

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID TLEMEN

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département de Génie Civil

Mémoire pour l'obtention du

Diplôme de Master en Génie Civil

Option **Civil Engineering Management**

Intitulé

ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE ET MANAGEMENT DES RISQUES

D'UN PROJET DE CONSTRUCTION : CAS DE LA TREMIE

DE CHETOUANE (FACULTE DE TECHNOLOGIE-CENTRE

ANTICANCEREUX)

Présenté par

AMIRAT YOUNES

BOUBEKEUR MOHAMMED KARIM

Soutenu en juin 2014 devant le jury composé de

BEZZAR Abdelillah

Maître de Conférences A

Président

ALLAL M. Amine

Professeur

Encadreur

HAMZAOUI Fethi

Maître assistant A

Encadreur

BENACHENHOU Kamila A. ép. HAKIKI

Maître assistante A

Examinatrice

CHERIF BENMOUSSA Mohammed Yazid

Maître assistante A

Examineur

**ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE ET MANAGEMENT
DES RISQUES D'UN PROJET DE CONSTRUCTION : CAS
DE LA TREMIE DE CHETOUANE (FACULTE DE
TECHNOLOGIE-CENTRE ANTICANCEREUX)**

AMIRAT YOUNES

BOUBEKEUR MOHAMED KARIM

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions

- ALLAH, le Clément, le Miséricordieux, pour nous avoir donné la volonté, la patience et l'opportunité de faire ce modeste travail,

- nos parents pour tous les bienfaits qu'ils nous ont accordés, leur écoute, leur disponibilité et leur grand Amour.

Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude, notre plus grand respect et nos sincères remerciements à nos illustres encadreurs, le Professeur ALLAL Mohamed Amine et Monsieur HAMZAOUI FETHI, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de l'université Abou-Bakr BELKAID de Tlemcen, en particulier nos professeurs, afin qu'ils puissent trouver ici l'expression de notre considération et le témoignage de notre profonde reconnaissance pour le temps, la patience qu'ils ont mis à notre disposition et les judicieux conseils qu'ils nous ont prodigué tout le long de ce travail et de notre parcours universitaire.

Nous remercions vivement Monsieur BEZZAR ABDELILAH qui a bien voulu accepter de présider ce jury.

A Monsieur CHERIF BENMOUSSA YAZID auquel nous exprimons toute notre gratitude pour avoir accepté de juger ce travail malgré ses multiples préoccupations.

A Madame HAKIKI KAMILA qui nous a constamment prodigué ses encouragements et a accepté de participer au jury ; qu'il en soit sincèrement remercié.

Nos remerciements vont également à l'ensemble du personnel de l'entreprise SEROR et en particulier à Madame KARA SLIMANE DJAWIDA, pour sa gentillesse et leur disponibilité et leur aide pendant tout le cours de notre stage.

Nous désirons exprimer nos vifs remerciements à Monsieur HBIBES enseignant à l'université de Tlemcen, pour tous les conseils.

Enfin, nous exprimons toute notre gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Nous dédions ce modeste travail à :

- Nos parents
- Toutes nos familles
- Tous nos amis

Ainsi qu'à toute la promotion de génie civil 2013-2014 avec qui nous avons partagé nos meilleurs moments.

AMIRAT YOUNES
BOUBEKEUR MOHAMMED KARIM

RESUME

Ce travail consiste à une étude technique et management du projet de la trémie de Chetouane, sise au nord de la ville de Tlemcen, entre le centre anti-cancéreux et la faculté de Technologie. Le travail débute par une présentation du projet qui nous permet de mettre en évidence les objectifs et les impacts sur l'environnement. Ensuite, nous estimerons le coût et la durée globales du projet ; ceci a été développé conformément aux démarches du PMI, à savoir, construction du WBS, puis séquençement des tâches, construction du réseau et planification de l'échéancier par Microsoft Projet 2010. Ensuite, nous nous sommes attelés au côté technique, aussi bien pour les matériaux à utiliser, que la conception routière incluant le profil en long, le profil en travers ainsi que le tracé en plan. Enfin nous terminons cette étude technique par un calcul des charges et surcharges en vue de dimensionner l'ouvrage en question. Un chapitre sera porté sur le management des risques du projet avec une démarche basée sur une analyse matricielle.

Mots clé : projet routier, management, risque, planification.

ABSTRACT

This work consists on a technical study and project management of the Chetouane hopper, situated in the northern of Tlemcen city, between the anti-cancer patients center and University of Technology. The work starts with a presentation of the draft which allows us to highlight the objectives and impacts on the environment. Then, we shall estimate the cost and the overall duration of the project; this has been developed in accordance with the representations of the PMI, namely, construction of the WBS, and then sequencing tasks, network construction and timetable planning by Microsoft Project 2010. Then we have hitched to the technical side, both for the avowed materials, and the design road including the longitudinal profile, moreover the across profile as well as the plan trace. Finally we conclude this technical study by a loads calculation and overloads in order to scale the book in question. In fact, a focus will be on the management of the project risks with an approach based on a matrix analysis.

Key words: Road project, management, risk, planning.

المخلص:

هذا العمل يركز على دراسة تقنية و إستراتيجية لنفق شتوان في شمال ولاية تلمسان بين مركز مكافحة السرطان و كلية التكنولوجيا. يبدأ هذا العمل بتقديم دراسة أو مقدّمة للمشروع و التي تتيح لنا بصورة توضيحية و تطبيقية عكس و بلورة أهداف المشروع و كذلك البعد السّلبى على المحيط أو المناخ، بعد ذلك حاولنا أن نسلّط الضوء على تقييم مبدئى للزمن و المدة المتاحة للعمل هذا حسب أبجديات عمل PNI و كذلك الإنجاز أو البناء حسب WBS و كذلك بلورة و تقديم الأعمال أو الوظائف المتاحة و كذلك تأسيس و بناء شبكة معلوماتية و تخطيط إستراتيجى من خلال Microsoft Project 2010. كذلك من خلال هذه الدراسة حاولنا أن نمد جسور البحث التقنى من خلال المواد المستعملة و كذلك التركيز على هندسة إستراتيجية للطريق ركزنا من خلالها على صورة شكلية للعمل وكذلك ركزنا على إستراتيجية تطبيقية أولية، و فى الأخير حاولنا أن نقوم بدراسة من خلال الدراسة التقنية إلى حساب دقيق نضبط من خلاله الكتل و ما فوق الكتل حاولنا أن نمد أبعاد العمل و كذلك حاولنا فى الأخير التركيز على تسيير الأخطاء التي تنجم عن هذا المشروع.

كلمات البحث: مشروع الطرقات، تسيير المخاطر، تخطيط

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----------|
| REMERCIEMENT | IV |
| DEDICACES..... | V |
| RESUME | VI |
| ABSTRACT..... | VII |
| الملخص..... | VIII |
| TABLE DES MATIERES | IX |
| LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES | XVI |
| LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX | XVII |
| INTRODUCTION | XXI |
| CHAPITRE 01: PRESENTATION DU PROJET | 1 |
| 1. INTRODUCTION..... | 2 |
| 2. IMPLANTATION DU PROJET..... | 3 |
| 2.1 Objectif de l'étude..... | 3 |
| 2.2 Justification de l'utilité d'aménagement avec l'ouvrage d'art trémie..... | 4 |
| 2.3 Schéma de circulation..... | 4 |
| 2.4 Conséquences de la circulation actuelle sur l'utilisateur et les collectivités..... | 4 |
| 2.4.1 Accidents de la circulation | 4 |
| 2.4.2 Perte de temps..... | 4 |
| 2.4.3 Toxicité et usure du moteur..... | 4 |
| 2.4.4 Consommation de carburant..... | 4 |
| 2.4.5 Bruits causés par la circulation..... | 5 |
| 3. ETUDE GEOTECHNIQUE..... | 5 |
| 3.1 Objectifs..... | 5 |
| 3.2 Réglementation algérienne en géotechnique..... | 5 |
| 3.3 Moyens de reconnaissance..... | 5 |
| 3.4 Organisation des essais..... | 5 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.1 Essai insitu..... | 5 |
| 3.4.2 Essai au laboratoire..... | 6 |
| 4. MODE DE FONDATION..... | 7 |
| 4.1 Sécurité vis-à-vis de la rupture..... | 7 |
| 5. L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT..... | 8 |
| 5.1 Eléments environnementaux..... | 8 |
| 5.1.1 Etat initial de site..... | 8 |
| 5.2 Impacts environnementaux..... | 8 |
| 6. LES ELEMENTS CONSTRUCTIFS DECC TREMIE..... | 9 |
| 6.1 Partie couvet..... | 9 |
| 6.2 Partie non-couvet..... | 10 |
| 6.3 Réseau d'assainissement..... | 10 |
| 6.3.1 Drainage des eaux souterraines..... | 10 |
| 6.3.1 Protection contre la nappe phréatique..... | 11 |
| 6.4 Chaussé de la trémie..... | 11 |
| 6.5 Finalité d'aménagement..... | 11 |
| 7. CONCLUSION | 12 |
| CHAPITRE 02 : MANAGEMENT DE COUT ET DELAI | 13 |
| 1. INTRODUCTION..... | 14 |
| 2. Management de delai..... | 14 |
| 2.1 Identification des activités..... | 15 |
| 2.1.1 Les livrables de la trémie Chetouane..... | 15 |
| 2.2 Séquencement des activités..... | 17 |
| 2.3 Estimation des durées des activités..... | 18 |
| 2.4 Élaboration de l'échéancier..... | 19 |
| 2.5 Maîtrise de l'échéancier..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1 Données d'entrée pour la maîtrise de l'échéancier..... | 20 |
| 2.5.2 Outils et méthodes de la maîtrise de l'échéancier..... | 20 |
| 2.5.3 Données de sortie du processus de maîtrise de l'échéancier..... | 21 |
| 3. MANAGEMENT DE COUT | 21 |
| 3.1 Estimer les coûts..... | 22 |
| 3.2 Déterminer le budget..... | 22 |
| 3.3 Calcule de cout global du projet..... | 23 |
| 3.3 Maîtriser les coûts..... | 25 |
| 4. CONCLUSION..... | 25 |
| CHAPITRE 03 : ETUDE TECHNIQUE..... | 26 |
| 1. INTRODUCTION | 27 |
| 2. Caractéristiques des matériaux..... | 27 |
| 2.1 Les matériaux | 27 |
| 2.2 Le béton | 27 |
| 2.2.1 Compositions du béton | 27 |
| 2.2.2 Les caractéristiques mécaniques | 28 |
| 2.2.3 Modélisation du comportement du béton | 28 |
| 2.2.4 La contrainte de calcul béton comprimé | 29 |
| 2.3 Les armatures..... | 30 |
| 2.3.1 Type d'armatures | 31 |
| 2.3.2 La limite élastique | 32 |
| 2.3.3 Contrainte limite de traction | 32 |
| 2.3.4 Contrainte de service de traction | 32 |
| 2.4 Les remblais | 32 |
| 3. Conception routière | 32 |
| 3.1 Tracé en plan | 32 |

| | |
|---|----|
| 3.2 Profil en long..... | 33 |
| 3.3 Profile en travers | 34 |
| 4. Pré dimensionnement de la trémie | 34 |
| 4.1 Morphologie d'ensemble | 34 |
| 4.2 Le choix de la section | 35 |
| 4.3 Eléments de dimensionnement..... | 35 |
| 4.3.1 L'épaisseur de la traverse supérieure | 36 |
| 4.3.2 L'épaisseur de la traverse inférieure et pénédroits | 36 |
| 4.4 Pré dimensionnement des murs de soutènement (mur en L) | 37 |
| 4.4.1 Mur de soutènement type01 | 38 |
| 4.4.2 Mur de soutènement type02 | 38 |
| 4.4.3 Mur de soutènement type 03..... | 39 |
| 4.4.4 Schémas de cadre après le pré dimensionnement | 39 |
| 5. Calcul des charges et surcharges | 40 |
| 5.1 Définition de la poussé des terres et surcharge sur remblai | 40 |
| 5.2 fascicule 61 titre II du CPC 7 | 41 |
| 5.2.1 Surcharge A(L) | 42 |
| 5.2.2 Système B | 42 |
| 5.2.2.1 Système Bc..... | 43 |
| 5.2.2.2 Système Bt | 44 |
| 5.2.2.3 Système Br | 45 |
| 5.2.3 Surcharges militaires MC120 (charge militaire)..... | 46 |
| 5.2.4Charge exceptionnelle (D240) | 46 |
| 5.2.5 efflore de freinage | 47 |
| 5.2.6 Pondération de charges..... | 47 |
| 5.2.7 Les combinaisons | 48 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 5.3 | l'outils de dimensionnement des éléments | 48 |
| 6. | CONCLUSION..... | 48 |
| CHAPITRE 04 MANAGMENT DE RISQUE PROJET..... | | 49 |
| 1. | INTRODUCTION..... | 50 |
| 2. | L'opportunité de management des risques..... | 50 |
| 2.1 | Le concept de risque d'un projet..... | 51 |
| 2.2 | Caractérisation des risques d'un projet | 51 |
| 3. | L'enjeu du management des risques dans les projets | 54 |
| 3.1 | Finalités du management des risques dans les projets | 55 |
| 4. | La démarche de management des risques d'un projet | 55 |
| 4.1 | Identification des risques..... | 56 |
| 4.1.1 | Données d'entrée pour l'identification des risques | 57 |
| 4.1.2 | Données de sortie du processus d'identification des risques | 58 |
| 4.2 | Quantification des risques | 58 |
| 4.2.1 | Données d'entrée pour la quantification des risques | 59 |
| 4.2.2 | Données de sortie du processus de quantification des risques..... | 59 |
| 4.3 | L'évaluation et la hiérarchisation des risques..... | 59 |
| 4.3.1 | L'évaluation des risques d'un projet..... | 60 |
| 4.3.1.1 | les méthodes d'évaluation..... | 62 |
| 4.3.2 | La hiérarchisation des risques d'un projet..... | 63 |
| 4.4 | Élaboration des mesures de mitigation..... | 64 |
| 4.4.1 | Données d'entrée à l'élaboration des mesures de mitigation..... | 65 |
| 4.4.2 | Données de sortie du processus d'élaboration des mesures de mitigation..... | 65 |
| 4.5 | Maîtrise des mesures de mitigation..... | 66 |
| 4.5.1 | Données d'entrée pour la maîtrise des mesures de mitigation..... | 66 |

| | |
|---|----|
| 4.5.2 Données de sortie du processus de maîtrise des mesures de mitigation..... | 66 |
| 4.6 La capitalisation et la documentation des risques..... | 67 |
| 5. Application de démarche de management de risque sur le cas | 67 |
| 5.1 Présentation de cas | 68 |
| 5.2 L'identification des risques de la trémie Chetouane | 69 |
| 5.2.1 Pendant la phase étude..... | 69 |
| 5.2.2 Pendant la phase réalisation..... | 69 |
| 5.2.2.1 les risque économique | 69 |
| 5.2.2.2 les risque lié à la ressource humaine..... | 69 |
| 5.2.2.3 les risque lié à la ressource matériel..... | 69 |
| 5.2.2.4 les risque technique | 69 |
| 5.2.2.5 les risque naturel | 69 |
| 5.2.3 RBS des risques de la trémie Chetouane..... | 70 |
| 5.3 L'évaluation et la hiérarchisation des risques de la trémie Chetouane..... | 71 |
| 5.3.1 La probabilité | 71 |
| 5.3.2 La gravité | 71 |
| 5.3.3 Définition de la criticité | 72 |
| 5.3.4 Matrice de gravité des risques de la trémie Chetouane | 72 |
| 5.3.4.1 Matrice de gravité des risques pour la phase étude..... | 73 |
| 5.3.4.2 Matrice de gravité des risques pour la phase réalisation..... | 73 |
| 5.3.4.2.1 Matrice de gravité des risques économique..... | 73 |
| 5.3.4.2.2 Matrice de gravité des risques lié à la ressource humaine..... | 74 |
| 5.3.4.2.3 Matrice de gravité des risques lié à la ressource matériel..... | 74 |
| 5.3.4.2.4 Matrice de gravité des risques technique..... | 75 |
| 5.3.4.2.5 Matrice de gravité des risques naturel..... | 75 |
| 5.4 Le traitement des risques de la trémie Chetouane..... | 76 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4.1 Le traitement des risques pour la phase étude..... | 76 |
| 5.4.2 Le traitement des risques de la phase réalisation..... | 77 |
| 5.4.2.1 Le traitement des risques économique..... | 77 |
| 5.4.2.2 Le traitement des risques lié à la ressource humaine..... | 78 |
| 5.4.2.3 Le traitement des risques lié à la ressource matériel..... | 80 |
| 5.4.2.4 Le traitement des risques technique..... | 81 |
| 5.4.2.5 Le traitement des risques naturel..... | 82 |
| 6. CONCLUSION | 85 |
| CONCLUSION | 86 |
| BIBLIOGRAPHIE | 87 |
| ANNEXES | |
| ANNEXES A Profil en long..... | 88 |
| ANNEXES B Planning du projet..... | 89 |
| ANNEXE C Plan assainissement..... | 90 |
| ANNEXES D WBS du projet..... | 91 |
| ANNEXE E Cadrage du projet PFE..... | 92 |
| ANNEXES F WBS du PFE..... | 93 |

ACRONYMES ET ABREVIATION

CAC : Centre Anti Cancéreux

Qadm : La contrainte admissible

BB : Béton bitumineux

GB : Grave bitume

WBS : Work Breakdown Structure

RBS : Ressource Breakdown Structure

B.A.E.L: Béton armé aux états limites

ELS : Etat limite de service

ELU : Etat limite ultime

MDS : Mur de soutènement

RPOA : Règlement parasismique d'ouvrage d'art

PMI : Projet Management Institue

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

1. LISTE DES FIGURES

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 1.1 | Vue satellitaire du site de projet..... | 3 |
| Figure 1.2 | Partie couvert de trémie..... | 9 |
| Figure 1.3 | Partie non-couvert de trémie..... | 10 |
| Figure 2.1 | Exemple de Work Breakdown Structure (WBS) | 16 |
| Figure 2.2 | Exemple de détail d'un livrable de la part de Microsoft Project..... | 17 |
| Figure 2.3 | Exemple des séquencements des tâches de la part de Microsoft Project..... | 17 |
| Figure 2.4 | Exemple des durées des tâches de la part de Microsoft Project 2010..... | 18 |
| Figure 2.5 | Exemple des durées des tâches avec la date de début et de fin de la part de Microsoft Project 2010..... | 19 |
| Figure 3.1 | Tracé en plan..... | 33 |
| Figure 3.2 | Profile en long..... | 33 |
| Figure 3.3 | Profil en travers type..... | 34 |
| Figure 3.4 | Cadre de dimensionnement..... | 35 |
| Figure 3.5 | abaque d'épaisseurs des pieds droits et de la traverse inférieure..... | 36 |
| Figure 3.6 | Schémas de mur de soutènement..... | 37 |
| Figure 3.7 | Coupe transversale de la partie couverte..... | 40 |
| Figure 3.8 | Les efforts de poussée..... | 41 |
| Figure 3.9 | Dimension de surcharge BC..... | 43 |
| Figure 3.10 | Dimensions de surcharge Bt..... | 45 |
| Figure 3.11 | Dimensions de surcharge MC120..... | 46 |
| Figure 3.12 | Dimensions de surcharge D240..... | 47 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figure 4.1 | Schéma d'ensemble du management du risque..... | 56 |
|-------------------|--|----|

2. LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|---------------------|--|----|
| Tableau 1.1 | Les Essais physique..... | 6 |
| Tableau 1.2 | Les essais mécaniques (œdomètre)..... | 6 |
| Tableau 1.3 | Les essais mécaniques (cisaillement)..... | 7 |
| Tableau 1.4 | Les essais (chimique)..... | 7 |
| Tableau 1.5 | Les impacts liés à la phase de chantier..... | 9 |
| Tableau 2.1 | Partie des prix unitaires..... | 22 |
| Tableau 2.2 | Calcule de cout global du projet..... | 23 |
| Tableau 3.2 | Valeurs de du coefficient ϕ | 29 |
| Tableau 3.1 | Résistance du béton..... | 30 |
| Tableau 3.3 | Valeurs de du coefficient γ_b | 30 |
| Tableau 3.4 | Récapitulatif des contraintes admissibles..... | 30 |
| Tableau 3.5 | Les nuances d'acier..... | 31 |
| Tableau 3.6 | Les résistances de calcul de l'acier..... | 31 |
| Tableau 3.7 | Contrainte limite de traction..... | 32 |
| Tableau 3.8 | Récapitulatif des dimensions de MS type01..... | 38 |
| Tableau 3.9 | Récapitulatif des dimensions de MS type02..... | 39 |
| Tableau 2.10 | Récapitulatif des dimensions de MS type01..... | 39 |
| Tableau 3.11 | Classe des trémies..... | 42 |
| Tableau 3.12 | Récapitulatif de la charge A (I)..... | 42 |
| Tableau 3.13 | Valeurs de coefficient B_c | 43 |
| Tableau 3.14 | Récapitulatif de la charge B_c | 44 |
| Tableau 3.15 | Classe de trémie..... | 44 |
| Tableau 3.16 | Récapitulatif de la charge B_t | 45 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Tableau 3.17 | Pondération de charges..... | 47 |
| Tableau 3.18 | Combinaisons des charges..... | 48 |
| Tableau 4.1 | Exemple de grilles d'évaluation des conséquences d'un risque..... | 61 |
| Tableau 4.2 | Exemple de grille d'évaluation de probabilité d'apparition d'un risque..... | 62 |
| Tableau 4.3 | Les niveau de la gravité..... | 71 |
| Tableau 4.4 | Matrice de gravité des risques..... | 72 |
| Tableau 4.5 | Matrice de gravité des risques phase étude..... | 73 |
| Tableau 4.6 | Matrice de gravité des risques économiques..... | 73 |
| Tableau 4.7 | Matrice de gravité des risques liés à la ressource humaine..... | 74 |
| Tableau 4.8 | Matrice de gravité des risques liés à la ressource matérielle..... | 74 |
| Tableau 4.9 | Matrice de gravité des risques techniques..... | 75 |
| Tableau 4.10 | Matrice de gravité des risques naturels..... | 75 |
| Tableau 4.11 | Matrice des risques pour la phase étude..... | 76 |
| Tableau 4.12 | Matrice des risques économique..... | 77 |
| Tableau 4.13 | Matrice des risques lié à la ressource humaine..... | 78 |
| Tableau 4.14 | Matrice des risques lié à la ressource matériel..... | 80 |
| Tableau 4.15 | Matrice des risques technique..... | 81 |
| Tableau 4.16 | Matrice des risques naturel..... | 82 |

Introduction

Introduction

La plupart des villes du monde actuel comme Tlemcen connaissent une croissance économique considérable et une augmentation assez importante des moyennes de transports. Ce pendant cette augmentation aussi devient-elle nécessaire et urgente d'élaborer un plan de circulation en particulier de ces agglomérations.

Avec l'évolution des moyens mécaniques et technologiques, les responsables du trafic pensent à la fluidité, la mauvaise circulation des voitures dans les villes et réduire le taux des accidents qu'elles peuvent causer tout en optant pour une solution optimale. Plusieurs ouvrages s'offrent à cet effet aux décideurs, le choix des collectivités locales s'est porté sur les trémies.

Par définition, une trémie désigne un tunnel court permettant à une voie de circulation de passer en dessous d'une autre afin d'assurer une meilleure fluidité avec un maximum de sécurité. Notre approche consiste à l'élaboration d'une trémie afin d'assurer une fluidité routière et évacuer la surcharge, ainsi la problématique soulevée consiste à déterminer les contours de l'application et l'investissement managérial, et prendre en considération une étude planifiée qui avoisine le côté contrainte environnementale et mettre en relief l'aménagement et l'intégration des ressources.

Le mémoire présenté comprend une introduction générale, quatre parties essentielles :

Le premier chapitre fait le point sur la présentation du projet. Il nous renseigne sur l'implantation du projet, la justification de l'utilité d'aménagement, etc..., ensuite, on passera en revue l'ensemble des impacts sur l'environnement pendant la phase de la réalisation.

Le deuxième chapitre de ce mémoire détaillera le management de coût et délai, work breakdown structure (WBS), planning sur Microsoft Project 2010, estimation de coût et délai des tâches.

Le troisième chapitre s'articule autour d'un pré dimensionnement qui intègre les caractéristiques des matériaux ainsi le calcul des charges et surcharges conformément au fascicule 61 titre II du CPC 7, que la conception routière a inclus le profil en long, le profil en travers et le tracé en plan.

Le quatrième et le dernier chapitre de ce mémoire présentera brièvement une étude relative au management des risques et son processus général : l'identification, l'évaluation et les stratégies de réponses qui concerne notre cas pratique : la trémie de Chetouane de la ville de Tlemcen.

CHAPIRE 01

« PRESENTATION DU PROJET »

1. Introduction :

La ville de Tlemcen qui ne cesse de s'agrandir, a vu son parc automobile augmenter .de par le nombre de véhicules qui circulent dans la ville, d'où les embouteillages et les bouchons, qui perturbent la circulation automobile, ajouter à cela la pollution et le stress.

