, optons pour l'utilisation des barques motorisées comme moyen de déplacement sur l'eau et l'utilisation

des appareils topo tel que : la station totale TS09 (marque LEICA) et le niveau NA03 (marque LEICA), pour les travaux topographiques.

Cependant, l'entreprise ne disposant pas de barques motorisées, elle serait amenée à procéder soit à leur achat, soit à la location sur la période des travaux.

Première Simulation : Achat Des Barques Motorisées

La réalisation des travaux dans la lagune nécessitant l'utilisation de deux barques motorisées, évaluons le coût d'investissement approprié. (Voir tableau suivant).

Engins	Quantité	Prix unitaire d'achat (FCFA)	Entretien et maintenance (FCFA)	Investissement (FCFA)
Aqualunox 350S remorque	1	1 573 744	50 000	1 623 744
Aqualunox 350S remorque+ accessoires	1	1 934 544	50 000	1 984 544

Soit un investissement de 3 247 488 fcfa pour l'achat de deux barques Aqualunox 350S + remorque.

Deuxième Simulation : Location Des Barques Motorisées

ENGINS	Quantité (U)	Prix de location journalière (fcfa)	Durée d'exécution des travaux	Frais d'entretien et de maintenance	Total Investissement (fcfa)
Barque motorisée	1	30 000	36	50 000	1 130 000

Soit un investissement de 2 260 000 fcfa pour la location de deux barques motorisées.

Troisième Simulation : Location De La Première Barque Motorisée Et Achat De La Seconde Barque

Engins	Quantité (U)	Prix de location journalière (fcfa)	Durée d'exécution des travaux (jrs)	Prix d'achat (fcfa)	Entretien et maintenance (fcfa)	Total investissement (fcfa)
Barque motorisée	1	30 000	36		50 000	1 130 000
Barque motoriséeA qualunox 350S	1			1 573 744	50 000	1 623 744

Soit un investissement de 2 753 744 FCFA l'achat d'une barque motorisée Aqualunox 350S et la location de la seconde.

Au regard de ces variantes à savoir la location d'engin, l'achat, et la durée des travaux, on constate que la simulation nécessitant moins d'investissement est la simulation 2. Sur ce, elle sera la simulation à adopter pour l'exécution des travaux.

- Soudure Par Poly Fusion Et Bardage Des Conduites Sur L'eau

La soudure par poly fusion ne pouvant être réalisé sur l'eau, elle sera exécutée sur la berge.

D'environ 1700 ml, les conduites à barder sur l'eau sont en Pehd \varnothing 500. Cependant, le bardage des conduites ne pouvant être exécuté manuellement, optons pour l'utilisation des engins avec l'appui d'un personnel physique. Pour ce faire, définissons la méthode d'exécution des travaux.

Première Simulation : Installation D'un Engin En Rive A

Le sens d'exécution du bardage étant de la berge A vers la berge B, installons un engin en rive A. Cet engin se chargera de pousser les conduites soudées sur l'eau. Cependant, vu le linéaire à barder et la présence du vent qui pourrait influencer le respect de l'alignement du réseau et donc ralentir l'avancement des travaux, l'engin installé en berge A ne peut à elle seule

effectuer le bardage.

Deuxième Simulation : Installation D'un Autre Engin En Rive B

Située à 2800 ml de la berge A, la berge B est séparée de la lagune de 1100 ml de zone marécageuse. Et vu que l'entreprise ne dispose pas des engins capables de travailler en zone marécageuse, installons un autre engin en berge B. Ce dernier, serait lié aux conduites (conduites en cours de bardage) par une corde. Ainsi, les conduites seront tirées par l'engin installé en berge B parallèlement à la poussée exécutée en berge A en vue d'accélérer non seulement le bardage mais aussi minimiser l'action du vent.

Pour ce faire, voyons dans la catégorie d'engin disponible sur le chantier, les engins qui peuvent effectuer le travail.