Il est clair que ces dernières années, la ville de Tlemcen est devenue une plaque tournante en matière de trafic routier, et ce par sa position géographique qui lui donne une certaine importance, d'où l'afflux important de véhicules qui transitent par elle.

Dans le domaine de la gestion du trafic routier, le concept de carrefour trémie, comme solution à ce type de problème, refait surface dans une version plus moderne que l'on peut adapter au milieu.

Le carrefour se trouve dans une zone urbaine, très sollicité par les usagers, ce qui a conduit à sa saturation depuis des années.

Parmi les contraintes qui nous obligent à travailler dans les conditions les plus extrêmes ; il y a plusieurs qu'on ne peut pas les désigner dans un nombre bien précis, on prend en considération la présence du centre anti cancéreux (CAC), la faculté de technologie, l'accès à la daïra de Chetouane.

Pour tous cela, un aménagement du carrefour est indispensable afin d'assurer une meilleure fluidité du trafic et plus de sécurité pour ses usagers avec une réduction des temps de parcours.

2. Implantation du projet :



Figure 1.1 Vue satellitaire du site de projet

L'accès actuel de Chetouane au niveau de carrefour ce fait a la RN22 (reliant Imama-Chetouane) au nord-est de la ville de Tlemcen exactement au sud de Chetouane ; sachant que ce dernier connaît des situations d'embouteillage quotidiennes créées par le trafic local et de transit.

2.1 Objectif de l'étude :

L'objectif de cette étude d'aménagement est de désengorger la circulation. C'est-à-dire d'augmenter la capacité et la qualité du service du carrefour au niveau du Chetouane
Tous cela se traduit par :

- Assurer la fluidité de la circulation.
- Réinstaurer une entrer principal (Chetouane-Université de Technologie-Cac).
- Réduire le nombre d'accidents.
- Mètre les usagers en sécurité.
- Réduire les vitesses de roulement.
- Réaliser un traitement architectural et environnemental.

2.2 Justification de l'utilité d'aménagement avec l'ouvrage d'art trémie :

En tenant compte de l'importance du trafic enregistré, il est impératif que dans le cadre d'un fonctionnement cohérent du schéma de circulation que ce carrefour puisse bénéficier d'un aménagement assurant aux usagers une meilleure fluidité et sécurité.

2.3 Schéma de circulation :

La visite effectuée au niveau du site nous a permis de relever les constatations suivantes :

- Trafic important sur l'axe Imama-Chetouane dans les deux sens constitue un engagement difficilement maîtrisable.
- Le conflit des deux flux de circulation, Imama-Chetouane avec le flux inverse.
- Des conflits considérables existant aux intersections entre véhicules et piétons résultent une situation dangereuse pour les piétons et une réduction énorme de la capacité du carrefour.

2.4 Conséquences de la circulation actuelle sur l'utilisateur et les collectivités :

2.4.1 Accidents de la circulation :

Sont dus au :

- Mauvaise visibilité.
- L'importance du trafic.
- Cisaillement et tourne à gauche (Imama ver Chetouane).

2.4.2 Perte de temps :

Au niveau du carrefour, les bouchons sont pratiquement toute la journée, ce qui cause une Perte de temps considérable.

2.4.3 Toxicité et usure du moteur :

La toxicité que provoque le moteur et l'usure de celui-ci dépendent des conditions de travail, le seuil critique est atteint lorsqu'il y'a d'une part une succession d'accélération et de Freinage et d'autre part lorsque le moteur fonctionne selon un régime a vide, ce qui provoque un dégagement intense de fumée qui crée plusieurs problèmes :

- Pollution de l'environnement.
- Manque de visibilité.
- L'usure du moteur est plus intense car la fumée pénétrée dans l'huile et le rend moins efficace.

2.4.4 Consommation de carburant :

La consommation de carburant est l'une des plus importantes préoccupations d'un conducteur en raison de l'augmentation croissante du prix du carburant. En plus, la consommation est très élevée à faible vitesse, de l'accélération et du freinage, ce qui est le cas dans les encombrements urbains.

2.4.5 Bruits causés par la circulation :

Les klaxons, bruits de moteurs et échappements perturbent toute la journée les habitants ; les étudiants et plus tard les maladies de centre cancéreux, il y a lieu de souligner que les véhicules circulants en Algérie ont plus de dix ans.

3. Etude géotechnique :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance de terrain, à ce niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique soit :

- Pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquates aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution
- Pour le dimensionnement du corps de chaussé et éventuellement les Fondations des ouvrages d'arts prévues dans la phase d'étude.

3.1 Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- la sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- l'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de gisement.
- préserver l'environnement et les ressources naturelles.

3.2 Règlementation algérienne en géotechnique :

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place .Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechniques, par exemple :

- les essais en place (essais pressiométriques, pénétromètre statique ou dynamique....etc.).
- les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

3.3 Moyens de reconnaissance :

Dans le cas présent de notre projet, la reconnaissance a été effectuée en consultant le rapport d'étude de sol : CAC.

3.4 Organisation des essais :

Les essais qu'il faudra réaliser sont comme suit :

3.4.1 Essai in situ :

Cet essai est réalisé par 8 sondages carottés allant jusqu'à 08m de profondeur respectivement avec l'extraction des échantillons pour l'analyse géologique et géotechnique, avec une série de 23 pénétrations dynamiques poussées jusqu'au refus.

3.4.2 Essai au laboratoire :

Sur des échantillons intacts (paraffinés), des essais géotechnique ont été réalisées dans la formation de marne conglomératique et sableuse. Les caractéristiques physico- mécaniques sont relatées dans les Tableaux ci-après :

Tableau 1.1 les Essais physique :

| Paramètre mesuré | Valeur minimum % | Valeur maximum % | Interprétation |
|------------------------------|------------------|------------------|--|
| Densité | | | |
| γ_d | 1.51 | 1.68 | Densité moyen à bonne |
| γ_h | 1.88 | 2.04 | |
| Limite d'Atterberg | | | Plasticité très élevée dans la formation de marne |
| WI | 52 | 60 | |
| IP | 33 | 40 | |

[Rapport géotechnique centre anti cancéreux]

WI=29 % et IP=05 %} plasticité faible dans le marne conglomératique et sableuse.

Tableau1.2 les essais mécaniques (œdomètre)

| Paramètre mesuré | Valeur minimum | Valeur maximum |
|------------------|----------------|----------------|
| œdomètre | | |
| Ct | 0.13 | 0.20 |
| Cg | 0.02 | 0.03 |

[Rapport géotechnique centre anti cancéreux]

Pc=3.00 bars → Po=0.30 bars.

Pc=1.90 bars → Po=1.30 bars.

Pc=1.70 bars → Po=1.30 bars.

Sol sur-consolidé avec une compressibilité moyenne et un coefficient de gonflement faible.

Tableau1.3 les essais mécaniques (cisaillement)

| Paramètre mesuré | Valeur minimum | Valeur maximum |
|---------------------|----------------|----------------|
| Cisaillement | | |
| C | 24 Kpa | 65 Kpa |
| W | 17% | 25% |
| φ | 03° | 08° |

[Rapport géotechnique centre anti cancéreux]

Essais chimiques :

Tableau1.4 les essais (chimique)

| Paramètre mesuré | Valeur minimum % | Valeur maximum % |
|------------------|------------------|------------------|
| CaCo3 | 12 | 72 |

[Rapport géotechnique centre anti cancéreux]

Les valeurs des teneurs en carbonates montrent qu'il s'agit d'une marne sableuse concrétionnaire conglomératique par endroit.

4. Mode de fondation :

Le sol en place est hétérogène représenté par des intercalations de marne jaunâtre à verdâtre pâteuse parfois conglomératique et de sable marron fin à grossier, avec la présence de calcaire blanchâtre à aspect conglomératique dans la partie Sud-Est de l'assiette.

Le tout est masqué par une couche métrique de terre végétale.

La formation de marne est caractérisée par une des fondations du type superficielles sur semelles filantes ancrées à 1.50m. [Rapport géotechnique centre anti cancéreux]

4.1 Sécurité vis-à-vis de la rupture :

D'après la méthode de TERZAGHI la contrainte est estimée :

$$Q_{adm} = \gamma_h \cdot D + 1/F[\gamma_h \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_h \cdot D(N_q - 1) + C N_c]$$

- γ_h : densité = 2.00 t/m³
- D : Ancrage = 1.50m
- F : Coefficients de sécurité = 3
- B : largeur de la semelle = 1.00m
- C : cohésion = 48Kpa = 4.8 t/m²
- ϕ : angle de frottement = 8° [$N_\gamma = 1.20$; $N_q = 2.71$; $N_c = 8.80$]

$$Q_{adm} = 2.00 \text{ bars} \quad [\text{Rapport géotechnique centre anti cancéreux}]$$

5. L'impact sur l'environnement :

5.1 Eléments environnementaux :

Sur le plan de l'environnement, pour la zone considérée, les impacts générés par la mise en œuvre et l'exploitation de l'ouvrage sur le milieu récepteur est traité dans ce qui suit, il y a lieu de préciser que le site est urbain et que les effets les plus importants sont présentés essentiellement dans les périodes de chantier.

5.1.1 Etat initial de site :

Cette description concerne les éléments suivants :

- Milieu physique
- Milieu naturel
- Milieu humain

Milieu physique :

L'analyse de milieu dans ces aspects essentiels met en évidence l'importance du facteur climatique, les formes topographiques et les formations géologiques du site.

- **Climatologie :**

Le principale facteur climatique a été pris en compte dans la présente description est le vent.

- **Topographique :**

Le site présente une configuration plane.

- **Géologie :**

Le site de Chetouane est caractérisé par des terrains hétérogènes.

Milieu naturel :

Le site appartient à des milieux urbains et naturels.

Milieu humain :

Le milieu humain est très considéré car il s'agit d'espaces urbains importants constitués d'habitat, d'équipements et d'infrastructures.

5.2 Impacts environnementaux :

Les impacts négatifs générés par le projet sont essentiellement persistants durant la phase de chantier.

Ces impacts sont temporaires, et disparaîtront après l'achèvement des travaux de réalisation du projet. Certains parmi ces impacts sont présents durant une très courte durée.

L'évaluation de ces impacts est basée sur les trois facteurs la durée (permanent, temporaire ou momentané), l'étendu (régional, local ou ponctuel) et l'importance (forte moyen ou faible).

Durant les périodes de chantier, les impacts les plus importants sont définis comme suit :

- Dégagement des poussières dans l'atmosphère.
- Emission de bruit lors des travaux. Cette nuisance est due à l'usage des engins 24h/24h
- Coupure très forte de la circulation automobile.

Dans le tableau ci-après, sont évalués les impacts liés à la phase de chantier :

Tab 1.5 les impacts liés à la phase de chantier

| Impact évaluation | Dégagement des poussières | Emission du bruit (travaux 24h/24h) | Coupure très forte de circulation automobiliste |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|
| Durée | Temporaire | Temporaire | Temporaire |
| Etendu | Local | Local | régional |
| Importance | Moyen | Moyen | Fort |

6. les éléments constructifs de trémie :

La trémie est un ouvrage d'art qui constitue de plusieurs éléments constructif qui sont :

- Partie couvert
- Partie non-couvert
- Réseaux d'assainissement
- Chaussé de trémie

6.1 Partie couvert :

Elle est constituée de deux murs en forme <<L>> lié par un radier en béton armé coulé sur place et un élément préfabriqué en forme <<U>>. (Voir schéma ci-dessus).

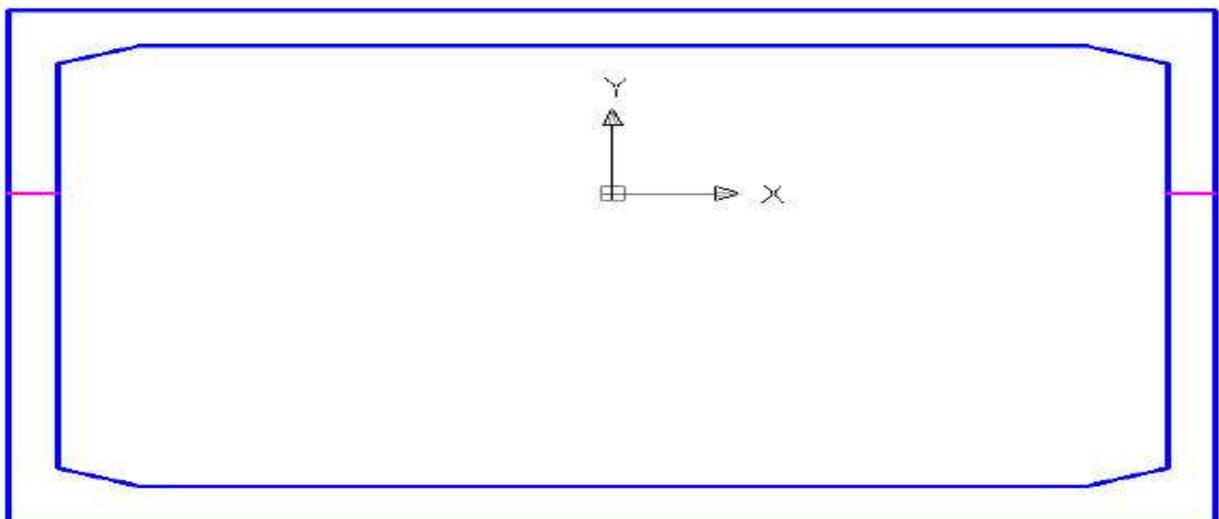


Figure 1.2 partie couvert de trémie

6.2 Partie non-couvert :

Elle est constituée de deux murs et Un radier en béton armé coulé sur place assure la liaison entre les 02 murs. (Voir schéma ci-dessus).

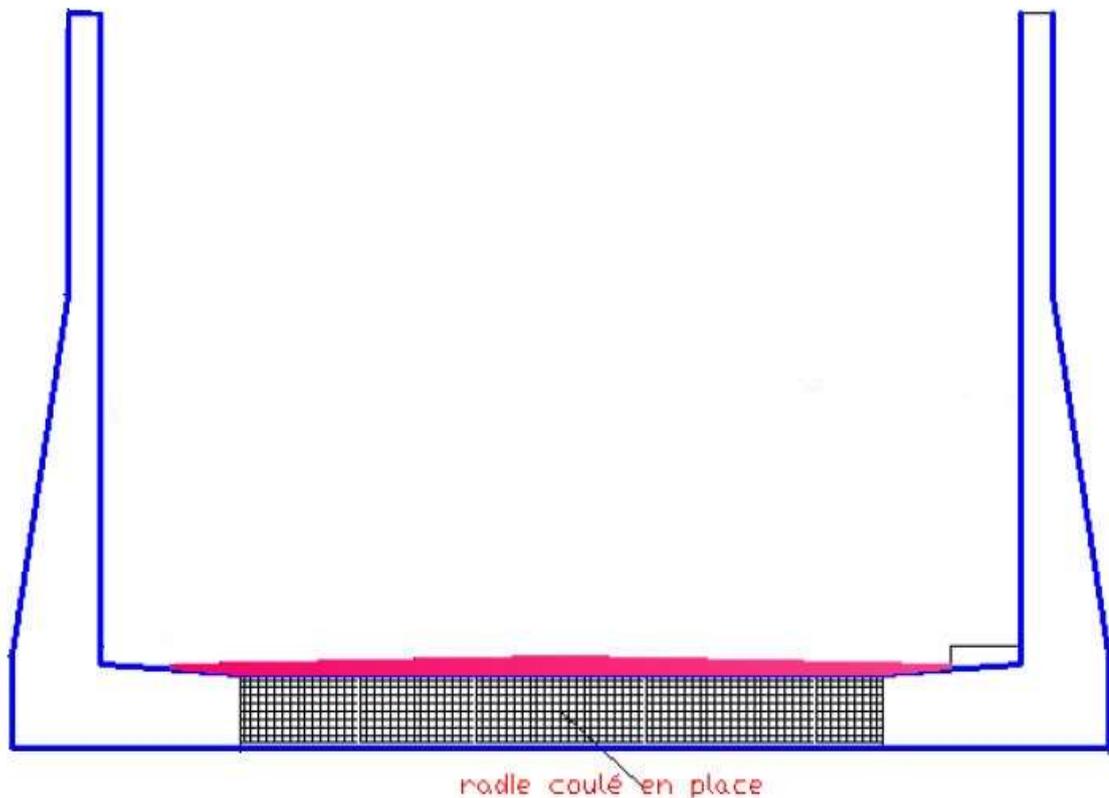


Figure 1.3 partie non-couvert de trémie

6.3 Réseau d'assainissement :

Le problème posé au niveau des trémies c'est bien comment faire pour avoir un réseau d'assainissement adéquat et assurer une bonne évacuation des eaux pluviales et de remonté capillaire ? A ce point-là nous allons opter un ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- ✚ L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversales et longitudinales, par des fossés, caniveaux, cunettes, etc....
- ✚ Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).

6.3.1 Drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol. Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

6.3.1 Protection contre la nappe phréatique :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation. Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la ; portance finale. Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- de l'importance des problèmes de gel.
- de leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements. Les regards sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

6.4 chaussé de la trémie :

La chaussé de la trémie inclus la partie couvert (passage inférieur et supérieure) et la partie non couvert. Ces dernières sont différentes d'une chaussée de la route ; elle est constituée de :

- Une chape en béton dosé à 150Kg de remplissage (reprendre le profil en long).
- Une couche en béton bitumineux (BB) de 8cm.

6.5 Finalité d'aménagement :

Afin que notre conception soit finie, nous avons optimisé un aménagement pour la partie supérieure de la trémie. Nous avons effectué la conception des différents axes des bords cette dernière respectant les notions de base d'aménagement au niveau de carrefour, c'est à dire l'aménagement est constitué de :

- Un giratoire
- Raccordement aux chaussées existantes.
- Signalisation verticales et horizontales.
- Eclairage intérieur de la trémie.
- Eclairage extérieur du boulevard.

Conclusion :

Le choix de la conception de trémie de Chetouane est une solution de plusieurs problèmes qui sont posés par l'augmentation du trafic au niveau de cette zone. L'aménagement par ce carrefour d'ouvrage d'art été choisis parmi les autres possibilités dues à l'efficience qui lui caractérise en terme de cout, de délais et de la facilité d'exécution.

La trémie de Chetouane va donner un bon traitement architectural et environnemental, elle va assurer aussi une bonne fluidité de la circulation vert la faculté de technologie ou vert le centre anti-cancéreux.

CHAPIRE 02
« Le management de cout et délai du
projet»

1. Introduction :

Le management de projet est au cœur du fonctionnement des organisations. Il fait appel à de nombreuses compétences : du cahier des charges à la gestion budgétaire, en passant par la planification, le suivi, le contrôle, le management transversal, ou encore la communication vers toutes les parties prenantes. Dans ce chapitre, nous verrons l'ensemble des étapes à suivre pour le management du cout et délai du projet. Commenant par le management de délai qui consiste à planifier l'ensemble des activités du projet dans le temps et à les piloter de façon à respecter au mieux les engagements initiaux. Pour cela, il faut planifier les activités et décomposer les grands objectifs stratégiques en résultats tangibles et réalistes (livrables) de façon à organiser le temps et suivre ses priorités.

Après l'obtention du délai globale du projet on passera au calcul du cout globale suivent les étapes du management de cout qui se résume en estimer le cout, déterminer le budget, maitriser les couts. Ces processus interagissent entre eux et avec des processus des autres domaines de connaissance. Suivant les besoins du projet, chaque processus peut demander l'effort d'une personne ou d'un groupe. Chaque processus est exécuté au moins une fois dans un projet et dans l'une ou plusieurs de ses phases si celui-ci est découpé en phases.

2. management de délai :

Le management des délais comprend les processus nécessaires pour achever le projet en temps voulu. On peut la présente comme l'ensemble des principaux processus, à savoir :

- **Identification des activités**

Pour identifier des activités spécifiques qui doivent être accomplies pour produire Les différents livrables du projet.

- **Séquencement des activités**

Pour identifier et mettre en évidence les liaisons (relations d'ordre) entre activités.

- **Estimation des durées des activités**

Pour estimer le nombre d'unités de temps ouvré nécessaires pour réaliser chacune des activités.

- **Élaboration de l'échéancier**

Pour analyser les séquences d'activités, les durées des activités et les besoins en ressources d'où résulte un échéancier (planning) de réalisation du projet.

- **Maîtrise de l'échéancier**

Pour maîtriser les modifications d'échéancier de réalisation.

2.1 Identification des activités :

Pour notre projet on a commencé par un WBS qui nous a décortiqué le projet en plusieurs livrables, et chaque livrable contient un ensemble des tâches. Cette étape nous a éclaircis le projet.

2.1.1 Les livrables de la trémie Chetouane :

Pour la rédaction des livrables on a ramené l'information de la part des cadres technique de la SEROR qui nous a montré globalement la systémique de la trémie. Notre livrables et sous livrables pour le projet de la trémie Chetouane sont définis comme suit :

- ✚ Installation du chantier. (livrable)
- ✚ Préfabrication. (livrable)
- ✚ Préfabrication des éléments.(sous livrable)
- ✚ Transport des éléments préfabriqués U (sous sous livrable)
- ✚ Transport des éléments préfabriqués L (sous sous livrable)
- ✚ Transport des éléments préfabriqués MDS (sous sous livrable)
- ✚ Réalisation de la trémie. (livrable)
- ✚ Implantation. (sous livrable)
- ✚ Déviation. (sous livrable)
- ✚ Terrassement. . (sous livrable)
- ✚ Assainissement. (sous livrable)
- ✚ Réalisation de la partie couverte. (sous livrable)
- ✚ Réalisation de la partie non couverte. (sous livrable)

Après cette étape on a identifié les sous livrable et les tâches de chaque livrable, basé toujours sur les informations des cadres technique de la SEROR .le WBS ci dessous donne une vue globale de tout ça.

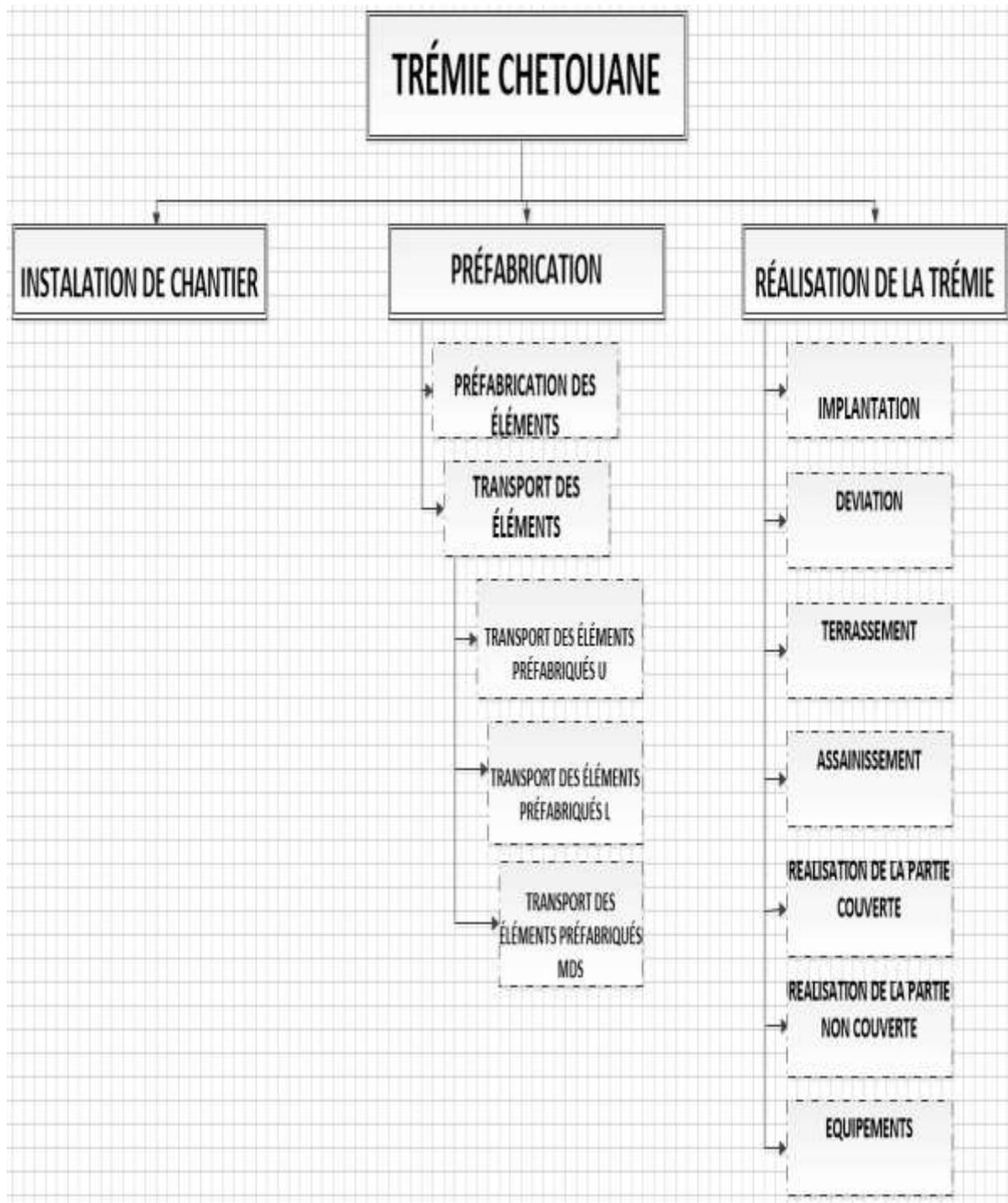


Figure 2.1 Exemple de Work Breakdown Structure (WBS)

Remarque : Après avoir le WBS on a utilisé le Microsoft Project pour entrer les données exemple :

| | |
|---|---------------|
| ☐ REALISATION DE LA PARTIE COUVERTE | livrable |
| Exécution du gros béton | |
| ☐ RADIER PARTIE COUVERTE | sous livrable |
| Pose ferrailage | |
| Coffrage radier | tache |
| Coulage radier | tache |
| Décoffrage | |
| ☐ POSE DES ANNEAUX (Droite+Gauche) | sous livrable |
| Pose de 25*2 pied droit (Droite+Gauche) | |
| Pose de 25 éléments supérieur (Droite+Gauche) | |
| ☐ Clavetage élément supérieur | sous livrable |
| Pose ferrailage | |
| Coulage | tache |

Figure 2.2 exemple de détail d'un livrable à l'aide de Microsoft Project

2.2 Séquencement des activités :

Cette étape à une grande importance car elle donne de l'ordre chronologique au taches. Par exemple il y en a des taches qui sont faites en parallèle tel que : la préfabrication des éléments de la trémie avec l'installation du chantier, l'implantation, la déviation des réseaux existant et le terrassement .D'autres tâches qui commencent après ou au milieu d'exécution des autres. Pour cela on a utilisé les liaisons (**fin-début**) et (**début-début**), exemple :

| | | |
|----|--|----|
| 40 | Implantation de la partie couverte | |
| 41 | Implantation des M.D.S | 40 |
| 42 | ☐ DEVIATION | |
| 43 | Déviaton de la circulation | 41 |
| 44 | Mise en place des panneaux de signalisation | 43 |
| 45 | ☐ Déviation des réseaux éxsistantes | |
| 46 | Déplacement des réseaux | 44 |
| 47 | Branchement des réseaux | 46 |
| 48 | ☐ TERRASSEMENT | |
| 49 | Scarification et décapage des revêtements des chaussées existantes | 47 |
| 50 | Terrassement de la partie couverte | 49 |
| 51 | Transports de la terre éxclavé | 50 |
| 52 | Terrassement sens Imama | 51 |
| 53 | Transport des éléments éxclavé | 52 |

Figure 2.3 exemple des séquencement des taches de la part de Microsoft Project

Pour plus de détail voir le planning complet en annexe.