Tableau XV : Engin disponible sur le chantier

ENGINS	MODELE	QUANTITE (U)
Pelle hydraulique Caterpillar	320D	1
Pelle hydraulique Caterpillar	330L	1
Chargeuse Caterpillar	950G	1
Tractopelle Caterpillar		1

Puisse que la pelle dispose d'un godet, on pourrait l'exploiter pour accrocher le bout des conduites soudées afin qu'elle puisse les pousser sur l'eau. Ce qui amène à l'utilisation de la pelle 320D à la berge A. En berge B, la seconde pelle pourrait également tirée les conduites à l'aide de son godet autour duquel serait attachée la corde. Mais puisse que la flèche de la pelle installée à la berge B n'est pas grande, les travaux évolueront très lentement. Sur ce, installons une grue ; et faisons passer par son crochet (en bout de flèche) la corde qui la reliera aux conduites soudées. Une fois la corde passée, installons la chargeuse qui tractera à chaque 150ml les conduites soudées en fonction de l'espace disponible.

ANALYSE DES SIMULATIONS

Au regard de l'ensemble des simulations, on remarque que la simulation 1 retardera

l'avancement des travaux. Du coup, elle aura des incidences non seulement sur le délai d'exécution mais également des incidences financières. L'entreprise cherchant le profit, elle ne l'arrangerait point.

Quant à la simulation 2, elle permettra à l'entreprise de gagner en temps en argent. Du coup, elle sera la simulation à adopter sur le terrain.

Phase 3 : Immersion Et Pose Des Conduites Au Fond De La Lagune

La pose d'une canalisation sous l'eau est spécifique. Dans tout le processus, il est nécessaire de bien connaître les effets de l'environnement lagunaire sous leurs différents aspects.

Les ouvrages en lagune subissent l'action mécanique du vent et des courants. Les conduites peuvent être affectées soit sous l'effet des conditions extrêmes de chargement, soit sous l'effet de charges moins importantes mais répétées. Les calculs prennent en compte ces deux aspects. Cependant, il faut étudier la technique à adopter pour asseoir la conduite dans l'eau. Alors, quelle stratégie adopter pour que les conduites après bardage, soient posées au fond de la lagune ?

Quelques hypothèses nous ont permis de trouver des solutions parmi lesquelles on a effectué un choix favorable à l'entreprise.

En revenant à Archimède, il nous dit que tout corps plongé dans l'eau reçoit de bas en haut une poussée (en kg) égale au volume d'eau en dm^3 (donc en kg) déplacé.

Première Hypothèse

Considérons 1ml de conduite en PEHD de diamètre 500mm, donc $0,196 \text{ m}^3$ de volume et qui peut contenir $0,157 \text{ m}^3$ d'eau. Vide, elle pèse 44,20 kg. Calculons sa ligne de flottaison (profondeur d'enfoncement) quand elle sera posée vide sur l'eau.

Si elle pèse 44,20 kg, elle s'enfoncera de $44,20 \text{ dm}^3$ dans l'eau. Si on divise ce volume par la surface de base, on obtient la hauteur, donc l'enfoncement de la conduite. Supposons que la surface de la conduite en contact avec l'eau est plane (rectangulaire) de largeur son diamètre.

On a :

- Surface de base : $5 \text{ dm} * 10 \text{ dm} = 50 \text{ dm}^2$
- Hauteur du volume dans l'eau $44,20 \text{ kg} \text{ ou } \text{dm}^3 / 50 = 0,884 \text{ dm}$ soit un enfoncement de 8,84 cm

Deuxième Hypothèse

Remplissons la conduite d'eau. Soit ($157 \text{ kg} + 44,20 \text{ kg} = 201,20 \text{ kg}$), elle déplacera 201,20 litres d'eau (ou 201,20 ou 0,201 m³). La ligne de flottaison sera à $201,20/50 = 4,024 \text{ cm}$ du bas et 5,76 cm du haut.

Troisième Hypothèse

Ajoutons à nouveau 50 kg de sable à l'ensemble conduite +eau. On a $201,20 \text{ kg} + 50 \text{ kg} = 251,20 \text{ kg}$. Comme la conduite ainsi chargée ne déplace que 196 litres, elle coule sauf si la densité de l'eau diffère de 1kg/l.