2.3 Estimation des durées des activités :

Après le séquençement des activités, il vient l'estimation des durées. Ça nous a immergé dans une investigation technique au niveau de la SEROR pour estimer la durée probable de chaque tâche ; par ce qu'elle est une étape très sensible et l'erreur de l'estimation, va erroné le résultat de la durée globale du projet. Pour entrer la durée d'une tâche dans le Microsoft Project on va sur la case duration et on remplit la duration estimé, exemple :

| | Task Name | Duration |
|----|---|-----------------|
| 48 | <input type="checkbox"/> TERRASSEMENT | 31 days |
| 49 | Scarification et décapage des revêtements des chaussées existantes | 3 days |
| 50 | Terrassement de la partie couverte | 7 days |
| 51 | Transports de la terre exclavé | 7 days |
| 52 | Terrassement sens Imama | 7 days |
| 53 | Transport des éléments exclavé | 7 days |
| 54 | <input type="checkbox"/> ASSAINISSEMENT | 16 days |
| 55 | Fouille pour regard R1-R7 | 3 days |
| 56 | Réservation pour buses | 1 day |
| 57 | Exécution du B.P R1-R7 | 5 days |
| 58 | Pose Ferrailage R1-R7 | 1 day |
| 59 | Coffrage R1-R7 | 2 days |
| 60 | Coulage R1-R7 | 1 day |
| 61 | Décoffrage R1-R7 | 2 days |
| 62 | Pose du lit de sable+conduite d'assainissement | 1 day |
| 63 | <input type="checkbox"/> REALISATION DE LA PARTIE COUVERTE | 35 days |
| 64 | Exécution du gros béton | 5 days |
| 65 | <input type="checkbox"/> RADIER PARTIE COUVERTE | 24 days |
| 66 | Pose ferrailage | 10 days |
| 67 | Coffrage radier | 6 days |
| 68 | Coulage radier | 5 days |
| 69 | Décoffrage | 3 days |
| 70 | <input type="checkbox"/> POSE DES ANNEAUX (Droite+Gauche) | 6 days |
| 71 | Pose de 25*2 pied droit (Droite+Gauche) | 5 days |
| 72 | Pose de 25 éléments supérieur (Droite+Gauche) | 5 days |
| 73 | <input type="checkbox"/> Clavetage élément supérieur | 4 days |
| 74 | Pose ferrailage | 1 day |
| 75 | Coulage | 3 days |
| 76 | <input type="checkbox"/> REALISATION DE LA PARTIE NON COUVERTE | 120 days |
| 77 | <input type="checkbox"/> REALISATION DES MDS (côté droit) | 85 days |
| 78 | Exécution gros béton | 10 days |
| 79 | <input type="checkbox"/> RADIER PARTIE NON COUVERTE | 24 days |

Figure 2.4 exemple des durées des tâches de la part de Microsoft Project

Pour plus de détail voir le planning complet en annexe.

2.4 Élaboration de l'échéancier :

Élaborer les activités signifie que l'on va fixer leur date de début et de fin. Si les dates de début et de fin ne sont pas réalistes, le projet a peu de chances de s'achever dans le délai prévu. Le processus d'élaboration de l'échéancier est souvent itératif. Pour établir l'échéancier du projet, il faut savoir quelles ressources sont disponibles et à quel moment et sous quelle forme. Par exemple, des ressources partagées peuvent être particulièrement difficiles à planifier, car leur disponibilité peut être très variable.

| Task Name | Duration | Start | Finish | Predecessors |
|---|----------|--------------|--------------|--------------|
| 1 TREMIE CHETOUANE | 245 days | Sat 01/03/14 | Wed 10/12/14 | |
| 2 INSTALLATION DE CHANTIER | 17 days | Sat 01/03/14 | Wed 19/03/14 | |
| 3 Cloture du terrain | 2 days | Sat 01/03/14 | Sun 02/03/14 | |
| 4 Mise en place des barraques | 15 days | Mon 03/03/14 | Wed 19/03/14 | 3 |
| 5 Approvisionnement du matériel | 15 days | Mon 03/03/14 | Wed 19/03/14 | 4SS |
| 6 Air de stockage des éléments préfabriqués | 7 days | Mon 03/03/14 | Mon 10/03/14 | 5SS |
| 7 PREFABRICATION | 140 days | Sat 01/03/14 | Sun 10/08/14 | |
| 8 Elements Préfabriqué en U (Nombre = 25) | 25 days | Sat 01/03/14 | Sat 29/03/14 | |
| 9 Elements préfabriqué en L (Nombre = 50) | 25 days | Sat 01/03/14 | Sat 29/03/14 | 8SS |
| 10 Préfabrication des corniches | 20 days | Sun 30/03/14 | Mon 21/04/14 | 9 |
| 11 Préfabrication des bacs à fleurs | 20 days | Tue 22/04/14 | Wed 14/05/14 | 10 |
| 12 Element Préfabriqué en MDS (Nombre=690) | 115 days | Sun 30/03/14 | Sun 10/08/14 | |
| 13 TYPE 01 (Nombre = 110) | 37 days | Sun 30/03/14 | Sun 11/05/14 | 9 |
| 14 TYPE 02 (Nombre = 180) | 60 days | Wed 16/04/14 | Tue 24/06/14 | 13FS-22 days |
| 15 TYPE 03 (Nombre = 400) | 100 days | Wed 16/04/14 | Sun 10/08/14 | 14SS |
| 16 TRANSPORT DES ELEMENTS PREFABRIQUES | 127 days | Sat 29/03/14 | Sat 23/08/14 | |
| 17 Transport des éléments préfabriqués U | 127 days | Sat 29/03/14 | Sat 23/08/14 | |
| 18 Levage des éléments | 5 days | Sat 29/03/14 | Wed 02/04/14 | |
| 19 Chargement des Elements | 5 days | Thu 03/04/14 | Tue 08/04/14 | 18 |
| 20 Transport des éléments vers chantier | 5 days | Wed 09/04/14 | Mon 14/04/14 | 19 |
| 21 Transport des éléments préfabriqués L | 15 days | Sat 29/03/14 | Mon 14/04/14 | |
| 22 Levage des éléments | 5 days | Sat 29/03/14 | Wed 02/04/14 | 18SS |
| 23 Chargement des Elements | 5 days | Thu 03/04/14 | Tue 08/04/14 | 19SS |
| 24 Transport des éléments vers chantier | 5 days | Wed 09/04/14 | Mon 14/04/14 | 20SS |
| 25 Transport des éléments préfabriqués MDS | 112 days | Tue 15/04/14 | Sat 23/08/14 | |
| 26 TYPE 01 (Nombre = 110) | 37 days | Tue 15/04/14 | Tue 27/05/14 | |
| 27 Levage des éléments | 37 days | Tue 15/04/14 | Tue 27/05/14 | 24 |
| 28 Chargement des Elements | 37 days | Tue 15/04/14 | Tue 27/05/14 | 27SS |
| 29 Transport des éléments vers chantier | 37 days | Tue 15/04/14 | Tue 27/05/14 | 28SS |
| 30 TYPE 02 (Nombre = 180) | 30 days | Wed 28/05/14 | Tue 01/07/14 | |
| 31 Levage des éléments | 30 days | Wed 28/05/14 | Tue 01/07/14 | 29 |
| 32 Chargement des Elements | 30 days | Wed 28/05/14 | Tue 01/07/14 | 31SS |

Figure 2.5 exemple des durées des taches avec la date de début et de fin de la part de Microsoft Project

Pour plus de détail voir le planning complet en annexe.

2.5 Maîtrise de l'échéancier :

La maîtrise de l'échéancier est nécessaire pour :

- agir sur les facteurs qui provoquent des modifications de l'échéancier, pour s'assurer que ces modifications sont bénéfiques.
- constater si l'échéancier a évolué.
- gérer les changements effectifs quand ils adviennent.

2.5.1 Données d'entrée pour la maîtrise de l'échéancier :

✚ Échéancier du projet :

L'échéancier de projet approuvé, appelé planning de référence, est un élément du plan de projet. Il constitue la base de mesure et de constat des performances de délai.

✚ Rapports d'avancement :

Les rapports d'avancement donnent les renseignements sur les performances réelles de délai, par exemple quelles dates prévisionnelles ont été respectées ou non. Les rapports d'avancement peuvent également alerter l'équipe de projet sur les éventualités pouvant amener des problèmes dans le futur.

✚ Demandes de modifications :

Elles peuvent se présenter sous de multiples formes, orales ou écrites, directes ou indirectes, externes ou internes, et contractuelles ou optionnelles. Les modifications peuvent entraîner l'allongement des délais ou permettre de les réduire.

2.5.2 Outils et méthodes de la maîtrise de l'échéancier :

✚ Système de maîtrise des modifications de l'échéancier :

Ce système décrit les procédures permettant de modifier l'échéancier. Cela inclut la formalisation, le système de suivi, et la définition des niveaux d'autorité nécessaires pour approuver les modifications. Ce système doit faire partie intégrante du système général de maîtrise des modifications.

✚ Mesure des performances :

Les techniques de mesure des performances permettent d'évaluer l'impact de toute évolution qui se présente. Une part importante de la maîtrise de l'échéancier consiste à décider si les évolutions de l'échéancier nécessitent une action corrective. Par exemple, un retard important sur une activité non critique peut n'avoir que peu d'effet sur le délai global, alors qu'un retard beaucoup plus faible sur une activité critique ou sous-critique peut imposer une action immédiate.

+ **Planning additionnel :**

Peu de projets se déroulent exactement selon le programme prévu. Des évolutions probables peuvent demander une estimation des durées d'activités nouvelles, ou révisées, une modification de l'ordre des activités, ou l'étude d'échéanciers alternatifs.

2.5.3 Données de sortie du processus de maîtrise de l'échéancier :

+ **Échéancier actualisé**

Toute modification aux informations portées sur l'échéancier servant à la gestion du projet est une actualisation. Les parties prenantes concernées doivent être informées si nécessaire. La mise à jour du planning peut ou non entraîner la mise à jour d'autres aspects du plan de projet.

Les révisions constituent une catégorie spéciale de mise à jour. Ce sont des modifications aux dates de début et de fin contenues dans l'échéancier de référence approuvé. Ces dates ne sont en général révisées que par suite d'une modification du contenu du projet. Dans certains cas, les retards de délais peuvent être si sérieux, qu'une remise à jour des références de base est nécessaire pour permettre une mesure réaliste des performances.

+ **Actions correctives**

Il s'agit de toute action entreprise pour ramener les performances de délai attendues dans les limites du plan de projet. Les mesures correctives dans le domaine de management des délais nécessitent souvent des dépenses sous forme d'actions spéciales prises pour assurer l'achèvement d'une activité en temps voulu, ou avec le moins de retard possible.

+ **Retour d'expérience**

Les causes de déviation, les raisons motivant les actions correctives choisies, et toutes autres leçons apprises grâce à la maîtrise de l'échéancier doivent être documentées, pour devenir partie intégrante de la base de données historiques, à la fois pour le projet lui-même et pour les autres projets de l'organisation en charge

3. Management de cout de projet :

Le management des coûts du projet comprend les processus relatifs à l'estimation, à l'établissement du budget et à la maîtrise des coûts dans le but d'achever le projet en restant dans le budget approuvé.

Lors de la collecte des coûts, le management des coûts du projet doit tenir compte des exigences des parties prenantes. La mesure des coûts du projet sera différente d'une partie prenante à une autre et d'un moment à un autre. Par exemple, le coût d'un élément acquis peut être mesuré lorsque la décision de l'acquisition est prise ou engagée, la commande lancée ou l'élément livré, ou lorsque le coût réel est imputé ou enregistré pour les besoins de la comptabilité du projet.

Le management des coûts du projet porte principalement sur le coût des ressources nécessaires à l'achèvement des activités du projet. Le management des coûts doit également prendre en considération l'effet des décisions du projet sur le coût récurrent

ultérieur d'utilisation, d'entretien et de support du produit, service ou résultat du projet. Par exemple, une limitation du nombre de revues de conception peut réduire le coût du projet mais peut conduire à des coûts d'exploitation plus élevés pour le client.

Dans de nombreuses organisations, la prévision et l'analyse de la performance financière attendue du produit du projet ne font pas partie du projet. Dans d'autres, comme par exemple un projet d'investissement industriel, ce travail peut faire partie du management des coûts du projet. Lorsque ces prévisions et analyses font partie du projet, le management des coûts du projet peut mettre en œuvre des processus supplémentaires et de nombreuses techniques de gestion telles que le retour sur investissement, la valeur actualisée des flux de trésorerie et les analyses des délais de récupération des investissements.

L'effort de planification du management des coûts se déroule tôt dans la planification du projet et met en place le cadre dans lequel seront exécutés les processus de management des coûts, de façon à ce que la performance des processus soit efficace et coordonnée.

3.1 Estimer les coûts :

C'est le processus qui consiste à calculer une approximation des ressources monétaires nécessaires à l'accomplissement des activités du projet. A partir de WBS détaillé qu'on a fait et à partir de l'information ramené de la part des gens spécialisé de la SEROR, on a réussi a déterminé les couts pour l'accomplissement des activités du projet. Pour plus de détail voir le devis quantitatif estimatif si dessous.

3.2 Déterminer le budget :

C'est le processus qui consiste à consolider les coûts estimés de chaque activité individuelle ou de chaque lot de travail de façon à établir une référence de base des coûts approuvée. Après la consultation des services marchée de la part de DTP et Séror, on a vu que tout est inclus dans le prix unitaire ; par exemple le prix unitaire du gros béton est de 9002.00 DA/M3 cette valeur englobe le cout de gros béton comme matériaux et le cout de la ressource humaine qui es responsable de la mise en œuvre et aussi une part calculé pour les bénéfices de l'entreprise.

Tab 2.1 partie des prix unitaires

| DESIGNATION DES ARTICLES | PRIX UNITAIRE (DA) |
|--|--------------------|
| Amenée du matériel et installation du chantier | 2.500.000,00 |
| Repli du matériel et des installations du chantier | 2.000.000,00 |
| Etude d'exécution | 2.500.000,00 |
| Scarification et décapage des revêtements des chaussées existantes | 216 |
| Déblai en terrain meuble y/c réglage des fouilles | 720 |

| | |
|---|------------|
| Remblais derrières les murs de soutènement en matériaux sélectionnés | 1 020,00 |
| Assainissement axe diam 600mm y/c regards (1,5x1, 5x2,5) y/c regards tous les 30 m | 15 000,00 |
| Gros béton | 9 002,00 |
| Béton dosé à 350kg/M3 pour clavetage et éléments de la partie couverte et non couverte y/c coffrage | 14 500,00 |
| Acier haute adhérence en FeE40 a et ronds lisses FeE24 | 117 000,00 |
| Corniches préfabriquées y/c coffrage et ferrillages | 9 700,00 |
| Enduit au Flinkot | 450 |
| Fourniture et pose de garde-corps | 15 500,00 |
| Chape en béton pour dalle dosé à 250kg/M3 | 3 500,00 |
| Béton de profilage | 13 500,00 |
| Bordures de trottoirs | 1 500,00 |
| Béton de trottoir | 1 500,00 |
| Etanchéité des murs | 1 700,00 |
| Grille d'assainissements | 42 400,00 |
| Béton dosé à 350kg/M3 pour terre-plein | 13 500,00 |
| Traitement des joints | 1 114,00 |
| Décassement des voies latérales | 720 |
| Remblai des voies latérales et autres | 1 020,00 |

3.3 calcul de cout global du projet :

Après la détermination des prix unitaire on a passé par l'étape de

Tab 2.2 calcul de cout global du projet

| DESIGNATION DES ARTICLES | PRIX UNITAIRE | UNITE | QUANTITE | MONTANT (DA) |
|--|---------------|----------------|----------|--------------|
| Amenée du matériel et installation du chantier | 2 500 000,00 | U | 1,00 | 2 500 000,00 |
| Repli du matériel et des installations du chantier | 2 000 000,00 | U | 1,00 | 2 000 000,00 |
| Etude d'exécution | 2 500 000,00 | U | 1,00 | 2 500 000,00 |
| Scarification et décapage des revêtements des chaussées existantes | 216 | M ² | 9333,50 | 2 016 036,00 |

| | | | | |
|---|------------|----------------|----------|----------------|
| Déblai en terrain meuble y/c réglage des fouilles | 720 | M3 | 3161,50 | 2 276 280,00 |
| Fourniture et mise en remblai de matériaux sélectionnés | 1 020,00 | M3 | 2986,60 | 3 046 332,00 |
| Assainissement axe diam 600mm y/c regards (1,5x1,5x2, 5) y/c regards tous les 30 m | 15 000,00 | U | 40,00 | 600 000,00 |
| Gros béton | 9 002,00 | M3 | 1813,00 | 16 320 626,00 |
| Béton dosé à 350kg/M3 pour clavetage et éléments de la partie couverte et non couverte y/c coffrage | 14 500,00 | M3 | 4506,70 | 65 347 150,00 |
| Acier haute adhérence en FeE40 a et ronds lisses FeE24 | 117 000,00 | T | 957,50 | 112 027 500,00 |
| Corniches préfabriquées y/c coffrage et ferrillages | 9 700,00 | ML | 1066,00 | 10 340 200,00 |
| Fourniture et pose de garde-corps | 15 500,00 | ML | 1280,00 | 19 840 000,00 |
| Chape en béton pour dalle dosé à 250kg/M3 | 3 500,00 | M ² | 750,00 | 2 625 000,00 |
| Béton de profilage | 13 500,00 | M3 | 2872,00 | 38 772 000,00 |
| Bordures de trottoirs | 720 | ML | 3200,00 | 2 304 000,00 |
| Béton de trottoir | 1 500,00 | M3 | 360,00 | 540 000,00 |
| Etanchéité des murs | 1 700,00 | ML | 1188,00 | 2 019 600,00 |
| Béton dosé à 350kg/M3 pour terre-plein | 13 500,00 | M3 | 13500,00 | 182 250 000,00 |
| Traitement des joints | 1 515,00 | ML | 1114,00 | 1 687 710,00 |
| Décaissement des voies latérales | 720 | M3 | 1400,00 | 1 008 000,00 |

| | | | | |
|---------------------------------------|-----|--|----------------------|-----------------------|
| Remblai des voies latérales et autres | 200 | | 1020,00 | 204 000,00 |
| | | | Montant en HT | 470 224 430,00 |
| | | | TVA 07% | 32 915 710,38 |
| | | | TTC | 437 308 719,62 |

3.3 Maîtriser les coûts :

C'est le processus qui consiste à surveiller l'état du projet dans le but de mettre à jour son budget et à gérer les modifications affectant la référence de base des coûts.

4. Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de traiter le point du management du projet en sa globalité, les résultats obtenus sont assez satisfaisants, même si notre but se limite juste en la détermination du cout et du délai, le travail accompli en cette partie est primordiale pour la suite de l'étude.

Pour conclure on dit que la gestion de projet s'est progressivement structurée. Les pratiques singulières sont devenues des modèles contingents

CHAPIRE 03

« Etude technique »

1. introduction :

Le calcul d'une trémie comme toute autre ouvrage a pour objet de vérifier que le dimensionnement adopté lui confère le niveau de fiabilité requise compte tenu de la qualité exigé des matériaux qui seront utilisés et du niveau de contrôle prévu lors de son exécution. Pour assure sa fonction elle doit être capable de résisté non seulement aux efforts engendrés par le poids propre mais aussi aux efforts dus à l'ensemble des actions d'origine naturelle et fonctionnelle qui lui seront appliquées.

Dans le présent chapitre on décrit aussi les caractéristiques des matériaux pour qu'elle permet de prévoir leur capacité à résister sous des conditions diverses (contraintes, résistance, déformation...etc).

2. Caractéristiques des matériaux :

La connaissance des caractéristiques des matériaux est fondamentale dans toute construction. le respect des exigences de sécurité des constructions, de confort et d'environnement est aussi directement lié aux performances et capacités des matériaux utilisés.

Tous les matériaux, matières et produit utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent obligatoirement provenir de l'industrie algérienne à chaque moment que celle-ci est en mesure de satisfaire les conditions technique. Les constructions en béton armé est conforme au règlement français de référence B.A.E.L .91 (béton armé au état limite).

2.1 Les matériaux :

Cela permettre de l'étude réglementaire du matériau (béton armé) qui peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
 &\text{Béton armé} \\
 &= \\
 &\text{Béton} \\
 &+ \\
 &\text{Armatures actives} \\
 &+ \\
 &\text{Adhérence acier-béton} \\
 &+ \\
 &\text{Armatures complémentaires}
 \end{aligned}$$

2.2 Le béton :

2.2.1 Compositions du béton :

Pour calculer les éléments préfabriqués, les matériaux doivent être conformes aux règles de l'art et aux spécifications imposées.

| | | |
|--------|---|---|
| Ciment | → | 350Kg/m ³ (CPJ 42,5 ciment de Bénisaf) |
| Sable | → | 707,2350Kg/m ³ |

| | | |
|---------------|---|-------------------------|
| Gravier 3/8 | → | 244,6 Kg/m ³ |
| Gravier 8/16 | → | 374,6 Kg/m ³ |
| Gravier 16/25 | → | 526,8 Kg/m ³ |
| Eau | → | 175L/m ³ |

La résistance à 28 jours avec scléromètre a donné 35MPa \Leftrightarrow $f_{c28} = 35$ MPa

2.2.2 Les caractéristiques mécaniques :

La résistance à la traction (≈ 3 MPa) représente le dixième de la résistance à la compression (≈ 30 MPa).