Soit donc une technique de pose regrouper en trois phases :

- Soudure et bardage des conduites sur l'eau
- Pose des lests provisoires en sable de 50 kg
- Remplissage des conduites

Pour assurer la stabilisation de la canalisation des massifs en béton armé serviront de lests.

➤ ETUDE DE CAS N°2 : POSE DES CONDUITES EN AGGLOMERATION

En pleine agglomération où on note la présence des réseaux tiers (les câbles enterrés, les branchements) le mode d'exécution des travaux est manuel. Soit une fouille, pose et remblai manuel afin de minimiser la destruction des réseaux tiers. Par contre, dans les zones agglomérées ou non, où il n'y a pas l'existence des réseaux tiers, les travaux seront exécutés à l'engin (fouille, pose et remblai).

NB : Notons que dans ces différentes zones des sondages sont faits avant l'exécution des travaux.

➤ **ETUDE DE CAS N°3 : POSE DES CONDUITES EN ZONE MARECAGEUSE**

La technique de pose des conduites en zone marécageuse est presque identique à celle de pose dans la lagune. La différence ici, est l'exécution d'une fouille avant le bardage, et le remblai après pose des conduites au fond de la tranchée. Compte tenu des moyens matériels dont dispose l'entreprise, la fouille en zone marécageuse ne peut être exécutée à l'engin. Elle sera manuelle. Il en est de même pour le remblai. Seul le bardage sera exécuté à l'engin avec l'appui des personnes physiques (manœuvres) pour l'orientation de la conduite. L'effet du vent étant négligeable dans ce cas, un engin suffira pour barder les conduites. Soit une pelle hydraulique.

➤ **ETUDE DE CAS N°4 : TRAVERSEE DE CANIVEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE VOIE PAVEE**

Les caniveaux d'assainissement étant les ouvrages de la mairie, leur traversée ne peut être exécutée sans l'accord de la mairie. Cependant, avant l'exécution de cette traversée, l'entreprise est contraint de faire des sondages (à défaut de l'obtention des plans de recollement de ces ouvrages). Ce sondage permettra d'avoir une idée sur les détails nécessaires (profondeurs, différentes cotes, nature du sol) à l'élaboration d'un schéma de principe de traversée et de prévoir les dispositions d'exécution des travaux.

Dans le cadre de notre projet, la traversée de la voie pavée et des caniveaux d'assainissement a eu lieu dans une zone sablonneuse avec la présence de la nappe phréatique située à 1,00m par rapport au terrain naturel (TN). Après sondage des ouvrages, l'existence d'une conduite en PVC (protégé par un fourreau) qui traverse les caniveaux, contraint l'exécution des travaux en dessous des caniveaux.

Il revient de définir un mode permettant d'exécuter les travaux non seulement en un délai optimal (à cause de l'importance du trafic sur cette voie et le nombre de zone qu'elle dessert) mais selon les règles de l'art sans aucun risque accidentel. Aux regards de ces contraintes de délai, du phénomène d'éboulement (compte tenu de la proximité de la nappe phréatique) et de sur profondeur d'environ 1,50 m (dû au passage en dessous des caniveaux), optons pour un

mode d'exécution à l'engin. Soit une fouille à la tractopelle, pose des fourreaux, passage des conduites puis remblai.

L'enlèvement et la repose des pavées faisant l'objet de sous traitance, ces travaux ont été exécutés par une autre structure que la mairie a choisi.

Pour des raisons de disponibilité des engins de l'entreprise, le travail pourrait s'exécuter manuellement soit à l'aide d'un engin de location.

Première Simulation : Exécution Manuelle

Pour la réalisation des travaux de façon manuelle, il faut effectuer un blindage des parois afin d'exécuter les travaux selon les règles de l'art et sans risque accidentel.

QUALITES D'UN BLINDAGE

Pouvoir être mise en place sans exposer les exécutants aux risques d'éboulement.

- Etre suffisamment résistant pour résister à la poussée des terres.
- Etre conçu de façon à constituer une cage résistant aux efforts obliques

CHOIX DU BLINDAGE

Le choix du blindage est fonction du matériel disponible sur le chantier. Puisque que les panneaux en planche existent sur le chantier, optons pour un blindage par panneau en bois.

Il consiste à fabriquer les panneaux en planche jointive d'une épaisseur adaptée à la nature du terrain. Dans notre cas, on a utilisé des panneaux de 6 cm d'épaisseur. Les panneaux sont ensuite descendus au fond de la fouille et redressé verticalement contre les parois. A l'aide des étais métalliques, les parois sont étayés transversalement dans la tranchée. Du coup, elle ne nécessite aucun investissement pour le matériel ; mais des frais pour l'exécution des travaux compte tenu du travail manuel.

Tableau XVI : Investissement pour exécution des travaux manuelle

ENGIN	LINEAIRE DE FOUILLE + POSE + REMBLAI	DUREE D'EXECUTION (JOURS)	INVESTISSEMENT (FCFA)
TRAVAUX MANUELLE	10 ml	2	200 000,00

Deuxième Simulation : Location D'engin

Pour la réalisation des travaux à l'aide d'un engin loué, le coût d'investissement nécessaire est évalué dans le tableau suivant :

Tableau XVII : Investissement pour location d'engin

ENGIN	PRIX DE LOCATION (FCFA)	DUREE DES TRAVAUX (JRS)	ENTRETIEN ET MAINTENANCE	INVESTISSEMENT (FCFA)
TRACTOPELLE	350 000	1	50 000	400 000,00

- Troisième Simulation : Usage De L'engin De L'entreprise

Pour la réalisation des travaux à l'aide d'un engin loué, l'investissement est lié à juste l'entretien et la maintenance de l'engin.

Remarquons que la simulation 1 nécessite moins de dépense mais prend plus de temps. La simulation 2 nécessite plus de dépense mais est faisable en un temps court. Quant à la simulation 3, elle ne nécessite presque par de dépense et permet de gagner également en temps. La voie étant plus pratiquée pour des raisons des zones qu'elle dessert, optons pour l'exécution des travaux suivant la simulation 3.

Ⓢ TRAVAUX DE GENIE CIVIL

➤ **Réalisation des lests définitifs (massifs en béton armé)**

La montée des conduites en traversée de lagune est un phénomène qui pourrait avoir lieu en période de crue. Il s'avère donc important de disposer des ouvrages en béton armé sur ces

conduites afin de minimiser l'action de la crue qui pourrait avoir des incidences sur le fonctionnement du réseau et sur les activités de pêche. Pour ce faire, optons pour une préfabrication de coffrage métallique. Ces moules seront déposés sur les conduites (au fond de la lagune) avec un ferrailage. Le coulage de ces massifs serait exécuté à travers des tubes PVC sellé en tête des moules et au bout duquel, on placera un entonnoir par lequel le béton malaxé passera. Soit un béton malaxé avec une petite quantité d'eau et un accélérateur de prise (SICACRETE BB40). Le transport des matériaux et du personnel d'exécution se fera à l'aide des barques motorisées.

III.3.3. ORGANISATION DES APPROVISIONNEMENTS

Dans le but de respecter le délai d'exécution des travaux, il est important de mettre en place un bon système d'approvisionnement du chantier. Pour ce faire, les délais de livraison des pièces, tubes, raccords, robinetteries, etc... doivent faire l'objet d'une bonne maîtrise afin que les commandes soient lancées avec une marge confortable pour éviter les ruptures de stocks.

Dans le cadre de notre projet, quelques critères ont permis de mettre en place un système d'approvisionnement. Il s'agit de :

- La tâche à exécuter
- La date de début
- La durée sur laquelle la tâche est étendue
- Les besoins nécessaires à l'exécution de cette tâche
- Les pièces, matériaux, etc... disponible en stocks
- La durée de livraison (fonction des fournisseurs de l'entreprise et de la proximité de ces fournisseurs).