On peut exprimer le module d'élasticité en compression $E_b \approx 30\,000$ MPa permettant de lier la déformation à la contrainte. Le béton seul est trop lourd et trop peu résistant en traction

2.2.3 Modélisation du comportement du béton :

La résistance du béton que ce soit à la traction ou à la compression ne peut être étudiée qu'expérimentalement. Il existe des essais normalisés que l'on fait sur des éprouvettes de béton cylindrique de diamètre 160 mm et de hauteur 320 mm

✚ Résistance caractéristique à la compression :

La grandeur fondamentale de référence de la résistance d'un béton est la résistance caractéristique à la compression, calculée au jour (j) : f_{cj} (MPa). Pour l'établissement des projets dans le cas courant, un béton est défini par la valeur de sa résistance à la compression à l'âge de 28 jours dit valeur caractéristique requise. celle-ci est notée f_{c28} (pour notre ouvrage $f_{c28} = 35$ MPa)

✚ Résistance caractéristique à la traction :

La rupture du béton à la traction est brutale, la résistance caractéristique à la traction à jours notée (f_{tj}), elle est définie en fonction de f_{cj} par la relation suivante :

- $f_{tj} = 0.6 + 0.06f_{cj}$ [MPa]
- $f_{t28} = 0,06 + 0,6(35) = 2,7$ MPa.

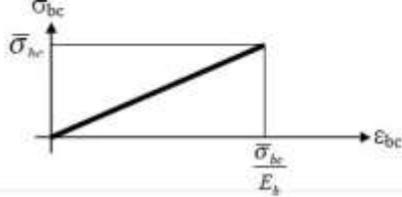
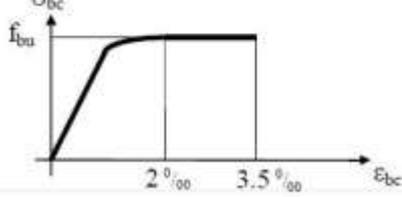
Il est aussi rappeler qu'une bonne résistance est généralement liée à une bonne compacité ce qui est favorable à la durabilité du béton.

✚ coefficient de poisson :

Le coefficient de poisson du béton est égale à 0,2 pour le calcul des déformations, et a 0 pour le calcul des sollicitation. Pour le calcul des éléments bidimensionnels (dalles) on prend $\nu = 0,1$.

✚ Les résistances de calcul du béton :

Tab 3.1 résistance du béton

| Etat considéré | ELS | ELU |
|--------------------------------|--|--|
| Compression | $\sigma_{bc} \leq 0.6 f_{cj} = \bar{\sigma}_{bc}$ | $f_{bu} = \frac{0.85 f_{cj}}{\gamma_b}$ où $\gamma_b = 1.5$ |
| Traction | 0 | 0 |
| Cisaillement | - | $\bar{\tau}_u = \text{Inf} [5 \text{ MPa} ; 0.13 f_{cj}] \text{ fpu}$ $\bar{\tau}_u = \text{Inf} [4 \text{ MPa} ; 0.10 f_{cj}] \text{ fp et ftp}$ |
| Modèle de calcul réglementaire | Modèle élastique linéaire  | Diagramme parabo-rectangle  |

Le béton est dosé à 400 kg/m³ de ciment CPA 325, avec un contrôle strict.

La masse volumique du béton armé : $\gamma = 2,5 \text{ t/m}^3$.

On prend : $f_{c28} = 35 \text{ Mpa}$.

Donc : $f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 2.7 \text{ Mpa}$

✚ Module instantané :

Pour les charges d'une durée d'application <24 h.

$$E_{ij} = E_{ij} = 11000(f_{cj})^{1/3} \Rightarrow E_{ij} = 35981,7244 \text{ MPa}$$

✚ Module différé :

Pour les charges de longue durée.

$$E_{vj} = 3700(f_{cj})^{1/3} ; \text{ pour } f_{c28} = 25 \text{ MPa}; E_{i28} = 10818,9 \text{ MPa}$$

2.2.4 La contrainte de calcul béton comprimé :

✚ Etat limite ultime (ELU) :

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{cj}}{\phi \cdot \tau_b}$$

Tab 3.2 valeurs de du coefficient ϕ

| Durée | ϕ |
|----------------------|--------|
| $t > 24h$ | 1 |
| $1h \leq t \leq 24h$ | 0,9 |
| $t < 1h$ | 0,85 |

Tab 3.3 valeurs de du coefficient γ_b

| Situation | durable | accidentelle |
|------------------------------------|---------|--------------|
| Coefficient de sécurité γ_b | 1,5 | 1,5 |
| Contrainte admissible f_{bu} Mpa | 19,84 | 25,87 |

✚ Etat limite de service (ELS) :

Tab 3.4 récapitulatif des contraintes admissibles

| Cas | en service.($0,5 f_{c28}$) | en construction ($0,6 f_{c28}$) |
|----------------|------------------------------|-----------------------------------|
| σ [Mpa] | 17.5 | 21 |

$$\sigma = \begin{cases} 0,5 f_{c28} & \text{en service.} \\ 0,6 f_{c28} & \text{en construction.} \end{cases} \implies \sigma = \begin{cases} 17,5 \text{ MPa} & \text{en service.} \\ 21 \text{ MPa} & \text{en construction.} \end{cases}$$

2.3 Les armatures:

Les armatures doivent être conformes aux textes réglementaires en vigueur : titre I du C.C.T.G. L'acier est un alliage fer carboné en faible pourcentage (0.15 à 0.25 %), son rôle est d'absorber les efforts de traction, de cisaillement et de torsion ; les valeurs de limite élastique sont les mêmes en traction et en compression. Les diamètres normalisés d'armatures courantes sont :

ϕ (6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25,32) [mm]

Quand les armatures sont soudées entre elles sous forme de quadrillage elles forment le panneau de treillis soudé.

2.3.1 Type d'armatures :

Deux grands types d'armatures sont disponibles sur le marché :

- les ronds lisses (RL)
- les armatures à haute adhérence (HA).

Pour les armatures HA, les nuances d'acier sont dans le tableau suivant :

Tab 3.5 les nuances d'acier

| Nuances | f_e | Utilisation |
|-------------|-----------------|----------------|
| $f_e E 500$ | $f_e = 500 MPa$ | courante |
| $f_e E 400$ | $f_e = 400 MPa$ | moins fréquent |

Pour les ronds lisses (RL) on trouve des aciers de nuance $feE215$ et $feE235$.

Le module d'élasticité de l'acier a une valeur réglementaire $Es=200\ 000 MPa$.

Tab 3.6 Les résistances de calcul de l'acier

| Etat considéré | ELS | ELU |
|--------------------------------|---|---|
| f _{pn} | rien à vérifier | |
| f _p | $\bar{\sigma}_{st} \leq \text{Inf} \left[\frac{2}{3} f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{yt}} \right]$ où $\eta = 1$ pour RL et $\eta = 1.6$ pour HA | $f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$ où $\gamma_s = 1.15$ |
| f _{tp} | $\bar{\sigma}_{st} \leq \text{Inf} \left[\frac{f_e}{2} ; 90 \sqrt{\eta \cdot f_{yt}} \right]$ | |
| Modèle de calcul réglementaire | | |

2.3.2 La limite élastique :

Les aciers utilisés sont des aciers courants à haute adhérence de béton armé ont les caractéristique suivante :

- FeE 400
- $Es = 200000 MPa$ est Le module d'élasticité de l'acier
- Fissuration préjudiciable
- Le coefficient de fissuration $\eta = 1.6$

2.3.3 Contrainte limite de traction :

Dans les calculs relatifs à l’E.L.U on introduit un coefficient γ_s tel que :

Tab 3.7 Contrainte limite de traction

| Situation | Accidentelle | Durable ou transitoire |
|------------------------------------|--------------|------------------------|
| Coefficient de sécurité γ_s | 1 | 1,15 |
| Déformation ϵ_s | 0,002 | 0,001 |

$$\epsilon_s = \left(\frac{f_e}{\gamma_s}\right)/E_s \text{ \{0.002 cas accidentelles, 0.001 cas général\}}$$

Contrainte normale : $f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$

$f_{su} = 347.8 \text{ Mpa}$

2.3.4 Contrainte de service de traction :

En fissuration préjudiciable :

$$\overline{\sigma}_{st} = \min \left(\frac{2}{3} f_e; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{ij}} \right) \text{ avec } \eta = 1,6 \text{ les aciers à haute adhérence, } \sigma_s = 228.630 \text{ MPa}$$

La construction de notre ouvrage nécessite le choix des matériaux les plus adaptés au projet ainsi que la prise en compte des matériaux sur lequel se fondent. Ce choix dépend des critères techniques et économique, mais également architecturaux pour pouvoir remplir le rôle auquel ils sont destinés.

2.4 Les remblais :

Les remblais derrière les murs, sont constitués d’un sol pulvérulent d’angle de frottement interne ϕ pris dans les calculs, égal à 30°. On considère que le niveau du remblai ménage une garde de 50 cm en tête du mur, qu’il est horizontal et symétrique (soit une hauteur de poussée de 7.00 m maxi entre la sous face du radier et le niveau du remblai pour l’élément le plus haut).

3. conception routière :

L’élaboration des ouvrages d’arts nécessite une bonne conception routière. C’est-à-dire définir les différents axes pour l’implantation de l’ouvrage. Pour satisfaire les conditions de visibilité, confort et la sécurité des usagers ; la conception des trémies dépend des normes routières requises dont nous avons opté pour le B40.

3.1 tracer en plan :

L’élaboration d’un projet routier commence par la recherche de l’emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

3.3 profil en travers :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler, elle comprend aussi plusieurs voies, dont le choix est déterminé.

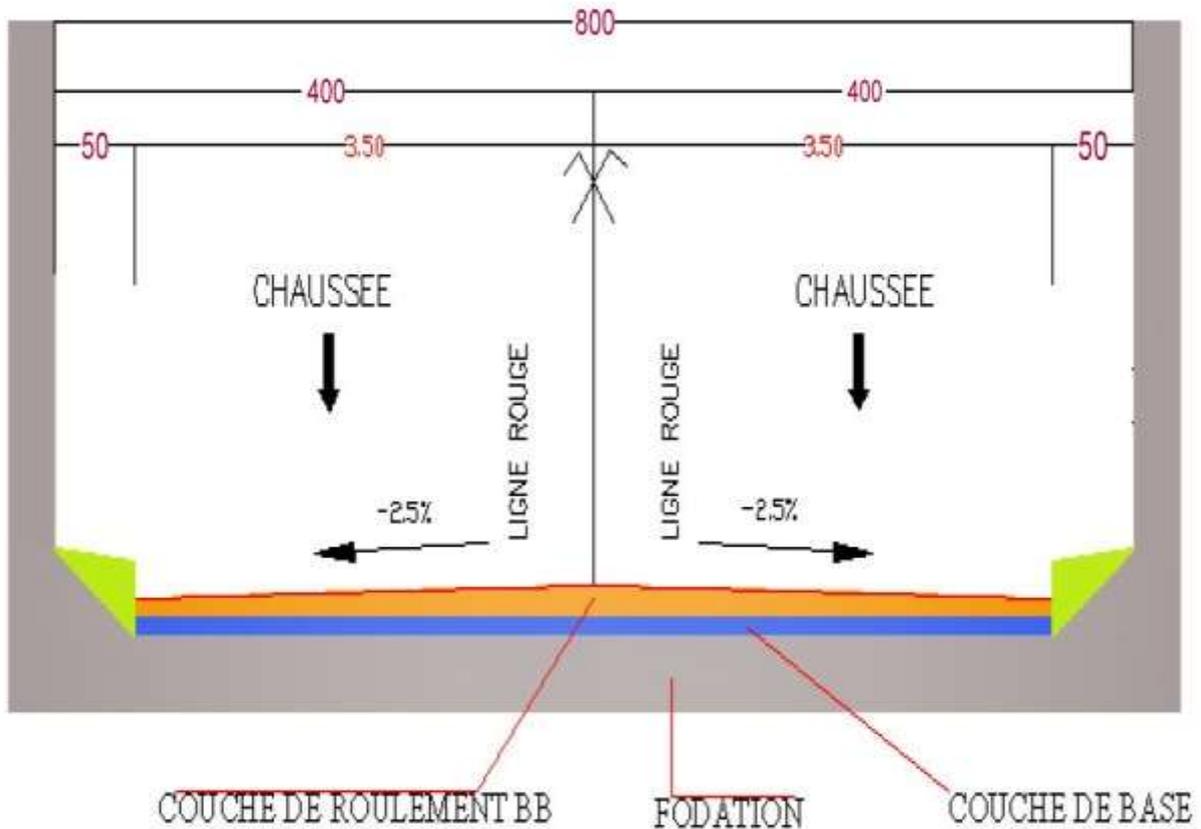


Figure 3.3 profil en travers type

4. pré dimensionnement de la trémie :

Cela consiste à vérifier le choix des caractéristiques techniques de la trémie vis-à-vis des stipulations des normes de calcul.

4.1 Morphologie d'ensemble :

La morphologie d'ensemble est aussi simple que celle d'un portique : un cadre fermé se présente sous la forme d'un tube à section droite rectangulaire les parties verticales s'appellent toujours piliers, et maintenant nous avons une traverse supérieure et une traverse inférieure. La traverse inférieure constitue la fondation enterrée elle est conçue comme un radier général en béton armé. Dans les portiques, il est nécessaire de prévoir des goussets robustes à la jonction des traverses (supérieure et inférieure) et des piliers.

4.2 Le choix de la section :

La section d'une trémie doit être déterminée sur la base des facteurs suivant :

- Les gabarits des véhicules qui seront appelés à emprunter la trémie et de ceux des matériaux qui y seront transportés.
- La nature du terrain, sa résistance, sa teneur en eau et les poussées géologiques du souterrain.
- La méthode de travail adoptée.
- Le matériau utilisé pour le revêtement, sa résistance, ainsi que les charges intérieures qu'il devra supporter.
- L'existence d'une ou deux voies de circulation.

4.3 Eléments de dimensionnement :

Les cadres sont calculés en structure plane, comme les portiques. La différence réside dans le fait que la traverse inférieure est assimilée à une poutre sur sol élastique, ce dernier étant schématisé par une infinité de ressorts élastiques indépendants et de même raideur. Ceci complique notablement le calcul manuel de ce type de structure.

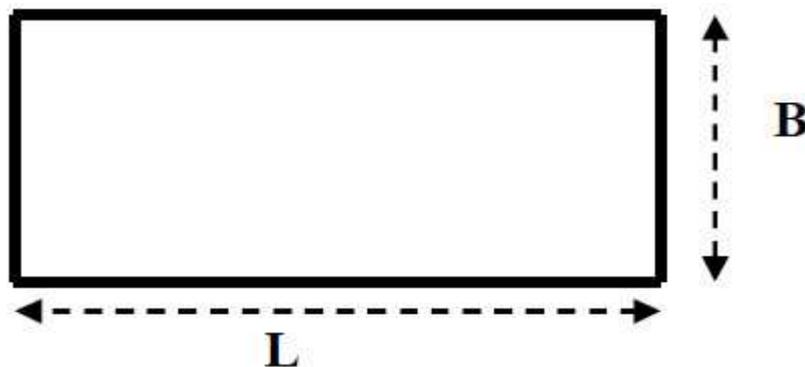


Figure 3.4 cadre de dimensionnement

Pour un pré dimensionnement on peut se baser sur les indications précédentes. Lorsque l'ouverture du cadre est de 8.24 mètres :

L'épaisseur de la traverse supérieure à 0.40m est calculable par la formule : $E=L/32 + 0.125 L$

L'ouverture du cadre Les épaisseurs des piliers et de la traverse inférieure E_j dépendent de la déformabilité du sol de fondation et sont lues sur les abaques :

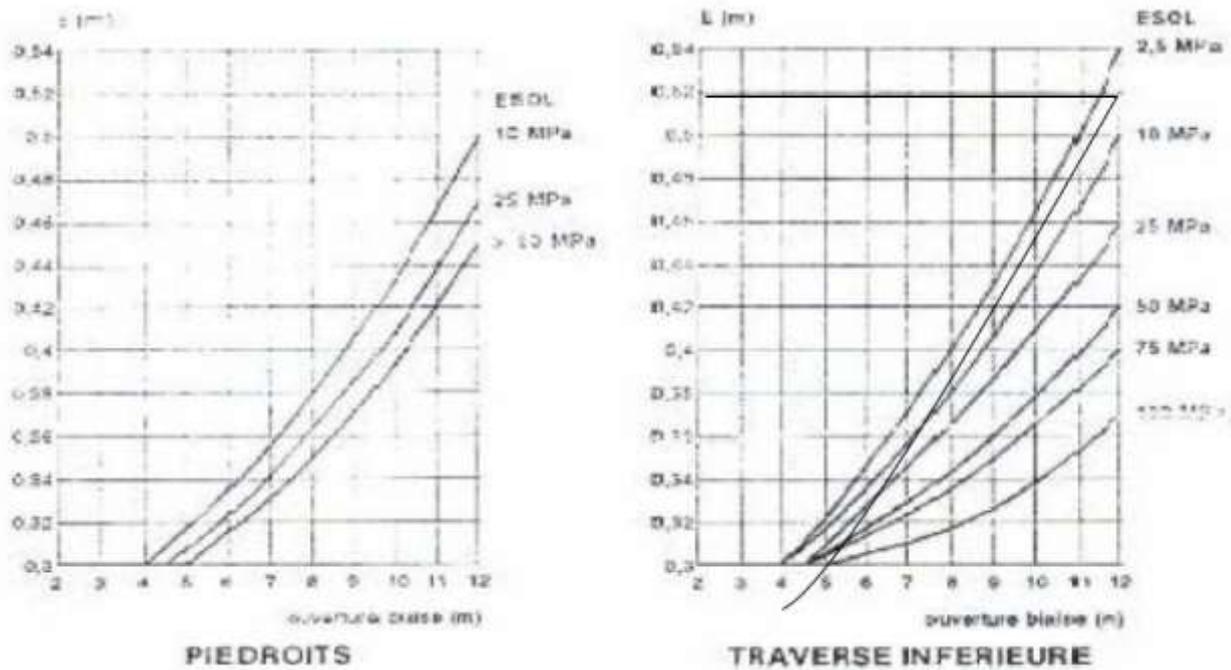


Figure 3.5 abaque d'épaisseurs des pieds droits et de la traverse inférieure

Lorsque l'ouvrage supporte un remblai, un supplément d'efforts est apporté à la structure non seulement par le poids du remblai mais aussi par l'effet négatif résultant du tassement par le poids de remblai adjacent à l'ouvrage et le remblai porté. Cet effet qui peut être très important conduit à adopter des épaisseurs de piédroits et de traverse inférieure majorées selon la formule approchée suivante :

$$E_j = E_{j0} \sqrt{1 + \frac{Hd^2}{2000 E_{j0}^2}}$$

E_{j0} : épaisseur résultant de la lecture des abaques.

H : hauteur de remblai (m).

d : Ouverture de l'ouvrage.

4.3.1 L'épaisseur de la traverse supérieure :

$L = 6.50m$ l'ouverture du cadre $E = 6.5/32 + 0.125 = 0.328m$

Pour un pré dimensionnement on peut se baser sur les indications suivantes. Lorsque l'ouverture du cadre varie, L'épaisseur de la traverse supérieure à 0.30m Donc on prendra :

$E = 0.40m$

4.3.2 L'épaisseur de la traverse inférieure et piédroits :

Les résultats obtenus à partir des abaques fig1 sont comme suit :

$E_j = 0.30m$ pour le piédroit.

$E_j = 0.35m$ pour la traverse inférieure.

- Coefficient de majoration : $E_j = 0.58m$

Donc on prend :

- Pour les piédroits $E_j=0.35m$
- Pour la traverse inférieure $E_j=0.40m$

4.4 Pré dimensionnement des murs de soutènement (mur en L) :

Les murs de soutènement sont des constructions qui constituent une importante application du béton armé. Ils sont constitués, du moins pour les types courants, d'un élément vertical ou peu incliné qui soutient des terres pouvant être surchargées ou non, l'autre élément horizontal ou légèrement incliné est en contact avec le sol de fondation et avec les terres à soutenir. De ce contact avec le sol (terres à soutenir et sol de fondation) découle l'énorme importance de ce dernier dans la tenue d'un mur construit et de la sécurité qu'il peut offrir. A ce titre et dans le but d'offrir un niveau de sécurité adéquat au cours de la réalisation, provenant d'un glissement éventuel du remblai juxtaposé au voisinage, on procédera à la vérification de la stabilité des murs de soutènement.

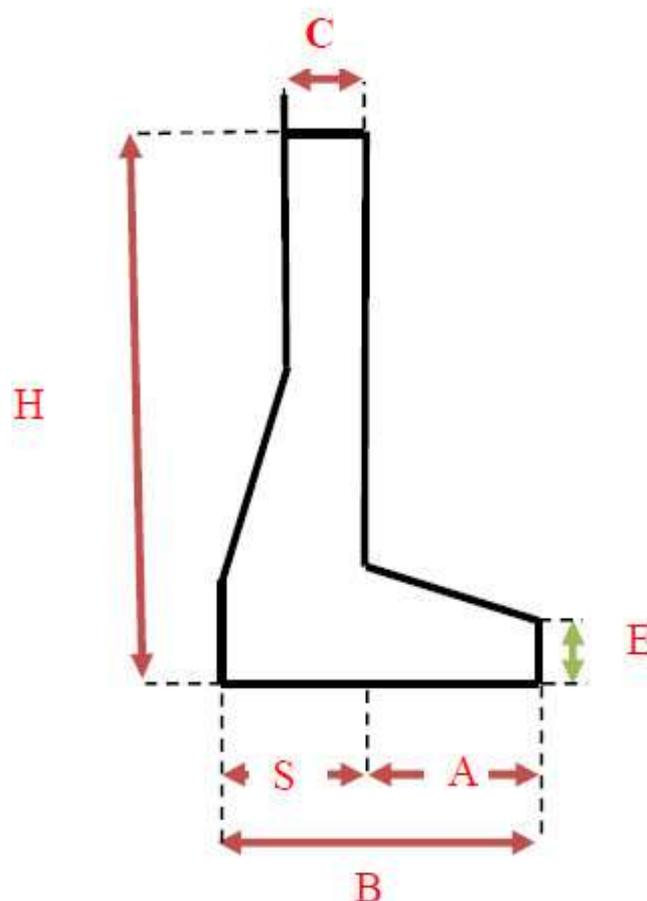


Figure 3.6 Schémas de mur de soutènement

- **Couronnement C** : $C = H / 24$ (Minimum) Selon SANGLERAT $C \leq 30cm$ (pour des raisons de sécurité et augmenté la rigidité du voile).

Selon SETRA $C_{min}=20cm$ pour $H \leq 6m$

Selon SETRA C min=30cm pour H > 6m

- **Epaisseur de la semelle E** : (il faut arrondir pour des raisons de coffrage par 5 cm) $E \leq H/12$
- **Largeur de la semelle B** : $1/3 H \leq B \leq 2/3 H$
- **Largeur du patin avant A** : $A=B/3$ ou soit $H/6 < A < 2/9H$
- **Section du voile sur la semelle S** : $S=H/12$

4.4.1 Mur de soutènement type 01 H=7.50 :

Couronnement : $C = 7,5 / 24 = 0.31m$; $C = 0.35 m$

Largeur de la semelle B:

$$7.5/3 \leq B \leq (2 \times 7.5)/3 \text{ donc } 2.5 \leq B \leq 5$$

On prend $B = 2.6$

Epaisseur de la semelle E :

$$E = H/12 = 0,62m \quad E = 0.72m$$

Largeur du patin avant :

$$A = b/3 \Rightarrow A = 1.67$$

Section du voile sur la semelle :

$$S = H/12 = 0,62m \Rightarrow S = 0.93m.$$

Tab 3.8 : récapitulatif des dimensions de MS type01

| H (m) | C (cm) | E (cm) | B (m) | A (m) | S(cm) |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 7,5 | 35 | 72 | 2.6 | 1.67 | 93 |

4.4.2 Mur de soutènement type 02 H=5.50 :

Couronnement : $C = 5,5 / 24 = 0.22m$; $C = 0.25 m$

Largeur de la semelle B:

$$5.5/3 \leq B \leq (2 \times 5.5)/3 \text{ donc } 1.83 \leq B \leq 3.66$$

on prend $B = 2.1$

Epaisseur de la semelle E :

$$E = H/12 = 0,45m \quad E = 0.5m$$

Largeur du patin avant :

$$A = b/3 \Rightarrow A = 1.5$$

Section du voile sur la semelle :

$S = H/12 = 0.45m \Rightarrow S = 0.6 m.$

Tab 3.9 : récapitulatif des dimensions de MS type02

| H (m) | C (cm) | E (cm) | B (m) | A (m) | S(cm) |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 5,5 | 25 | 50 | 2.10 | 1.5 | 60 |

4.4.3 Mur de soutènement type 03 H=3.50 :

Couronnement : $C = 3,5 / 24 = 0.14m ; C = 0.15 m$

Largeur de la semelle B:

$3.5/3 \leq B \leq (2 \times 3.5)/3$ donc $1.16 \leq B \leq 2.33$

on prend $B = 1.60$

Epaisseur de la semelle E :

$E = H/12 = 0,29m$ $E = 0.30m$

Largeur du patin avant :

$A = b/3 \Rightarrow A = 1.2$

Section du voile sur la semelle :

$S = H/12 = 0.29m \Rightarrow S = 0.40m.$

Tab 3.10 : récapitulatif des dimensions de MS type03

| H (m) | C (cm) | E (cm) | B (m) | A (m) | S(cm) |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 5,5 | 15 | 30 | 1.60 | 1.2 | 40 |

4.4.4 Schémas de cadre après le pré dimensionnement :

A l'issue de ces calculs, on peut conclure que les caractéristiques techniques attribuées aux différents éléments structuraux des trémies à savoir les piédroits, les traverses supérieures et inférieures, s'accrochent avec les résultats obtenus.

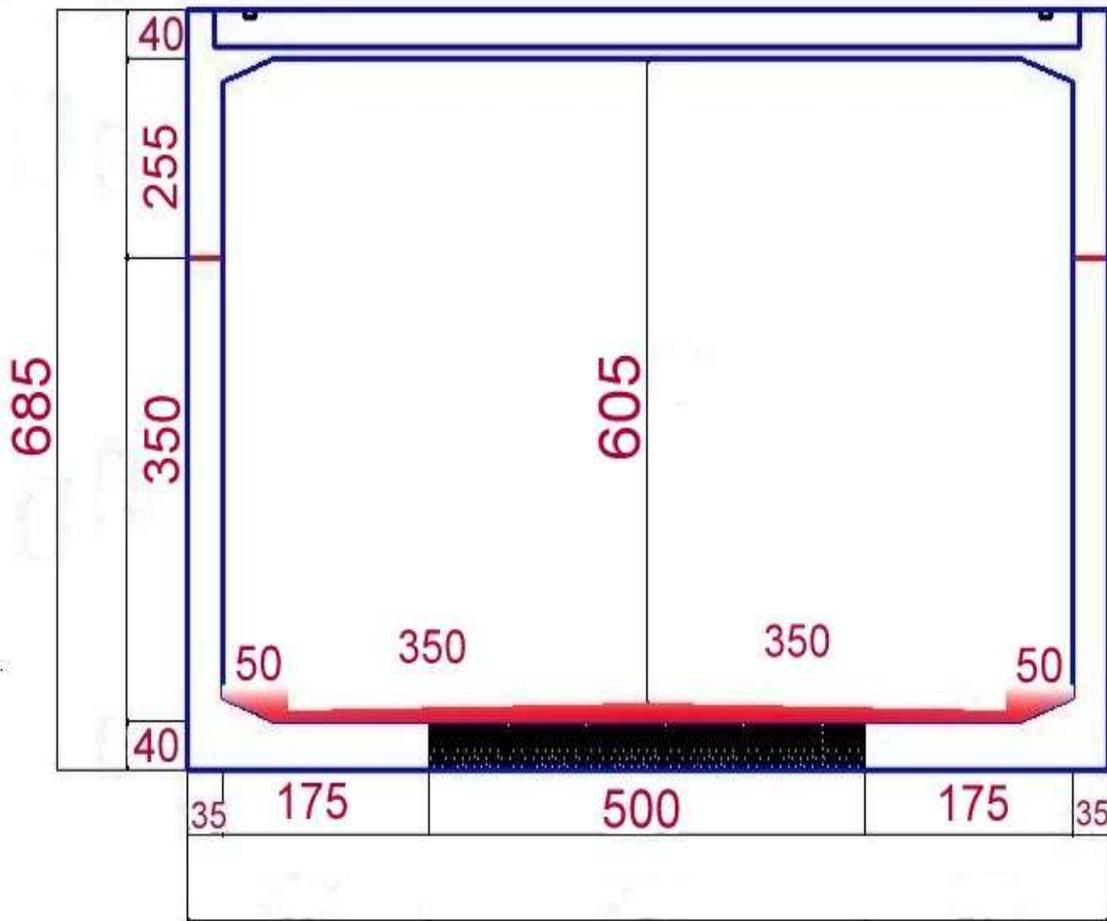


Figure 3.7 coupe transversale de la partie couverte

5. Calcul des charges et surcharges :

5.1 Définition de la poussée des terres et surcharge sur remblai :

Cette action représente l'effet statique de la poussée des terres située derrière les murs de soutènements de la partie couverte et non couverte.

$$P_t = \frac{1}{2} * k_a * \gamma * H^2$$

Le remblai sera considéré comme un sol pulvérulent avec :

γ : poids volumique = $2t/m^3$

ϕ : Angle de frottement interne = 30°

k_a : Coefficient de poussée actif t_q : $k_a = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\phi}{2} \right) = 0.333$

La poussée à la base $P_t = k_a * \gamma * H$

Type1 : $H_{max} = 7.50m$

Poussée à la base $Pt=0.33*2*7.50*10*2$

Pt=99kn

Type2: $H_{max} = 5.50 m$

Poussée à la base $Pt = 0.33 * 2 * 5.50 * 10 * 2$

Pt=72.6kn

Type3 $H_{max} = 3.50 m$

Poussée à la base $Pt = 0.33 * 2 * 3.50 * 10 * 2$

Pt=46.2kn

✚ Poussée due à la surcharge sur remblais :

Cette action correspond à la poussée statique de la surcharge située à l'arrière du mur de soutènement. Cette charge es uniformément répartie sur du sommet a la base

$Q_{sur}=ka*q*H$

q : surcharge sur remblais, elle est prise égale à $1t/m^2$

H :hauteur du mur de soutènement

$Q_{sur}=0,33*10*2=6.6kn/$

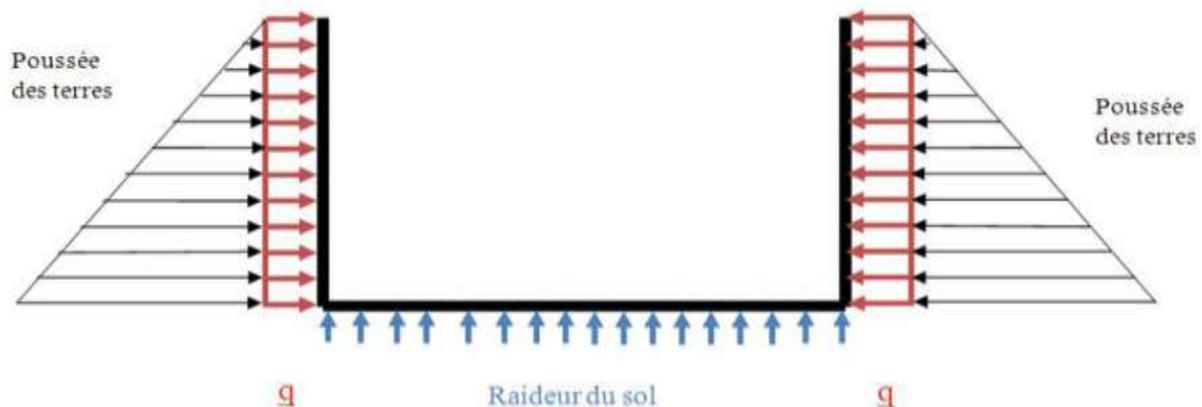


Figure 3.8 les efforts de poussée

5.2 fascicule 61 titre II du CPC 7 :

Les charges routières à caractère normales comprennent deux systèmes différents :

- Le système A
- Le système B

Largeur roulable :Lr : largeur mesuré entre bordures ou dispositifs de retenue. Largeur chargable $Lc=Lr$, s'il y a des bordures ou Lr diminue de 50cm le long de chaque dispositif de retenue, lorsqu'il existe. Nombre de voies $n=int(Lc/3)$ avec int(partie entière) ;on distingue trois classes des trémies, en fonction de leur largeur roulable :

Table 3.11 classe des trémies

| Classe | Largeur roulable |
|--------|------------------------|
| I | $\geq 7m$ |
| II | $5,50m \leq Lr \leq 7$ |
| III | $\leq 5,50$ |

Pour notre cas :

Largeur roulable $Lc=Lr=7,50m$

Nombre de voies : $n=int(Lc/3)=2$

Notre ouvrage sera de classe I car $Lr \geq 7m$

5.2.1 Surcharge A(L) :

Le système A se compose d'une charge uniformément répartie dont l'intensité dépend de la longueur (L) chargée selon la loi :

$$A(L) = 230 + 36000 / (L + 12). \quad \{Kg/m^2\}$$

Avec : L: largeur de la route.

$$\text{On a } L=30m \quad \leftarrow A(l) = 862.61 \text{ Kg/m}^2 = 8.62/m^2$$

La densité A(L) est multipliée par un coefficient a1, assimilé à un coefficient de dégressivité transversale a2.

$$A(L) = a1 \times a2 \times A(L)$$

Tab 3.12 récapitulatif de la charge A (I)

| Voies chargées | a1 | a2 | A(l) kn/m ² | A2(l)=a1 a2 A(l) | Largeur de voies | A2 (l) kn/m |
|----------------|----|-------|------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 voie | 1 | 0,875 | 8.62 | 7.54 | 3,5 | 26.39 |
| 2 voies | 1 | 0,875 | 8.62 | 7.54 | 7 | 52.78 |

5.2.2 Système B :

Le système de charges B comprend trois (3) types de systèmes distincts :

- Le système Bc qui se compose de camions types (30 t).
- Le système Bt se compose de groupes de deux essieux «essieux tandems (32t) ».
- Le système Br se compose d'une roue isolée (10 t).

5.2.2.1 Système Bc:

On dispose sur la chaussée au plus autant de files ou convois de camions que la chaussée comporte de voies de circulation et l'on place toujours ces files dans la situation la plus défavorable pour l'élément considéré.

Le sous-système Bc se compose de camion de poids individuel égal à 30t.

Il est affecté d'un coefficient de pondération Bc présenté par le tableau suivant :

Tab 3.13 Valeurs de coefficient Bc

| Nombre de files | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|-----|------|------|-----|-----|
| Classe de pont | 1 | 1.2 | 1.10 | 0.95 | 0.8 | 0.7 |
| | 2 | 1 | 1 | / | / | / |
| | 3 | 1 | 0.8 | / | / | / |

Est pour notre ouvrage en distingué que Bc=1,10.

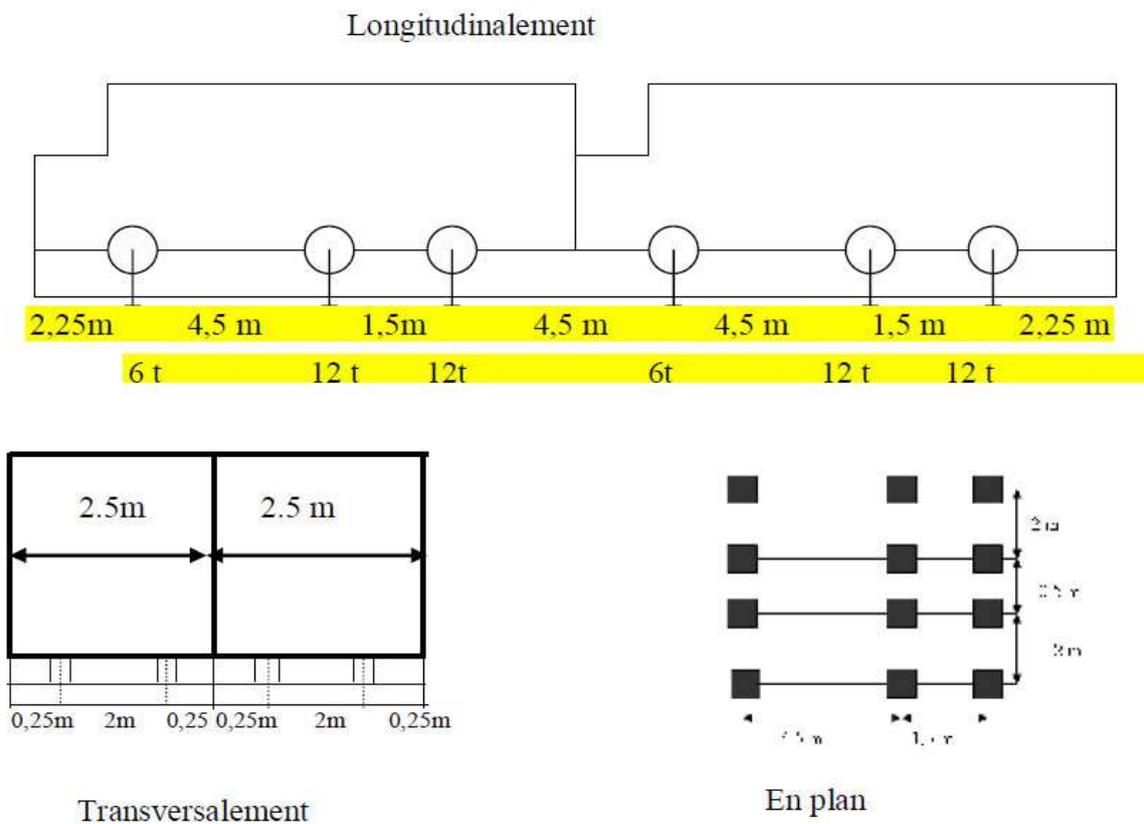


Figure 3.9 dimension de surcharge BC

• **Calcul des coefficients dynamiques :**

Les surcharges du système **BC** sont multipliées par des coefficients de majoration dynamique. Ce coefficient est déterminé par la formule :

$$\delta = 1 + \beta + \alpha = 1 + \frac{0,6}{1 + 4 * \frac{G}{S}} + \frac{0,4}{1 + 0,2 * L}$$

Avec :

G : poids totale d'une section de couverture de longueur L

S : le poids total des essieux du système Bc maximale qu'il est possible de les placer sur la longueur L. multipliée au préalable par Bc.

S = N camion x Px Bc (pour le cas le plus défavorable). On adaptera que la longueur de la partie comme une travée d'un pont a L =30 m portée de travée.

On concédera que la longueur de la partie comme une travée d'un pont a L =30 m portée de travée.

G : La charge permanente.

G =506 t

S : Surcharge Bc maximale multipliée au préalable par Bc.

Pour une voie chargée:

S = N camion x Px bc , bc = 1.2 , S=30 x2 x 1.2=72 t => **δ=1.048**

Deux voies chargées:

Pour bc = 1.10, S=30 x4 x 1,10=132t => **δ=1.08**

Tab 3.14 récapitulatif de la charge Bc

| L(m) | Q(KN/m) | G(KN) | 1 file | 2 files | S ₁ (KN) | S ₂ (KN) | δ ₁ | δ ₂ |
|------|---------|-------|--------|---------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|
| 30 | 194,67 | 5060 | 1,2 | 1,10 | 720 | 1320 | 1,048 | 1.08 |

5.2.2.2 Système Bt :

Le système Bt se compose de deux tandems à deux essieux de quatre roues chacun, le poids de chaque essieu étant de 16t :

- il ne s'applique qu'aux ouvrages de première et deuxième classe.
- il est affecté d'un coefficient de pondération présenté dans le tableau suivant :

Tab 3.15 classe de trémie

| | | |
|----------------|---|-----|
| Classe de pont | 1 | 2 |
| Bt | 1 | 0,9 |

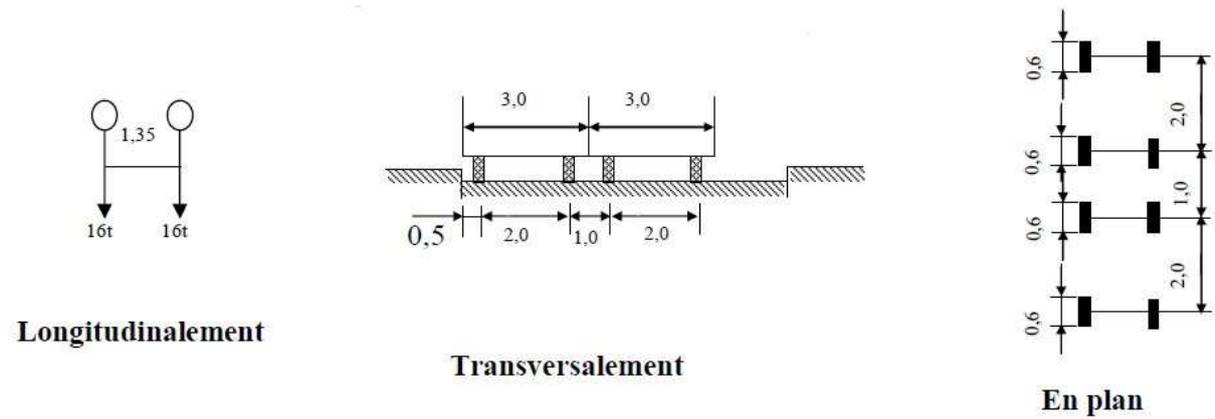


Figure 3.10 Dimensions de surcharge Bt

✚ Calcul des coefficients dynamiques :

Les surcharges du système **Bt** sont multipliées par des coefficients de majoration dynamique. Ce coefficient est déterminé par la formule :

$$\delta = 1 + \beta + \alpha = 1 + \frac{0,6}{1 + 4 * \frac{G}{S}} + \frac{0,4}{1 + 0,2 * L}$$

- **Pour une travée chargée :**

L = 30 m.

G : La charge permanente. G = 506 t

S : Surcharge Bt maximale multipliée au préalable par Bt.

- **Pour une voie chargée:**

S = N camion x Px Bt, Bt = 1, S = 32 x 1 x 1 = 320kn/m => **δ=1.045**

- **Pour deux voies chargées:**

Bt = 1, S = 32 x 2 x 1 = 640kn/m => **δ=1.054**

Tab 3.16 récapitulatif de la charge Bt

| L(m) | Q(KN/m) | G(KN) | 1 file | 2 files | S ₁ (KN) | S ₂ (KN) | δ ₁ | δ ₂ |
|------|---------|-------|--------|---------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|
| 30 | 194,67 | 5060 | 1,2 | 1,10 | 720 | 1320 | 1,048 | 1.08 |

5.2.2.3 Système Br :

Ce système de charge est composé d'une roue isolée de 10t qui peut être placé n'importe où sur la largeur roulable pour avoir le cas le plus défavorable.

5.2.3 Surcharges militaires MC120 :(charge militaire)

Le MC120 est un engin chenille avec un poids total de 110t (55t par chenille) répartie sur une longueur de 6,10m et une largeur de 1m par chenille.

Les véhicules Mc 120 peuvent circuler en convois.

Dans le sens transversal : un seul convoi quelque soit la largeur de la chaussée.

Dans le sens longitudinal : le nombre de convoi est limité.

Poids totale : 110t

Longueur d'une chenille : 6.10m

Largeur d'une chenille : 1.00m

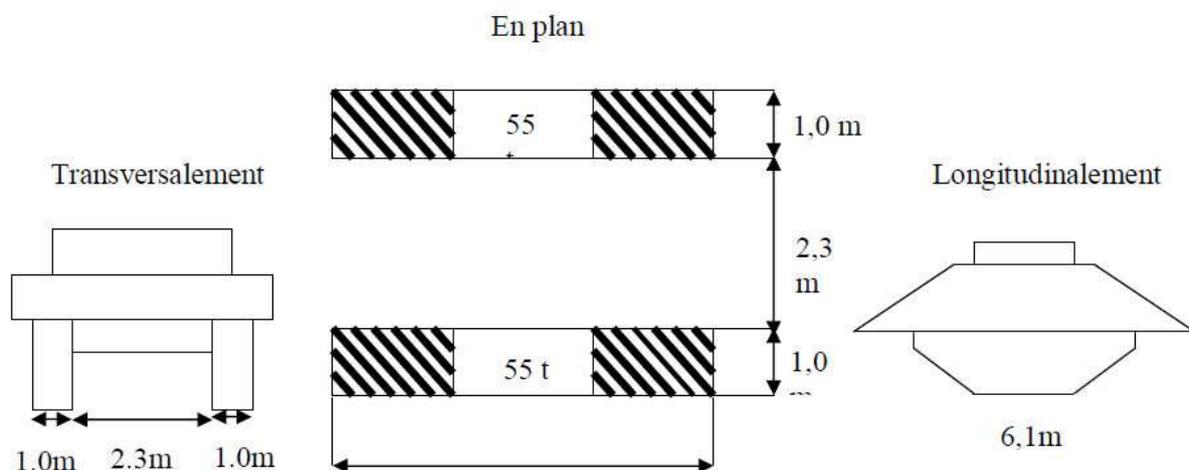


Figure 3.11 Dimensions de surcharge Mc120

- **Mc120 Pour une voie chargée:**

L=30 m, G=506t, S =110t

$\delta = 1,22$

5.2.4 Charge exceptionnelle (D240) :

Il Comporte une remorque de trois éléments de 4 lignes à 2 essieux de 240t de poids total, ce poids est supposé réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 3,2m de large et 18,6m de long, le poids par mètre linéaire égale à 12,9 t/ml Ce type de convoi est à prendre seul (exclusif de tout autre charge). Cette surcharge n'est pas majorée par un coefficient dynamique.

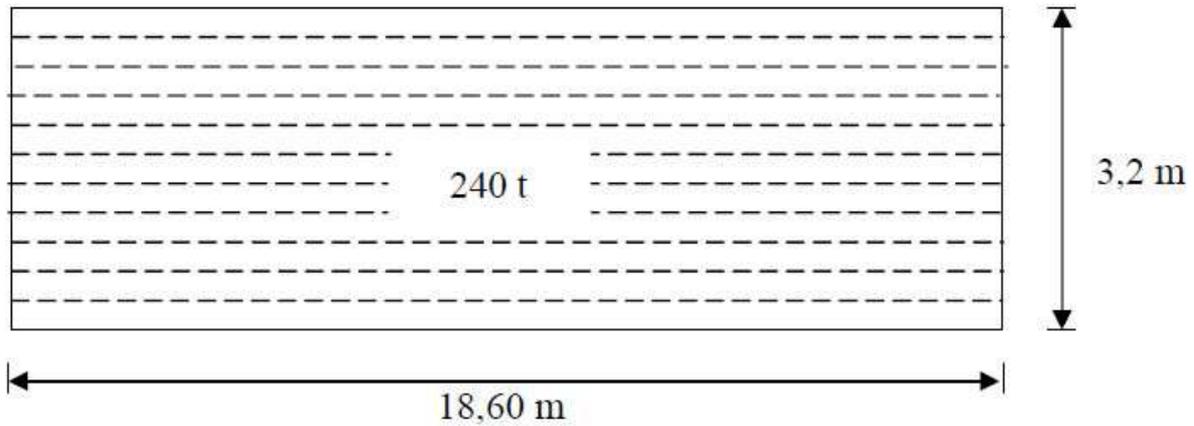


Figure 3.12 Dimensions de surcharge D240

5.2.5 efflore de freinage :

La force de freinage est représenté par une force horizontale, supposée appliquée au niveau de la chaussée.

✚ Effore de freinage correspondant a la surcharge A(L) :

Il est donné par la formule $H_{fa(l)} = (1/20) * s * A(l)$

S : surface chargée en m²

$H_{fa(l)} = (1/20) * (2 * 7.5) * 52.78 = 39.58 \text{ kN.m}$

✚ efflore de freinage correspondant a la surcharge Bc :

On considère que parmi le camion Bc placer sur l’ouvrage un seul camion freiné L’effet de freinage d’un camion Bc=poids c.à.d. $H_{fbc} = 30t$. l’étude des charge est surcharges est très important dans toute construction afin de connaitre par la suit les ferrailages adopté pour résisté aux sollicitations.

5.2.6 Pondération de charges :

Tab 3.17 Pondération de charges

| Actions | ELU | ELS |
|------------------------|------|-----|
| Poids propre (G) | 1,35 | 1 |
| Surcharge A (L) | 1,6 | 1,2 |
| Système B _c | 1,6 | 1,2 |
| M _{C120} | 1,35 | 1 |
| D ₂₄₀ | 1,35 | 1 |

5.2.7 Les combinaisons :

Tab 3.18 combinaisons des charges

| Action prépondérante | Combinaisons | Numéro de la combinaison |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| AL'E.L.U | $1,35G + 1,6(A(l)+ST)$ | 1 |
| | $1,35G + 1,6(B_C + ST)$ | 2 |
| | $1,35G + 1,35M_{C120}$ | 3 |
| | $1,35G + 1,35D_{240}$ | 4 |
| AL'E.L.S | $G + 1,2(A(l)+ST)$ | 5 |
| | $G + 1,2(B_C + ST)$ | 6 |
| | $G + 1,2M_{C120}$ | 7 |
| | $G + D_{240}$ | 8 |

5.3 L'outils de dimensionnement des éléments :

SAP 2000 est un logiciel de calcul des structures d'ingénieur, particulièrement adapté aux ouvrages de génie civil. C'est un logiciel qui permet le calcul des efforts interne dans une structure, et qui utilise le principe des éléments finis. Il offre de nombreuses possibilités d'analyse des efforts statiques et dynamiques avec des compléments de vérification des structures en béton armé, charpente métallique. Le post processeur graphique disponible facilité considérablement l'interprétation et l'exploitation des résultats et la mise en forme des notes de calcul et des rapports explicatifs. Le logiciel permet d'effectuer les étapes de modélisation (définition de la géométrie, conditions aux limites, chargement de la structure, etc.) de façon totalement graphique, numérique ou combinée, en utilisant les innombrables outils disponibles.