A l'aide du planning d'exécution des travaux, les tâches à exécuter, leur date de début et leur durée sont identifiés. Quant aux besoins nécessaires à leur réalisation, ils sont évalués à partir d'un avant-métré. Après cette évaluation des besoins, on procède à l'identification des pièces disponible en vue de déterminer celles non disponible et pour lesquelles on doit lancer les commandes. Par suite, en fonction de la disponibilité des pièces à commander auprès des fournisseurs de l'entreprise, les commandes sont lancés. Notons que tout ceci est un travail qui s'effectue en amont de l'enclenchement de la tâche.

L'organisation des approvisionnements peut être échelonnée sur toute la période d'exécution des travaux (voir planning d'approvisionnement du chantier).

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

L'organisation d'un chantier est l'une des étapes indispensables à l'exécution des travaux.

Définir les méthodes d'exécution des travaux, c'est :

- anticiper sur les éventuels problèmes qui retarderaient l'avancement des travaux.
- Offrir un bon cadre de travail au personnel
- Exécuter les travaux selon les règles de l'art

La bonne exécution, la sécurité, et la qualité des travaux sont fonction de l'organisation et de la méthode d'exécution des travaux. Nous recommandons à l'entreprise de revoir son circuit d'approvisionnement afin de pouvoir respecter le planning prévu en début de chantier.

Ce stage effectué, nous a permis de connaître la réalité dans les fondements concrets du terrain, l'application de la théorie enseignée lors de l'année académique et bien d'autres situations sociales et naturelles. Nous avons aussi appris par la même occasion à faire certains travaux et les méthodes à adapter pour les faire judicieusement.

Notre stage de mise en situation nous est profitable dans bien de domaines à ne pas inventorier dans le cadre modeste du présent rapport d'interdisciplinarité incontournable à toute formation technique et humaine.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles

- ✓ BAEL 91 modifié 99,
- ✓ Traité de béton armé Volume 6 (A. GUERRIN et R.C. LAVEUR),
- ✓ JEAN PERCHAT, JEAN ROUX. (1998) « Pratique du BAEL 91 », deuxièmes éditions, édition Eyrolles, ISBN 2-212-01317-5,
- ✓ RAFFESTIN. (Collection Méthode 1994) « Conduire son chantier- Préparation et organisation, planification et suivi des travaux »,
- ✓ Paul Mamadou OUATTARA. (Septembre 2008), « Organisation des chantiers et coordination des travaux », 2ie Version 02,
- ✓ Cours de gestion de chantier ; mise à jour (avril 2005), Jean-Pierre ESSONE NKOGHE, ingénieur Ponts et Chaussée

Sites internet

- ✓ http://www.jph-lamotte.fr/files/tech_archimede.htm
- ✓ http://www.cours-génie-civil.com/IMG/pdf/Cours_installation-de-chantier-préparation-chantier.pdf,

ANNEXES

Sommaire des annexes

ANNEXE 1 : VUE EN PLAN GENERAL DU RESEAU

ANNEXE 2 : VUE EN PLAN DE LA ZONE A

ANNEXE3 : VUE EN PLAN DE LA ZONE B

ANNEXE 5 : VUE EN PLAN DE LA ZONE C

ANNEXE 6 : PROFIL EN LONG

ANNEXE 7 : PLAN DE FERRAILLAGE

ANNEXE 8 : PLAN DE COFFRAGE

ANNEXE 9 : PLAN HYDRAULIQUE

ANNEXE 10 : PHOTOS



Photo 1 : Lestage provisoire de sable



Photo 2 : Pose d'avertisseur



Photo 3 : Machine à souder



Photo 4 : Ensemble machine à souder + pompe + miroir et rabot



Photo 5 : Groupe électrogène



Photo 6 : Bardage des tuyaux



Photo 7 : Levés topo



Photo 7 : Conduite bardée sur l'eau



Photo 8 : Fouille à l'engin



Photo 9 : Zone marécageuse



Photo 10 : Pose à l'engin