6.conclusion :

Dans ce chapitre on a défini les caractéristiques des matériaux utilisées dans notre ouvrage (acier, béton armé), le choix de ces dernier dépend des critères techniques, économiques mais ainsi architectural pour bien remplir dans le rôle ,on suit en a passé a l'étude des charge et surcharge qui est très importantes dans le cycle de vie de notre ouvrage .la troisième étape c'est la conception de notre ouvrage et a partir de la on a établi le profil en long et les profils en travers .et dans la dernière étape on est passé au dimensionnement des section transversales et des éléments préfabriqués.

Chaque tache a une importance majeur dans la durée de vie de l'ouvrage ainsi que la sécurité des usagés.

Chapitre 04

« Management de risque projet »

1. Introduction :

Le management des risques du projet comprend les processus de conduite de la planification du management des risques, leur identification, leur analyse, la planification des réponses aux risques, ainsi que leur surveillance et maîtrise dans le cadre du projet. Les objectifs du management des risques du projet sont d'accroître la probabilité et l'impact des événements positifs, et de réduire la probabilité et l'impact des événements négatifs dans le cadre du projet.

Les contraintes de plus en plus fortes sur les coûts et les délais des projets obligent les entreprises et les managers de projet à prendre des risques techniques, mais aussi administratifs, économiques et humains dès leur lancement.

Afin de minimiser les risques dans un projet, le manager de projet doit mettre en place une démarche rigoureuse et exhaustive, depuis le cadrage du projet jusqu'à sa conclusion. Il doit organiser avec ses équipiers l'identification, le calibrage et le suivi des risques, en collaborant également avec l'ensemble de ses partenaires, pour couvrir ainsi tous les champs potentiellement impactés.

Le manager de projet se doit donc de développer toutes les compétences du management par les risques : faire face aux menaces, saisir les opportunités et accepter l'incertitude, de prendre la pleine mesure de leur posture de leader du projet : conduire leur équipe, obtenir de chacun des acteurs les contributions les plus performantes.

La mise en place du management de risque permet d'élever le niveau de maîtrise du projet. L'analyse qualitative des risques apporte une première vision fondée sur l'expérience et l'intuition des acteurs.

L'analyse quantitative permet de franchir une étape de plus en modélisant les scénarios de risques pour obtenir une vision plus précise de l'exposition aux risques du projet. Les plans de réponses aux risques peuvent alors être déterminés de manière plus pertinente.

2. L'opportunité de management des risques des projets :

Dans les entreprises, le développement du contrôle interne et du management des risques est aussi un élément favorable. La société est de plus en plus sensible à la notion de risques et à la nécessité de les maîtriser. Dans toutes les phases d'un projet, il existe une opportunité pour la mise en place d'une démarche de gestion des risques, permettant d'améliorer le pilotage du projet, notamment en créant des situations nouvelles d'optimisation.

Au-delà d'un contexte favorable, des actions volontaires et volontaristes doivent être engagées pour progresser dans le domaine de la gestion des risques. Quelques leviers peuvent favoriser la démarche, autour des aspects suivants :

- La possibilité d'une étude de risques mérite d'être encouragée dès les premières phases de définition du projet. Cette démarche, déjà initiée par des maîtres d'ouvrage dans le cas de projets complexes, est donc proposée.

- Le management des risques doit pouvoir s'appuyer sur une offre de formation initiale et continue conséquente, à destination des maîtres d'ouvrage et des autres acteurs.
- Il faut développer une culture commune à tous les acteurs du projet. Il est décisif de définir précisément les notions, le vocabulaire, le périmètre, les méthodes et les métriques de l'analyse. Cet aspect ne doit pas être oublié ou négligé et constitue une étape indispensable de la démarche méthodologique.
- Le management des risques est un processus dynamique qui se décline tout au long des phases du projet. Les démarches et outils proposés doivent être adaptés au contexte, aux enjeux, à la phase en cours et à l'évolution prévisible du projet, et peuvent être déployés progressivement.
- Une organisation de projet prenant en compte le management des risques définit une stratégie et alloue des ressources et moyens pour le pilotage des risques de projet. L'animation de cette stratégie « risques » requiert une compétence permettant d'aller au-delà des biais traditionnels dans l'identification et le pilotage des risques (erreurs de jugement, excès de confiance, mauvaise appréciation des conséquences...).

2.1 Le concept de risque d'un projet:

Le concept de «risque d'un projet» ne date pas d'aujourd'hui. «Le thème du risque dans les projets est à la fois très ancien, parce que les techniques mises au point visaient à établir une programmation cohérente du projet et à en maîtriser les dérives en cours d'exécution, et relativement neuf parce que, jusqu'ici, on s'est attaché davantage à la gestion d'actions de prévention ou de correction, qu'à la définition et à la cohérence/complémentarité de telles actions». C'est une notion complexe car elle recouvre de multiples dimensions et parce que sa perception même est largement influencée par des facteurs individuels, organisationnels et situationnels.

2.2 Caractérisation des risques d'un projet :

Après avoir défini le concept de «risque d'un projet», il convient maintenant de présenter quelques éléments qui semblent caractériser les risques associés à un projet. Parmi les diverses caractéristiques utilisables nous pouvons citer :

- Leur *nature*, les risques pouvant être techniques (liés à la complexité du produit, au transfert de solutions techniques, au choix d'une nouvelle technologie...), financiers (liés aux montages financiers, à la solvabilité des fournisseurs...), humains (liés à un conflit social, à la disponibilité des intervenants...), organisationnels (liés au processus décisionnel, aux rapports hiérarchiques...), managériaux (incohérence du cahier des charges, indisponibilité des ressources...), juridiques (liés à des problèmes contractuels...), réglementaires (liés à des normes, à des contraintes administratives...), commerciaux (liés aux attentes du marché, à la concurrence...).
- Leur *origine*, les risques pouvant provenir du pays-débouché (instabilité politique, endettement, fixation de quotas...), du client (insolvabilité du client, interruption du

contrat...), du produit (technologie risquée, complexité d'assemblage...), des fournisseurs ou des sous-traitants (défaillance, insolvabilité...), des pouvoirs publics ou des instances juridiques et réglementaires (intervention administrative, application d'une nouvelle norme venant modifier les spécifications initiales du projet...), de l'entreprise (conflit social, difficultés managériales...). Cette distinction est importante, car elle conditionne très largement les techniques de prise en compte et de traitement à utiliser.

- Leurs *conséquences* ou *l'effet produit*, les risques pouvant conduire à l'insatisfaction des bénéficiaires, à la démotivation des intervenants, à la destruction de biens, à l'atteinte de l'image de l'entreprise, à la dégradation ou à la remise en cause des principaux objectifs du projet, ou dans le cas extrême, à l'interruption ou l'abandon pur et simple du projet. Cependant, il convient de bien distinguer les risques pouvant conduire à une dégradation des principaux objectifs du projet et ceux remettant en cause son existence même. Si ces derniers ont, le plus souvent, des conséquences plus importantes pour l'entreprise, ils sont également plus difficiles à prévoir et à maîtriser.
- Leur *déteçtabilité* traduisant la capacité pour les personnes qui réalisent le projet de prévoir leur apparition au cours des phases successives, de déceler et de réagir aux signes annonciateurs avant qu'ils ne se manifestent et n'affectent le projet. Ceci nous permet alors de distinguer, les «risques déteçtables» (ceux qui surviennent rarement sans signes précurseurs ou qui sont déjà survenus lors de projets précédents et contre lesquels il est parfois possible de se prémunir) et les «risques indéteçtables» (ceux qui peuvent se produire à tout moment, sans aucun signe avant-coureur, et perturber le bon déroulement du projet, obligeant parfois à réviser les hypothèses de travail et même à reprendre des tâches considérées comme déjà réalisées). Cette distinction est importante, car elle conditionne l'attitude à tenir par les personnes qui en assument la responsabilité et le type d'action à entreprendre pour mieux les maîtriser. Dans le premier cas, ils se doivent d'avoir une attitude anticipative et dynamique. Cette attitude se traduit alors par la mise en œuvre d'actions de prévention ayant pour objet d'éviter que les risques se produisent, et par la mise en œuvre d'actions de protection qui ont pour objectif de limiter leurs effets dommageables en cas de survenance: Dans le deuxième cas, ils ne pourront avoir qu'une attitude statique et attentiste se traduisant essentiellement par des actions de surveillance et d'audit, et par le recours aux techniques de simulation. Plus le risque est non déteçtable, plus il leur faudra alors résoudre «à chaud» des problèmes qui n'auront pu être anticipés et qu'il faudra traiter de façon urgente et rapide. Cela soulève donc le problème de l'existence ou non de procédures et d'outils de déteçtion relativement efficaces permettant de mettre en évidence les éventuelles dérives de coûts ou dérapages de temps (comme les outils de contrôle de gestion et de comptabilité et les outils de planification). En effet, la prise en compte des risques d'un projet passe obligatoirement par la création de procédures et l'utilisation d'outils de déteçtion. Cependant, il convient de noter que si, dans certains cas, la probabilité de déteçtion est quasiment nulle, c'est peut-être parce qu'il existe un système de surveillance performant. D'autre part, l'utilisation de procédures ou d'outils de déteçtion ayant un coût, il n'est pas toujours souhaitable de vouloir déteçter les risques. Il y a un arbitrage à faire entre le coût de la surveillance et le coût de la défaillance.

- Leur *contrôlabilité*. Ceci nous permet alors de différencier les «risques choisis» (ceux résultant du choix raisonné et délibéré des personnes qui en assument la responsabilité et qui de ce fait sont relativement contrôlables) et les «risques subis» (ceux qui sont indépendants de leur volonté et qui sont plus difficilement contrôlables). Cette distinction est importante également, car elle conditionne le choix des moyens de contrôle à mettre en œuvre pour les minimiser. Dans le premier cas, elle permet de distinguer le contrôle par la conservation totale ou partielle du risque et le contrôle par transfert ou partage des responsabilités ou des coûts du dommage. Soit l'entreprise décide de conserver certains risques à sa charge (en prenant toutefois les mesures nécessaires pour les maîtriser), soit elle décide de les partager contractuellement avec d'autres acteurs économiques, soit elle décide de les couvrir financièrement. Dans le deuxième cas, elle peut se traduire par l'utilisation de moyens de protection comme le recours aux techniques de l'assurance ou la rédaction d'un contrat dégageant contractuellement l'entreprise de certaines garanties.
- Leur *gravité* traduisant l'importance de l'impact qu'ils peuvent avoir sur le respect des objectifs du projet s'ils se concrétisent. Ce critère permet généralement de distinguer les «risques négligeables» (ne causant quasiment aucun dommage ou n'exerçant qu'une légère influence sur la tenue des objectifs du projet) et les «risques catastrophiques» (entraînant une dégradation importante des objectifs ou remettant en cause les objectifs à atteindre). Cela nécessite, d'une part, de bien définir les différents niveaux de cotation possibles et de fixer éventuellement les seuils associés (par exemple, un risque sera dit «catastrophique» s'il entraîne une augmentation de + de 10 % du coût total du projet). D'autre part, cela exige de chiffrer les conséquences sur les objectifs du projet (conséquences exprimées en termes monétaires pour l'objectif de coût et en temps pour l'objectif de délai). Or, c'est là que réside la principale difficulté. En effet, il n'est pas toujours facile, voire possible, d'apprécier objectivement les éventuelles conséquences que peut avoir un risque, et en particulier celles sur les spécifications techniques. C'est pourquoi, il est intéressant de recourir parfois à certaines techniques et méthodes d'estimation (la simulation de Monte-Carlo, le diagramme d'influence, l'analyse probabiliste...). De plus, le niveau de gravité déterminé n'est pas forcément significatif. On peut évaluer la gravité des conséquences sur l'ensemble des objectifs du projet (logique globale) ou séparément (logique individuelle). Dans le premier cas, le résultat obtenu n'est pas assez précis. Dans le second cas, il peut exister des effets de compensation, une valeur forte sur l'un des objectifs pouvant être compensée par des valeurs faibles sur les deux autres.
- Leur *probabilité d'occurrence* correspondant soit à leur «probabilité d'apparition » (c'est-à-dire aux chances raisonnables qu'ils ont de se réaliser lors du déroulement du projet et de se matérialiser en difficultés réelles), soit à leur «fréquence d'apparition» (c'est-à-dire au nombre d'observations de leur survenance lors de projets antérieurs). L'utilisation de l'une ou l'autre de ces deux notions est fortement conditionnée par les données recueillies pour procéder à cette évaluation. Ce critère permet alors de distinguer les «risques improbables» ou «rares» (ayant une probabilité d'apparition quasiment nulle ou ne s'étant pratiquement jamais produits dans le passé) ou les «risques probables» ou «fréquents» (ayant une probabilité d'apparition forte ou se produisant fréquemment sur

les projets). Néanmoins chacun de ces paramètres présente quelques limites. La notion de «fréquence» repose, d'une part, sur la capacité à disposer ou à reconstituer une base historique des risques qui sont survenus par le passé. Or, bien souvent les données statistiques requises n'existent pas ou quand elles existent, elles se révèlent difficilement utilisables. D'autre part, cette notion repose sur le postulat d'une certaine répétitivité, ce qui n'est pas toujours vérifié puisqu'on peut être confronté non seulement à des risques qui se répètent d'un projet à l'autre, mais également à des risques spécifiques au projet étudié et qu'il va falloir néanmoins prendre en compte. Cette notion nous semble dangereuse à retenir car lorsque l'on parle d'occurrence similaire, cela sous-entend que l'on considère que l'organisation n'a pas évolué. L'estimation sur la base historique n'est donc pas réaliste car on suppose que, toute chose étant égale par ailleurs, l'hypothèse d'apparition d'un risque est vérifiée. La notion de «probabilité», quant à elle, est plus subjective. Elle va dépendre de l'appréciation du groupe d'experts qui a été réuni pour tenter de probabiliser la réalisation ou la non réalisation des risques identifiés. Par conséquent, le nombre de personnes participant à l'estimation, leur connaissance de l'entreprise et du projet, l'expérience qu'elles ont pu acquérir sur d'autres projets... sont autant de facteurs qui vont influencer sur la pertinence des valeurs qui seront données. De plus, les risques ne sont pas toujours probabilisables (par exemple, il est difficile de probabiliser certains risques organisationnels et humains) et lorsqu'ils peuvent l'être, le niveau de fixation est souvent très aléatoire.

3. L'enjeu du management des risques dans les projets :

La complexité, l'incertitude et l'extrême concurrence de l'environnement économique, industriel et social, dans lequel les entreprises évoluent aujourd'hui, de même que les difficultés rencontrées dans le management de leurs projets, sont à l'origine de nouveaux défis et de problèmes croissants. Il n'est pas rare de voir des projets aboutir à des échecs graves et coûteux (tant du point de vue technique, que financier ou commercial), à une dégradation ou à une remise en cause de leurs principaux objectifs (coûts, délais et performances techniques), voire à leur abandon pur et simple. C'est pourquoi, le management des risques d'un projet est devenu, ces dernières années, pour beaucoup d'entreprises une préoccupation majeure.

Aussi, devant ce constat, il devient indispensable, voire impératif, pour les différentes personnes chargées de conduire des projets (dirigeants, directeurs de projet, responsables métiers, membres des équipes- projet...), de mieux comprendre les risques potentiels associés à leur projet, de s'interroger sur la manière de les anticiper, de les analyser et de mieux les maîtriser. En effet, il n'est plus possible, ni concevable, aujourd'hui, d'accepter, avec un certain fatalisme, que la non prise en compte des risques dans la gestion d'un projet, puisse compromettre sa réussite, mais également, la pérennité de l'entreprise. Il apparaît aujourd'hui que le succès d'un projet est fortement conditionné par la façon dont ses responsables savent reconnaître les risques potentiels qui le menacent, les étudier et les surmonter.

3.1 Finalités du management des risques dans les projets :

Le management des risques est une démarche qui s'intègre totalement dans le processus global de management des projets et dans la réflexion stratégique des entreprises.

Cette démarche a pour principales finalités de :

- Contribuer à une définition pertinente des objectifs du projet (en termes de coûts, de délais et de spécifications techniques), grâce à l'accroissement et à l'amélioration de la qualité des informations recueillies.
- Accroître les chances de réussite du projet grâce à une meilleure compréhension et identification des risques encourus et une meilleure définition des actions à entreprendre pour s'en prémunir.
- Contribuer à l'amélioration de la communication et faciliter la concertation entre les différents acteurs du projet sur les décisions à prendre et le niveau de priorité des actions à engager.
- Fournir une meilleure connaissance de la situation du projet et de son niveau d'exposition aux risques, et faciliter ainsi la prise de décision et la définition du niveau de priorité des actions à engager.
- Conduire à une meilleure maîtrise du projet en ajustant son pilotage aux évolutions de son environnement et en organisant la réactivité face aux événements susceptibles de se produire et de perturber son déroulement.

4. La démarche de management des risques d'un projet :

La démarche de management des risques d'un projet s'appuie en général sur un processus continu et itératif qui vise successivement, à identifier et analyser les risques encourus, à les évaluer et les hiérarchiser, à envisager les moyens de les maîtriser, à les suivre et les contrôler, et enfin à capitaliser le savoir-faire et l'expérience acquis dans ce domaine.

Le management des risques du projet comprend alors les processus permettant d'identifier, d'analyser et de parer les risques du projet qui implique de maximiser les conséquences des événements positifs et de minimiser celles des événements défavorables. La figure 1 donne un schéma général des principaux processus de management des risques :

Ce processus se décompose donc en cinq grandes étapes :

- **Identification des risques** : pour déterminer quels risques sont susceptibles d'affecter le projet et de documenter les caractéristiques de chacun d'eux.
- **Quantification des risques** : pour évaluer les risques et leurs interactions, et pour déterminer l'importance des conséquences possibles sur les résultats du projet.
- **Élaboration des mesures de mitigation** : pour définir comment profiter au mieux des opportunités et répondre aux menaces.

- **Maîtrise des mesures de mitigation** : pour faire face aux modifications des risques en cours de projet.
- **La capitalisation et la documentation des risques** : Le management des risques d'un projet nécessite enfin de capitaliser le savoir-faire et les expériences acquises et d'établir une documentation rigoureuse sur les risques associés au projet. Cela doit permettre d'enrichir la connaissance des risques potentiels et dommageables, d'accroître la réactivité à chaque niveau d'intervention, de faciliter la prise de décision et d'améliorer l'efficacité des actions de maîtrise.

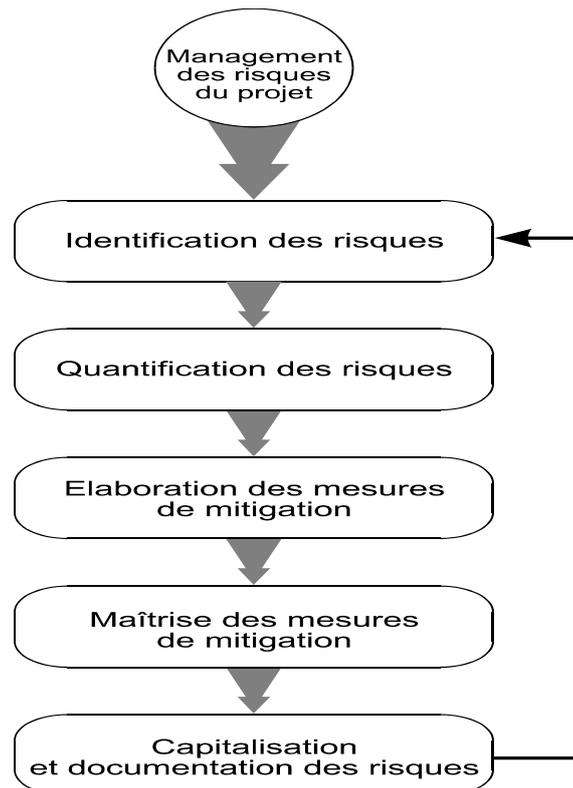


Figure 4.1 Schéma d'ensemble du management du risque

4.1 Identification des risques :

L'identification des risques consiste à déterminer quels risques sont susceptibles d'affecter le projet, et de répertorier leurs caractéristiques. L'identification des risques n'est pas une activité ponctuelle; elle doit être reprise régulièrement tout au long du projet.

Le préalable à toute démarche de gestion des risques consiste à répertorier, de manière la plus exhaustive possible, tous les événements générateurs de risques pour le projet et pouvant conduire à sa remise en cause ou au non-respect de ses objectifs. Pour entreprendre ce recensement plusieurs techniques peuvent alors être utilisées, puis combinées (chacune d'elles ayant ses propres limites): l'analyse de la documentation existante (cahier des charges, contrat, plan de développement, organigramme des tâches...), l'interview d'experts, la réalisation de réunions de brainstorming, l'utilisation d'approches méthodologiques (comme l'AMDEC, l'APR, les arbres de causes...), la consultation de bases

de données de risques rencontrés lors de projets antérieurs ou encore l'utilisation de check-lists ou de questionnaires préétablis et couvrant les différents domaines du projet.

Cette étape est la plus importante, parce qu'elle conditionne l'efficacité de toutes les autres. De plus, bien que devant s'effectuer régulièrement au cours du déroulement du projet, elle doit être réalisée le plus tôt possible car une grande partie des risques est identifiable dès les premières phases du projet. Enfin, elle doit être réalisée par des personnes dont les compétences et les niveaux de responsabilité se complètent pour recouvrir l'ensemble des objectifs assignés et des domaines d'activités concernés.

4.1.1 Données d'entrée pour l'identification des risques :

Description du produit :

La nature du produit résultant du projet a un impact majeur sur les risques identifiés. Les produits qui impliquent des technologies éprouvées présenteront, toutes choses égales par ailleurs, moins de risques que ceux qui nécessitent des innovations ou des inventions. Les risques associés à la réalisation du projet sont souvent caractérisés par leur impact sur le coût ou le délai.

Données de sortie d'autres processus :

Les données de sortie des processus relevant d'autres disciplines doivent être examinées pour y rechercher les risques possibles, par exemple :

- **La structure de découpage du projet** : des démarches non classiques pour détailler les livrables élémentaires peuvent présenter des opportunités qui n'étaient pas évidentes sur les livrables de premier niveau définis dans l'énoncé du contenu.
- **Les estimations de coût et de durée** : les estimations volontaristes et celles effectuées avec des données succinctes entraînent davantage de risques.
- **La planification des effectifs** : des personnes choisies pour faire partie de l'équipe peuvent avoir des compétences spécifiques difficiles à remplacer, ou d'autres obligations, qui obèrent leur disponibilité.
- **Le programme d'approvisionnement** : des conditions économiques, telles qu'un marché local déprimé peuvent donner une possibilité de réduire le coût d'un contrat.

Historiques

Toute information d'archive concernant ce qui s'est effectivement passé sur des projets précédents peut être précieuse pour identifier les risques potentiels. L'information historique provient le plus souvent des sources suivantes :

- Dossiers d'affaire une (ou plusieurs) organisation(s) impliquée(s) dans le projet conserve les archives des résultats de projets précédents, suffisamment détaillées pour aider à l'identification des risques. Dans certains cas, ce sont des membres de l'équipe qui peuvent détenir personnellement ce type d'archives.
- Renseignements publics - on peut acheter des renseignements historiques dans beaucoup de domaines d'application.
- Expérience de l'équipe de projet - les membres de l'équipe peuvent se souvenir d'événements ou d'hypothèses appliquées à des cas précédents. Bien que de tels

souvenirs puissent être utiles, ils sont en général moins fiables que des résultats documentés.

4.1.2 Données de sortie du processus d'identification des risques :

Sources de risques

Ce sont des catégories événements (par exemple, actions des parties prenantes, estimations peu fiables, rotation d'effectif) qui peuvent affecter le projet en bien ou en mal. La liste des sources doit être exhaustive, c'est-à-dire qu'elle doit comprendre toutes les sources identifiées, quelle que soit leur fréquence, leur probabilité d'occurrence, ou l'importance du profit ou de la perte. Les sources les plus fréquentes de risque sont :

- les modifications de spécifications.
- les erreurs, omissions ou confusions dans les études.
- des rôles et responsabilités mal définis ou mal compris.
- les erreurs d'estimation.
- l'inexpérience de l'équipe de projet.

La description des sources de risques doit normalement inclure l'estimation de :

- a) la probabilité de l'événement qui est cause de risque.
- b) l'ampleur des conséquences possibles.
- c) la période où cela peut se produire.
- d) la fréquence attendue des risques qui en découlent.

Les probabilités, tout comme les résultats, peuvent être représentées par des fonctions continues ou discrètes, les estimations de probabilités et de résultats faites durant les phases liminaires du projet, peuvent avoir une dispersion plus grande que celles faites ultérieurement.

Aléas potentiels

Les aléas potentiels sont ceux dont la réalisation ponctuelle, comme une catastrophe naturelle ou le départ d'un spécialiste unique, peut affecter le projet. Les aléas potentiels doivent être identifiés en plus des sources de risques, si la probabilité d'occurrence ou la gravité de la perte est relativement grande (la notion de relativement grande dépend du projet). Bien que les aléas potentiels soient rarement spécifiques d'un domaine d'application, on peut utiliser une liste appropriée de ces risques.

Symptômes de risques

Les symptômes de risques, parfois appelés déclencheurs, sont des manifestations indirectes d'événements concrets. Par exemple, une baisse du moral de l'équipe peut être le signal d'alarme d'un retard imminent ou bien un dépassement du coût sur les premières activités peut révéler une estimation incorrecte de l'ensemble.

4.2 Quantification des risques :

La quantification des risques consiste à évaluer les risques et leurs interactions, pour déterminer l'étendue de leurs conséquences possibles. Elle est en premier lieu chargée de

déterminer de quels risques il faut se garantir. Elle est rendue complexe par un grand nombre de facteurs, comprenant entre autres :

- l'interaction possible des opportunités et des menaces, d'une façon inattendue (par exemple, un retard peut obliger à réfléchir sur une nouvelle stratégie, qui réduira la durée totale du projet).
- les multiples répercussions d'un seul événement indésirable, comme lorsque la livraison tardive d'un composant essentiel amène à des dépassements de coût, des retards, le paiement de pénalités et un résultat dégradé.
- les opportunités d'une des parties prenantes (réduction du coût) qui peuvent constituer une menace pour une autre partie prenante (réduction du profit).

4.2.1 Données d'entrée pour la quantification des risques :

Tolérance au risque des parties prenantes

Des organisations et des personnes différentes peuvent avoir une tolérance différente envers le risque. Par exemple :

- une entreprise qui fait de grands bénéfices peut être disposée à dépenser 1.000.000,00 DA pour préparer une proposition, alors qu'une autre qui est à la limite d'équilibre ne le pourra pas.
- une entreprise peut considérer qu'une estimation avec un risque de dépassement de 15 % est un grand risque, alors qu'une autre trouvera ce risque faible.

La tolérance des parties prenantes forme écran aussi bien pour les données d'entrée que pour les données de sortie de la quantification des risques.

Sources de risques

Aléas potentiels

Estimation des coûts

Estimation des durées des activités

4.2.2 Données de sortie du processus de quantification des risques :

Opportunités à rechercher

menaces à parer

La donnée de sortie principale de ce processus est une liste d'opportunités qu'il convient de saisir, et de menaces qui demandent une réponse.

Le processus de quantification doit également documenter:

- les sources de risques et les événements que la direction de projet a consciemment décidé d'accepter ou d'ignorer.
- les personnes qui ont pris cette décision.

4.3 L'évaluation et la hiérarchisation des risques :

La gestion des risques d'un projet ne doit pas se limiter uniquement à une simple analyse qualitative, c'est-à-dire à un recensement plus ou moins exhaustif des risques potentiels et

pertinents pour le projet et à une analyse plus ou moins approfondie de leurs caractéristiques. Elle doit s'appuyer également sur une analyse quantitative pour mieux appréhender et estimer leurs impacts sur les coûts, les délais et/ou les spécifications techniques du projet.

L'objectif de cette quantification est alors double. Il s'agit, tout d'abord, de bien distinguer parmi les risques préalablement identifiés, ceux qui n'en sont pas ou qui sont non fondés, et qu'il convient par conséquent de rejeter de l'analyse, et ceux qui sont réels et susceptibles d'affecter le déroulement du projet, qui demandent alors une attention constante et qui doivent faire l'objet d'un traitement et d'un suivi particuliers.

Toutefois, il est important de souligner qu'il est difficile d'évaluer précisément et par anticipation les risques encourus par un projet. C'est pourquoi, il ne s'agit pas ici de rechercher à tout prix l'exactitude, mais plutôt d'obtenir un ordre de grandeur. En effet, on peut constater que quelles que soient la minutie, la rigueur et la précision avec lesquelles les risques auront été évalués, les valeurs prévues seront souvent différentes de celles réellement constatées. Les estimations obtenues sont dans la plupart des cas, purement subjectives et dépendent essentiellement de l'attitude des principaux intervenants face au risque.

Cette seconde étape est donc à la fois délicate et fondamentale. Elle consiste à évaluer, dans la mesure du possible, la probabilité d'apparition de chaque risque recensé et à estimer la gravité de leurs conséquences directes et indirectes sur les objectifs du projet, puis à les hiérarchiser. La finalité de cette quantification est de pouvoir ainsi se focaliser sur les risques prépondérants, de préparer les mesures les plus efficaces possibles et de définir les actions à mener en priorité pour les maîtriser.

4.3.1 L'évaluation des risques d'un projet :

L'évaluation des risques d'un projet consiste à chiffrer leur criticité respective (appelée aussi « niveau de risque » ou « indicateur de risque prioritaire ») et à estimer prévisionnellement leurs conséquences sur les objectifs initiaux du projet. Elle soulève donc trois questions essentielles :

- « Quels sont les critères pertinents qui permettent d'évaluer les risques d'un projet? ».
- « Comment évaluer les risques d'un projet? ».
- « Quelles sont les méthodes d'évaluation utilisables? ».

Les critères d'évaluation

L'estimation de la criticité des risques associés au projet est obtenue généralement à partir de trois paramètres : leur probabilité d'occurrence, la gravité de leurs conséquences et leur détectabilité. Mais, dans la pratique, elle résulte le plus souvent de la combinaison des deux premiers. Cela est d'autant plus délicat que, comme nous l'avons déjà mentionné, les risques ne sont pas toujours probabilisables et que la réalisation d'un ensemble d'événements, isolément sans gravité, peut parfois s'avérer catastrophique pour le projet.

✚ Les modalités d'évaluation

Par conséquent, évaluer les risques d'un projet revient généralement à mesurer, sur une échelle de grandeur exprimant divers niveaux, la gravité de leurs conséquences et leur probabilité d'occurrence.

La gravité d'un risque étant fonction de l'importance des répercussions qu'il peut avoir sur les objectifs du projet, cette évaluation s'effectue dans la pratique de différentes manières :

- En attribuant, de manière intuitive ou, par référence aux expériences passées, une note pour chacun des objectifs du projet. Ces notes, attribuées à partir d'un barème déterminé (par exemple, selon une échelle de 1 à 4, où le chiffre 4 représente une gravité majeure et le chiffre 1 une gravité négligeable), traduisent la gravité des conséquences du risque identifié sur chaque objectif. Puis, en obtenant par sommation une note globale qui va permettre ensuite de lire, sur une grille d'évaluation spécifique (3 à 4 : négligeable; 5 à 7 : mineure; 8 à 12 : majeure), le niveau global de gravité du risque sur le projet. Dans certains cas, le calcul de la gravité globale d'un risque repose non seulement sur l'attribution d'une note mais également, sur l'affectation d'un coefficient de pondération spécifique à chaque objectif et variable selon la nature du projet étudié.
- En donnant, intuitivement ou à l'aide de méthodes analytiques ou simulateurs, une estimation chiffrée des conséquences possibles du risque sur chacun des objectifs du projet. Ces estimations vont permettre ensuite d'évaluer qualitativement, à partir de grilles d'évaluation spécifiques (dont un exemple est donné dans le tableau 1), le niveau de gravité des conséquences sur chaque objectif et de déterminer la gravité globale du risque en retenant le niveau le plus élevé.

Tab 4.1 Exemple de grilles d'évaluation des conséquences d'un risque

| Risque | Probabilité | Gravité | Caractéristique du risque |
|--------|-------------|---------|---------------------------|
| R1 | 4 | 4 | Risque catastrophique |
| R2 | 1 | 2 | Risque mineur |
| R3 | 3 | 3 | Risque majeur |

Plusieurs remarques peuvent toutefois être faites sur les manières d'évaluer la gravité des risques d'un projet:

- Le nombre de niveaux de gravité est souvent explicite parce que réduit. En effet, on peut constater que plus le nombre de niveaux est *élevé*, plus il y a des difficultés de compréhension (la différence entre une gravité importante, très importante, majeure ou critique n'étant pas facile à faire). Néanmoins, la plage de valeurs ne doit pas être trop réduite afin de ne pas restreindre la nature du risque.
Quant à l'évaluation de l'occurrence d'un risque, elle s'effectue également de différentes manières :
- En attribuant, à partir d'une grille de notation prédéfinie, une note qui permet d'évaluer qualitativement la probabilité ou la fréquence d'apparition du risque étudié (par

exemple selon les qualificatifs croissants : très faible ou pratiquement inexistant, faible ou possible, forte ou certaine, très forte ou fréquente).

- En cherchant tout d'abord à estimer quantitativement la probabilité ou la fréquence d'apparition du risque, puis en évaluant qualitativement son importance en fonction d'une grille d'évaluation (dont un exemple est donné dans le tableau 2).

Tab 4.2 Exemple de grille d'évaluation de probabilité d'apparition d'un risque

| Occurrence | Probabilité d'apparition |
|------------|--------------------------|
| 0% | Très faible |
| < 0,5% | Faible |
| 0,5 à 10% | Forte |
| > 10% | Très forte |

4.3.1.1 Les méthodes d'évaluation :

Dans la pratique, il existe plusieurs manières d'évaluer les risques susceptibles de remettre en cause les objectifs initiaux d'un projet, à savoir :

✚ En utilisant les données historiques qui ont pu être rassemblées sur les projets antérieurs. Les risques sont alors évalués en accédant à des bases de données ou issues d'autres secteurs d'activités ou d'autres entreprises appartenant au même domaine, en recourant aux chiffreages qui ont pu être faits par le passé au sein de l'entreprise... Cette démarche constitue souvent la méthode préférée des analystes car elle rend compte des expériences vécues, elle permet d'ajuster les estimations par rapport à l'importance, à la complexité et à la spécificité du projet, et elle facilite le calibrage des techniques et des outils d'estimation à utiliser. Elle peut être utilisée pour l'évaluation de la gravité, de l'occurrence et/ou de la non détection de certains risques qui reviennent de façon systématique sur tous les projets, pour constituer une première base d'estimation sur laquelle il est possible de s'appuyer ou pour corroborer les résultats obtenus grâce à d'autres approches.

✚ Les limites de la démarche d'évaluation

L'évaluation des risques d'un projet constitue certainement une aide précieuse pour les responsables de projet, mais elle présente également certaines limites qu'il convient d'indiquer :

- Elle suppose que toutes causes potentielles et toutes les conséquences possibles ont bien été identifiées et quelles sont quantifiables. Or, cela n'est pas toujours possible. D'une part, certaines causes ou conséquences peuvent être oubliées dans l'analyse. D'autre part, certains risques sont, par nature, difficilement évaluables (en particulier les risques humains et organisationnels) ou leur évaluation n'a pas forcément une grande signification.
- Le choix des valeurs à affecter à chacun des critères d'évaluation retenus obéit à une certaine subjectivité de la part des analystes. Elle dépend de leur tendance à être optimistes ou pessimistes. C'est pourquoi, il est préférable en général de réunir sous

forme de groupe de travail, les principaux acteurs impliqués sur le projet pour compenser les oublis ou les erreurs individuels et apporter des expériences différentes, voire complémentaires.

- Elle repose parfois sur l'hypothèse selon laquelle le projet analysé est comparable aux projets qui ont pu être menés précédemment et que les risques identifiés sont relativement stables et quasiment identiques d'un projet à l'autre. La crédibilité à accorder à l'évaluation repose essentiellement sur la précision, la cohérence et la fiabilité des informations de base qui ont pu être accumulées au fil des années.
- Les natures de risques étant variées, cela nécessite d'utiliser plusieurs modèles de quantification pour permettre une valorisation sur des échelles comparables.
- L'analyse des données historiques n'est pas toujours la meilleure manière de prévoir ce qui va se produire. L'analogie avec des projets passés, présentant des risques similaires, peut donner parfois des résultats inacceptables car les projets analysés et comparés n'ont pas été sélectionnés soigneusement et parce que l'analyse n'a pas été forcément menée avec objectivité.
- Le principal inconvénient des techniques de simulation classiquement utilisées est que les variables étudiées doivent être indépendantes pour que la méthode donne des résultats corrects, ce qui n'est pas le cas la plupart du temps.
- Très peu de personnes savent utiliser correctement les méthodes de simulation ou d'analyse probabiliste et les outils informatiques associés.
- Elle dépend du niveau d'expérience des analystes en matière de risque qui, quelquefois, est faible.

4.3.2 La hiérarchisation des risques d'un projet :

Une fois les risques évalués, il convient ensuite de les hiérarchiser, c'est-à-dire fournir un ordre de grandeur permettant de distinguer les risques acceptables des risques non acceptables pour le projet. Le but de cette hiérarchisation est d'apprécier l'impact de chacun des risques détectés sur le projet et de déterminer globalement le niveau d'exposition aux risques du projet. Il en résulte alors une liste ordonnée et valorisée de risques associés au projet.

Les différents niveaux d'acceptabilité

- Les *risques faibles* (peu graves et peu probables) qu'il convient par conséquent de ne pas prendre en compte.
- Les *risques acceptables* (graves et peu probables ou probables et peu graves) dont l'occurrence ne remet pas en cause fondamentalement les objectifs du projet mais qui doivent néanmoins faire l'objet d'une attention toute particulière au cas où ils viendraient à prendre des proportions alarmantes pour le projet.

- Les *risques inacceptables* (graves et probables) dont l'occurrence peut entraîner une dégradation importante ou une remise en cause des objectifs du projet et qui doivent faire l'objet d'actions préventives ou curatives immédiates afin de minimiser la gravité des conséquences associées.

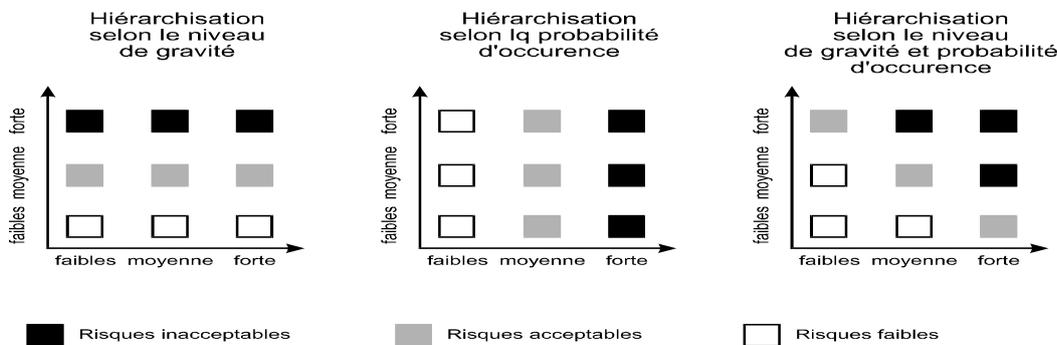


Figure 4.2 Les différents types de hiérarchisation des risques d'un projet

4.4 Élaboration des mesures de mitigation :

Le management des risques d'un projet repose non seulement sur leur identification et sur leur évaluation, mais également sur leur prise en compte. En effet, il ne suffit pas de balayer l'ensemble des risques encourus (ou qui pourraient être encourus), de les estimer et de les hiérarchiser, il faut également les maîtriser, c'est-à-dire définir et mettre en œuvre les dispositions appropriées pour les rendre acceptables dans le cadre du projet. Cela nécessite donc de définir des réponses types et de mettre en œuvre, risque par risque, un certain nombre d'actions visant soit à supprimer ses causes, soit à transférer ou partager sa responsabilité ou le coût du dommage à un tiers, soit à réduire sa criticité (en diminuant sa probabilité d'apparition ou en limitant la gravité de ses conséquences), soit à accepter le risque tout en le surveillant.

L'objectif de cette étape n'est pas de supprimer tous les risques potentiels afférents au projet, ce qui semble être totalement illusoire, puisqu'il existera toujours des événements imprévisibles qui échapperont au contrôle des acteurs-projet et qui contribueront pourtant au succès ou à la faillite du projet. L'objectif est plutôt de savoir comment il est possible de mieux maîtriser les risques majeurs associés au projet pour les ramener à un niveau acceptable et les rendre ainsi plus supportables.

Pour cela, le responsable de projet, mais aussi tous les acteurs qui participent à la réalisation du projet, doivent pouvoir anticiper et prévenir suffisamment tôt les risques encourus, l'action de maîtrise sera d'autant plus efficace qu'elle aura été organisée de manière préventive. Cela présuppose donc que ces risques puissent être identifiés rapidement et que les divers intervenants aient les moyens nécessaires pour les gérer et les maîtriser. Cependant, l'expérience que nous avons pu avoir du terrain nous montre que souvent ce n'est pas le cas. Les acteurs-projet se retrouvent souvent mis devant le fait accompli et doivent traiter les problèmes de façon urgente et rapide. Or, comme nous l'avons déjà souligné en introduction, plus la détection d'un problème est tardive, plus le délai

d'élaboration de solution est long, et moins les degrés de liberté disponibles pour le résoudre efficacement et à moindre coût seront grands.

L'élaboration des mesures de mitigation consiste à définir comment profiter au mieux des opportunités et répondre aux menaces. Les réponses aux menaces relèvent généralement de l'une des trois catégories suivantes :

- Les «éviter» - on élimine habituellement une menace en éliminant la cause. L'équipe de management de projet ne peut jamais éliminer tous les risques, mais certaines causes de risques peuvent souvent être éliminées.
- Les «prendre en compte» - on peut réduire la valeur monétaire attendue d'un risque en réduisant la probabilité d'occurrence de sa cause (par exemple, en utilisant une technologie confirmée pour diminuer la probabilité de produire un ouvrage fonctionnant mal), réduire le coût de l'événement (par exemple, en souscrivant une assurance) ou les deux.
- Les «accepter» - c'est-à-dire accepter les conséquences. L'acceptation peut être active (par exemple, en mettant en place un dispositif curatif pour le cas où l'événement se produirait) ou passif (par exemple, en acceptant une perte de profit si certaines activités dépassent les prévisions).

4.4.1 Données d'entrée à l'élaboration des mesures de mitigation :

✚ **Opportunités à rechercher, menaces à parer**

✚ **Opportunités à abandonner, menaces à accepter**

Ces postes sont des données d'entrée dans le processus d'élaboration des réponses aux risques, parce qu'ils doivent figurer dans le plan de management des risques.

4.4.2 Données de sortie du processus d'élaboration des mesures de mitigation :

✚ **Plan de management des risques**

Ce plan doit expliciter les procédures à utiliser pour gérer les risques tout au long du projet. Outre les documents résultant des processus d'identification et de quantification des risques, il doit préciser qui est responsable de la gestion des divers types de risques, comment les résultats des identifications et quantifications initiales doivent être mis à jour, comment le plan de traitement doit être mis en place, et comment les provisions doivent être affectées.

Le plan de management des risques peut être formalisé ou non, très détaillé ou très général, selon les nécessités du projet. C'est une annexe au plan de projet.

✚ **Données d'entrée aux autres processus**

Les stratégies alternatives choisies ou suggérées, le plan de traitement des risques, les achats anticipés et les autres données de sortie liés aux risques doivent être introduits dans les processus appropriés des autres disciplines.

✚ **Plan de traitement des risques**

Ce plan consiste à prédéfinir les actions à prendre lorsqu'un événement fâcheux survient. Le plan de traitement des risques fait souvent partie du plan de management des risques, mais il peut également être intégré à d'autres éléments du plan de projet (par exemple, faire partie du plan de management du contenu, ou du plan de qualité).

Provisions

On doit prévoir des provisions de projet pour faire face aux risques de coût et de délai. Le terme est souvent utilisé avec un qualificatif (par exemple, provision de direction, provision pour aléas, provision de délai) pour indiquer de quel type de risque on est censé se protéger. Le sens précis du qualificatif peut varier souvent selon le domaine d'application. En outre, l'utilisation de la provision et la définition de ce qui peut y être inclus est également spécifique du domaine.

Accords contractuels

Des accords formalisés peuvent être pris pour des assurances, des services. et d'autres postes, s'il y a lieu, afin d'éviter ou de parer les menaces. Les termes et conditions contractuels peuvent avoir des conséquences significatives sur la diminution du degré de risque.

4.5 Maîtrise des mesures de mitigation

La maîtrise des mesures de mitigation consiste à mettre en œuvre le plan de management des risques pour répondre aux événements qui adviennent en cours de projet. S'il se produit des modifications, on reprend le cycle fondamental : identification, quantification et réponse. Il faut bien voir que même l'analyse la plus complète et la plus soignée ne peut identifier correctement tous les risques et toutes les probabilités; il faut procéder à des vérifications et à des itérations.

4.4.1 Données d'entrée pour la maîtrise des mesures de mitigation :

Plan de management des risques

Aléas présent

Certains événements identifiés comme porteurs de risque vont arriver, d'autre pas. Ceux qui arrivent créent des risques réels ou potentiels, et l'équipe de projet doit les repérer aussitôt et mettre en œuvre les réponses préparées.

Identification des risques nouveaux

Lorsque l'on procède à la mesure des performances et aux rapports d'avancement, des événements fâcheux ou des sources de risques potentiels peuvent apparaître.

4.4.2 Données de sortie du processus de maîtrise des mesures de mitigation :

Action corrective

Elle doit consister essentiellement à appliquer la réponse prévue pour le risque envisagé, c'est-à-dire, appliquer le plan de management des risques ou la décision à chaud.

✚ Mise à jour du plan de management des risques

Lorsqu'un événement envisagé est arrivé ou n'est pas arrivé et que les conséquences réelles du risque ont été évaluées, l'estimation de la probabilité et du coût, et tous les autres aspects du plan de management des risques doivent être mise à jour.

4.6 La capitalisation et la documentation des risques :

Au fur et à mesure que le projet se déroule, le portefeuille des risques potentiels doit être réajusté en fonction des nouvelles informations recueillies. Certains risques pouvant disparaître, d'autres apparaître ou d'autres encore, considérés initialement comme faibles, pouvant devenir rapidement inacceptables pour l'entreprise dès lors qu'ils n'ont pu être maîtrisés, le niveau d'exposition aux risques du projet est amené à changer. C'est pourquoi il est important de procéder périodiquement au suivi et au contrôle des risques encourus.

L'objet de cette quatrième étape est de mettre à jour la liste initiale des risques identifiés (par la quête d'informations complémentaires), d'affiner les données caractéristiques des risques déjà connus (en particulier leur probabilité et leurs conséquences potentielles), de réévaluer leur criticité, de contrôler l'application des actions de maîtrise, d'apprécier l'efficacité des actions engagées, et de surveiller le déclenchement des événements redoutés et leurs conséquences.

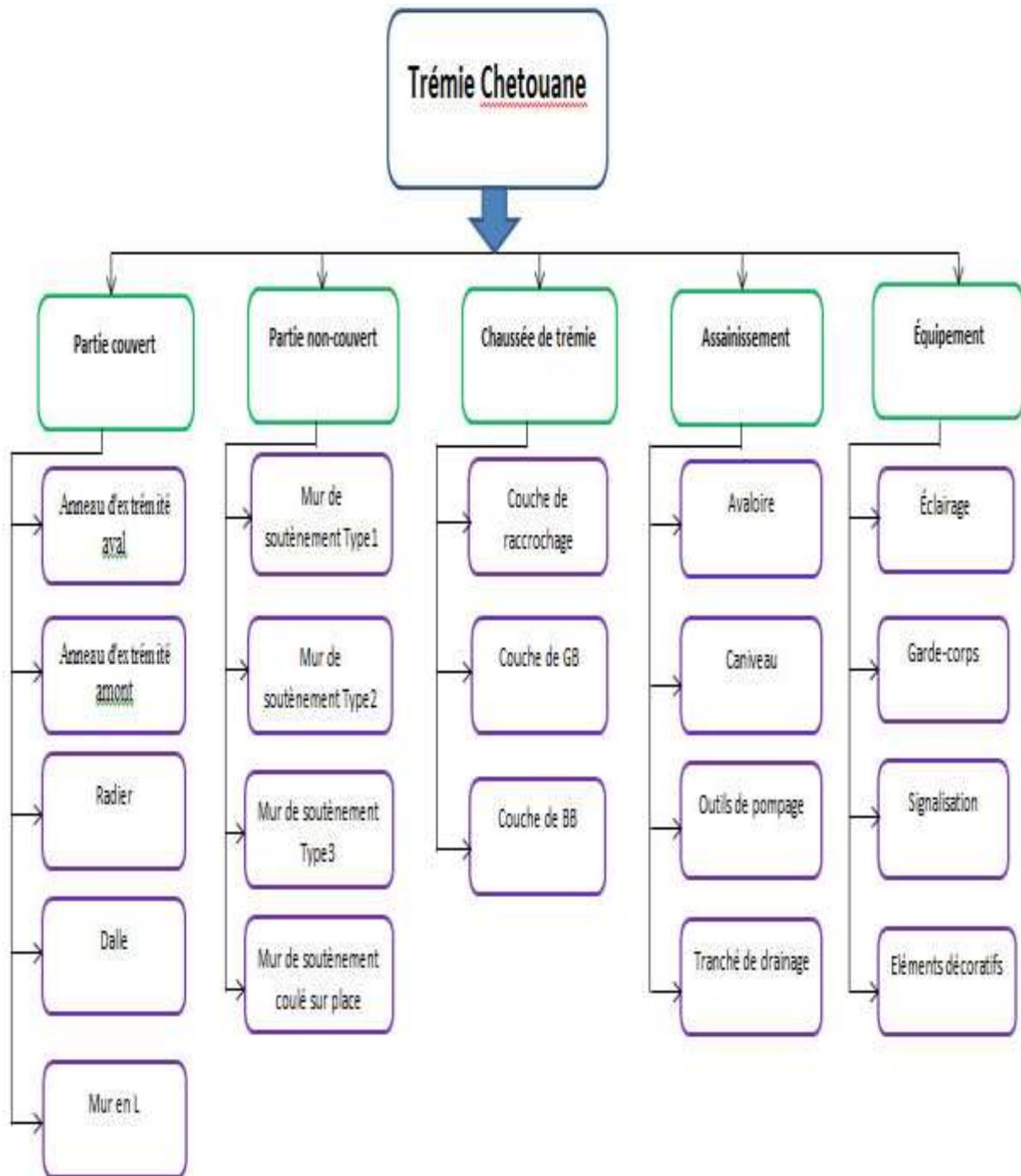
Le management des risques d'un projet nécessite enfin de capitaliser le savoir-faire et les expériences acquises et d'établir une documentation rigoureuse sur les risques associés au projet. Même si nous constatons que la plupart des événements dommageables ne se reproduisent jamais à l'identique, il n'en demeure pas moins que l'accumulation de connaissances et les retours d'expériences doivent permettre d'améliorer la maîtrise des risques des projets présents et futurs. Cela doit permettre d'enrichir la connaissance des risques potentiels et dommageables, d'accroître la réactivité à chaque niveau d'intervention, de faciliter la prise de décision et d'améliorer l'efficacité des actions de maîtrise.

Pour cela, il convient, d'une part, de formaliser un certain nombre de documents spécifiques comme le **Plan de Management des Risques** du projet et le **Dossier de Management des Risques** du projet permettant d'assurer la traçabilité des risques rencontrés, des actions engagées, ainsi que les résultats obtenus. D'autre part, il convient d'organiser et de planifier la collecte et le stockage des informations utiles (les risques potentiels et leurs caractéristiques, les effets des décisions prises, l'efficacité des plans d'actions associés...). Cette capitalisation et cette documentation des risques doivent être effectuées de manière périodique (à l'issue de chacune des étapes de la démarche de management des risques, mais aussi à certaines étapes significatives du projet) afin de donner l'état global des risques encore encourus et d'apprécier l'état d'avancement des actions de maîtrise mises en œuvre.

5. Application de démarche de management de risque sur le cas:

Cela consiste à l'application de la théorie citée ci-dessus sur notre cas (trémie de Chetouane).

5.1 Présentation du projet:



5.2 L'identification et la caractérisation des risques de la trémie Chetouane:

Cette étape vient en 1^{er} lieu de la démarche de management des risques et elle consiste à identifier tous les risques qu'on peut les avoir sur notre trémie.

On a des risques pendant la phase d'étude et d'autre pendant la phase de la réalisation.

5.2.1 Les risques pendant la phase étude :

La phase étude de notre projet se traduit par le dimensionnement technique ; la planification ; le calcul de cout et de délais globale du projet ...etc. Les risques qu'on peut les avoir encours de cette phase sont mentionnés sur le RBS si dessous.

5.2.2 Les risque pendant la phase de la réalisation :

La phase de la réalisation consiste le commencement des travaux physiques de notre trémie basé sur un délai et un cout avec une planification qu'on est obligé de les respecter ; a cela on est entourages par des risques sur plusieurs domaine qui sont :

5.2.2.1 les risque économique :

Un risque économique dans notre projet veut dire un risque qui touche le cout global estimé ; pour plus de détail voir le RBS si dessous.

5.2.2.2 les risque lié à la ressource humaine :

Ces risques viennent de la part des ressources humaines de notre projet qui sont généralement, des cadres techniques, des conducteurs d'engins, des coffreurs, des ferrailleurs, des mains d'œuvres, des conducteurs des travaux...etc. Les détails sont mentionnés sur le RBS si dessous.

5.2.2.3 les risque lié à la ressource matériel :

Le risque lié à la ressource matériel veut dire les risques causé par le matériel de notre projet. Le matériel de notre projet contient des engins comme (les pelles d'excavation, les grues, les bulldozers, les chargeurs, les niveleuses, les compacteurs...etc.).Il y a aussi les camions, les voitures de services, les portes chars....etc. Ces risques sont mentionnés sur le RBS si dessous.

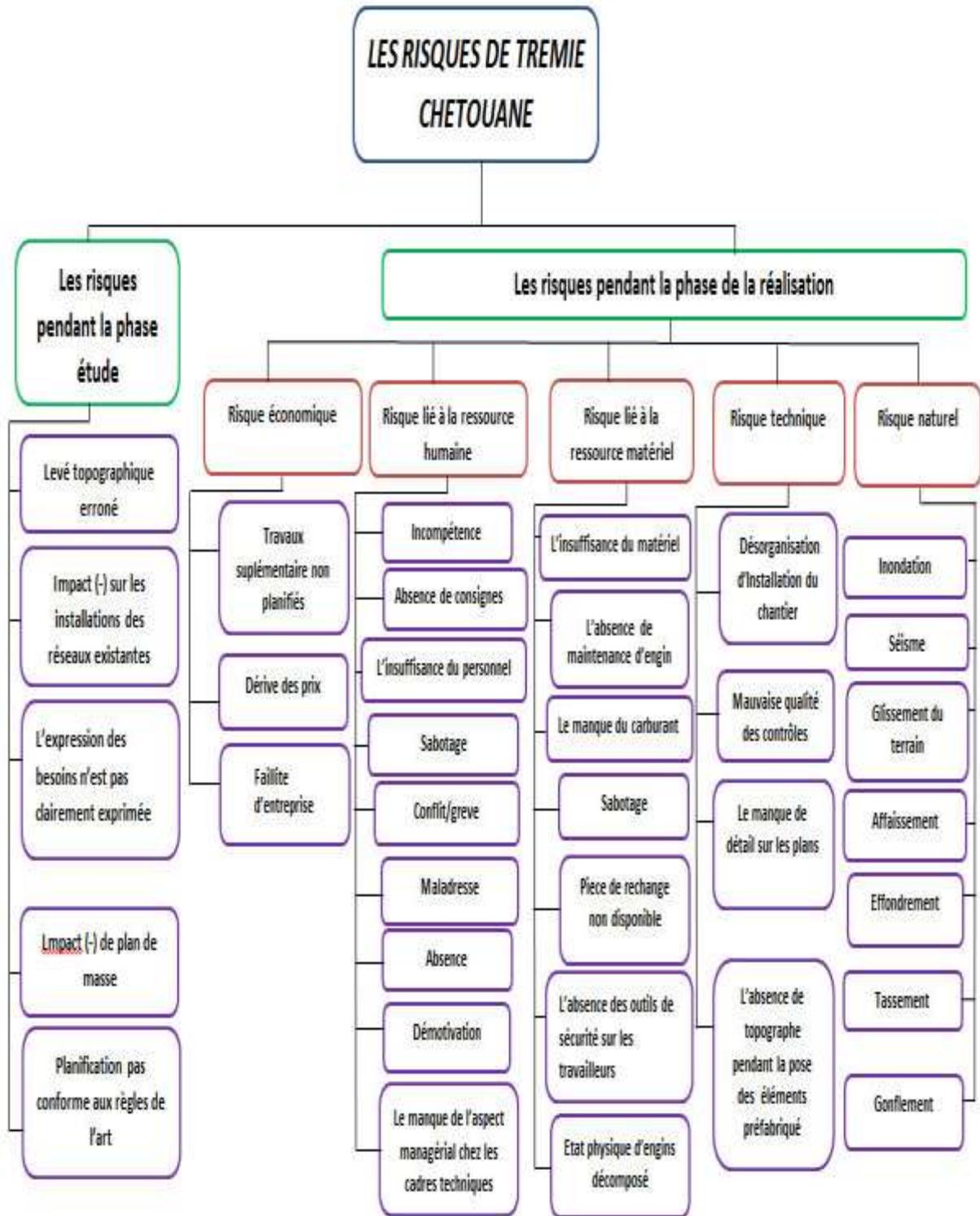
5.2.2.4 les risque technique :

Les risques techniques de notre projet est une partie sensible par ce qu'elle touche au contenu. Voir le RBS si dessous pour plus de détail.

5.2.2.5 les risque naturel :

Pendant la phase de la réalisation les risques naturels peuvent poser des dégâts énormes et la conséquence toujours revient à l'augmentation de cout et délais de projet, à cet effet il faut toujours les bien identifiées. Voir le RBS si dessous pour plus de détail.

5.2.3 RBS des risques de la trémie Chetouane



5.3 L'évaluation et la hiérarchisation des risques de la trémie Chetouane :

La quantification des risques identifiés de notre projet permet de donner à chacun une probabilité et une gravité.

5.3.1 la probabilité :

Cela pour déterminer les différents niveaux de la probabilité des risques de notre cas ; on peut distinguer quatre niveaux de la probabilité :

- 1 : Rare.
- 2 : Peu probable.
- 3 : Possible.
- 4 : Probable.
- 5 : Quasiment certain.

5.3.2 la gravité:

La gravité est un facteur très important pour la détermination de la criticité, le tableau suivant résume les différents niveaux de la gravité.

Tab 4.3 Les niveaux de la gravité

[www.tc.gc.ca/media/documents/ac-normes/matrice.pdf]

| Niveau de gravité | Gravité | Description |
|-------------------|-------------------|---|
| 1 | Non significatif | .Pas de dommage, de blessure ou de conséquence négative |
| 2 | Mineur | . Personnel : Blessure exigeant les premiers soins, pas d'invalidité ou de perte de temps. . public : Conséquence mineure. . Environnement : Émission contenue. . Équipement : Dommage mineur, ralentissement . organisationnel potentiel/immobilisation potentielle. |
| 3 | Modéré | . Personnel : Blessure entraînant un arrêt de travail, pas d'invalidité. . Public : Plus qu'une répercussion mineure, perte de confiance/certaine blessure possible. . Environnement : Petite émission non contenue. . Équipement : Dommage mineur, mène à un ralentissement . organisationnel/immobilisation mineure |
| 4 | Majeur | . Personnel : Invalidité/blessure grave. . Public : Exposé à un danger qui peut blesser ou blessera. . Environnement : Émission modérée non contenue. . Équipement : Dommage majeur, . immobilisation/ralentissement majeur. |
| 5 | Très significatif | . Personnel : Menace pour la vie, mortel. . Public : Exposé à un danger qui menace la vie. . Environnement : Grosse émission non contenue. . Équipement Perte d'équipement crucial, ou immobilisation de l'organisme. |

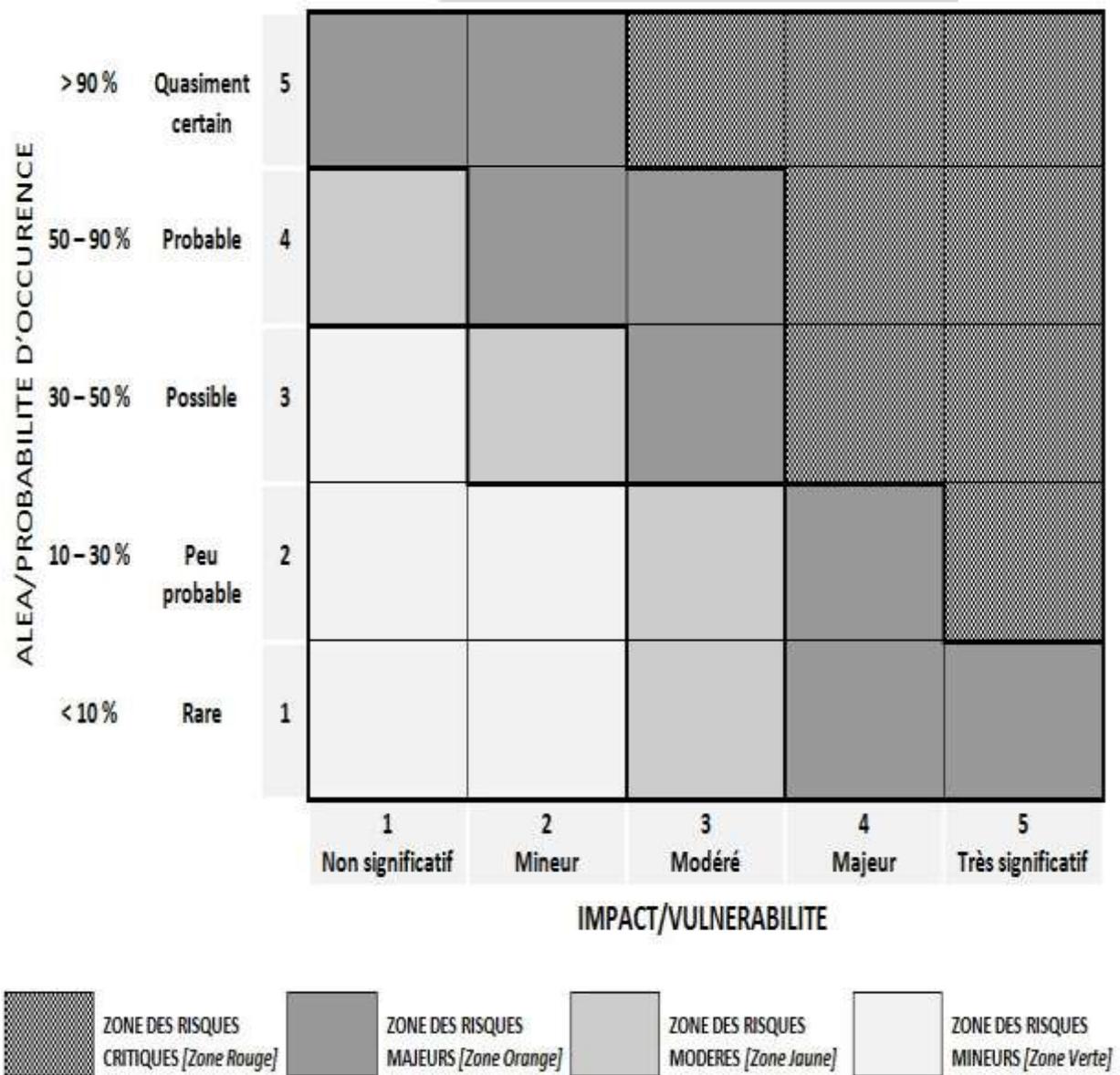
5.3.3 Définition de la criticité :

La criticité est la combinaison de l'impact (ou gravité) et la probabilité d'un risque, évaluée souvent sur une échelle de 1 à 4, est liée à l'intensité de l'accident(ou gravité, ou sévérité) lorsqu'il se produit. Criticité = gravité (impact/vulnérabilité) * probabilité (alea/probabilité).

5.3.4 Matrice de gravité des risques de la trémie Chetouane :

La matrice de risques est conçue pour aider à déterminer le niveau de risque de danger particulier, et ce, à l'aide de critères objectifs liés à la probabilité et à la gravité.

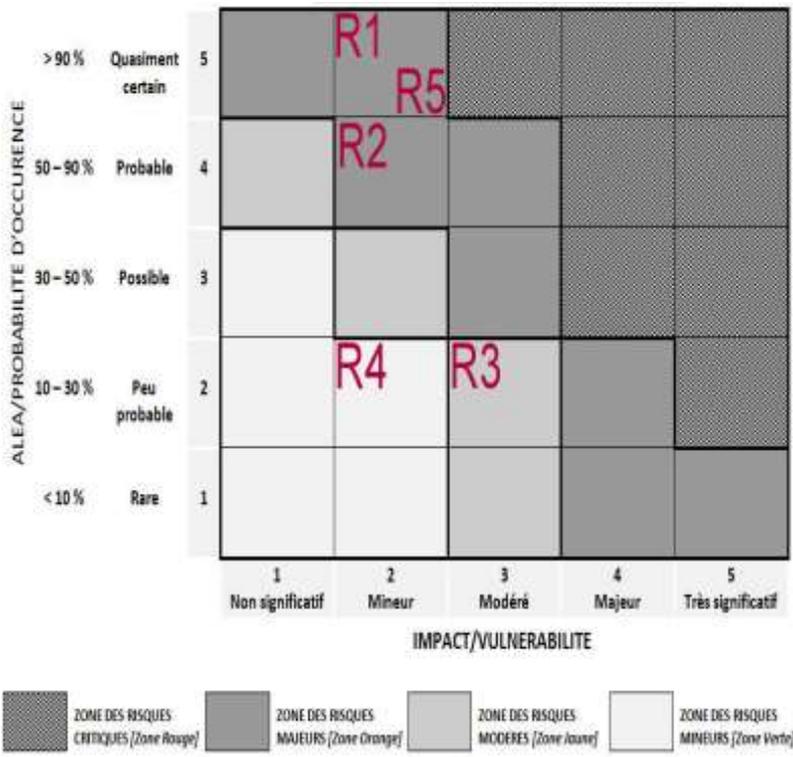
Tab 4.4 matrice de gravité des risques



[Model de matrice des risques crée par professeur ALLAL M.A]

5.3.4.1 Matrice de gravité des risques pour la phase étude :

Tab 4.5 matrice de gravité des risques phase étude

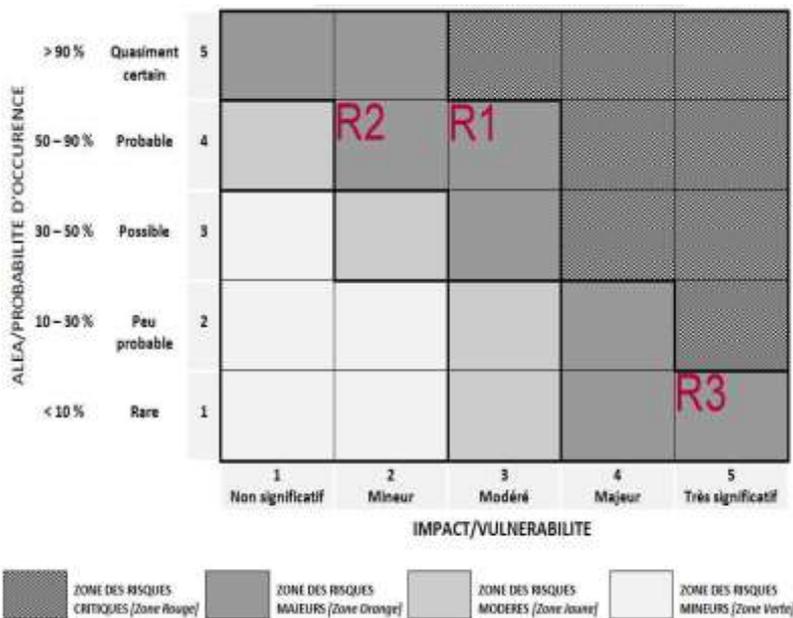


R1: Levé topographique erroné
R2: Impact (-) sur les installations des réseaux existantes
R3: L'expression des besoins n'est pas clairement exprimée
R4: Impact (-) de plan de masse
R5: Planification pas conforme aux règles de l'art

5.3.4.2 Matrices de gravité des risques pour la phase réalisation :

5.3.4.2.1 Matrice de gravité des risques économiques :

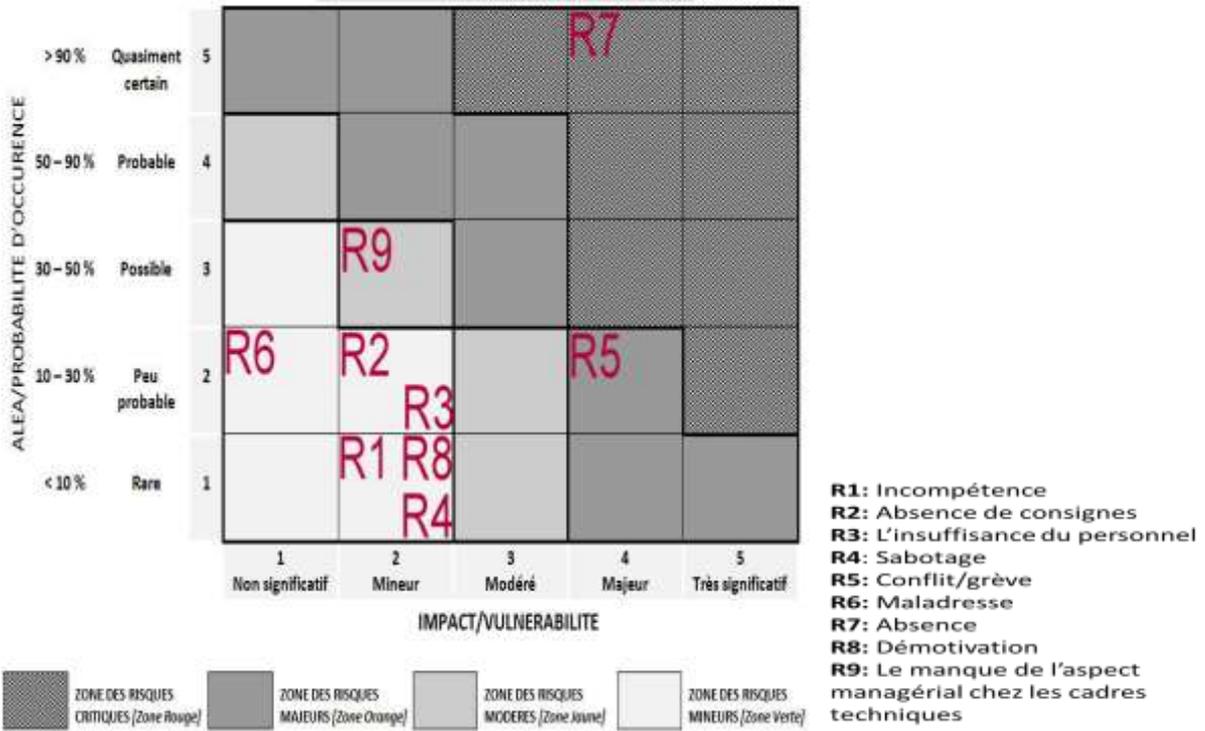
Tab 4.6 matrice de gravité des risques économiques



R1: Travaux supplémentaire non planifiés
R2: Dérive des prix
R3: Faillite d'entreprise

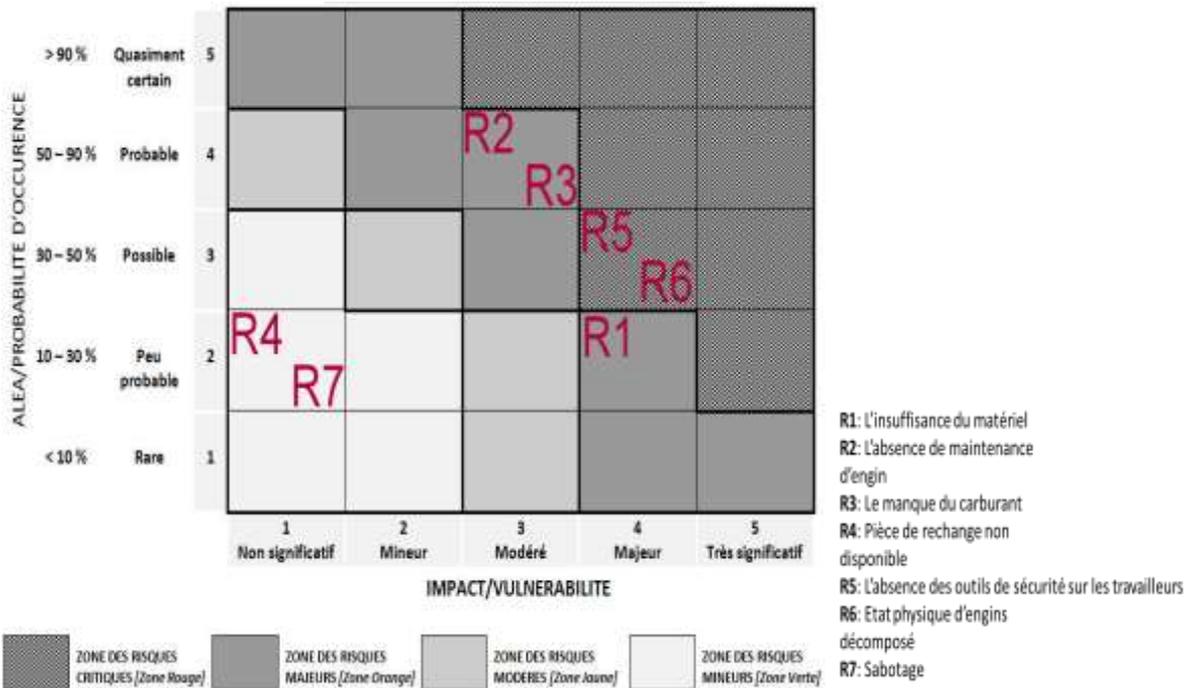
5.3.4.2.2 Matrice de gravité des risques liés à la ressource humaine :

Tab 4.7 matrice de gravité des risques liés à la ressource humaine



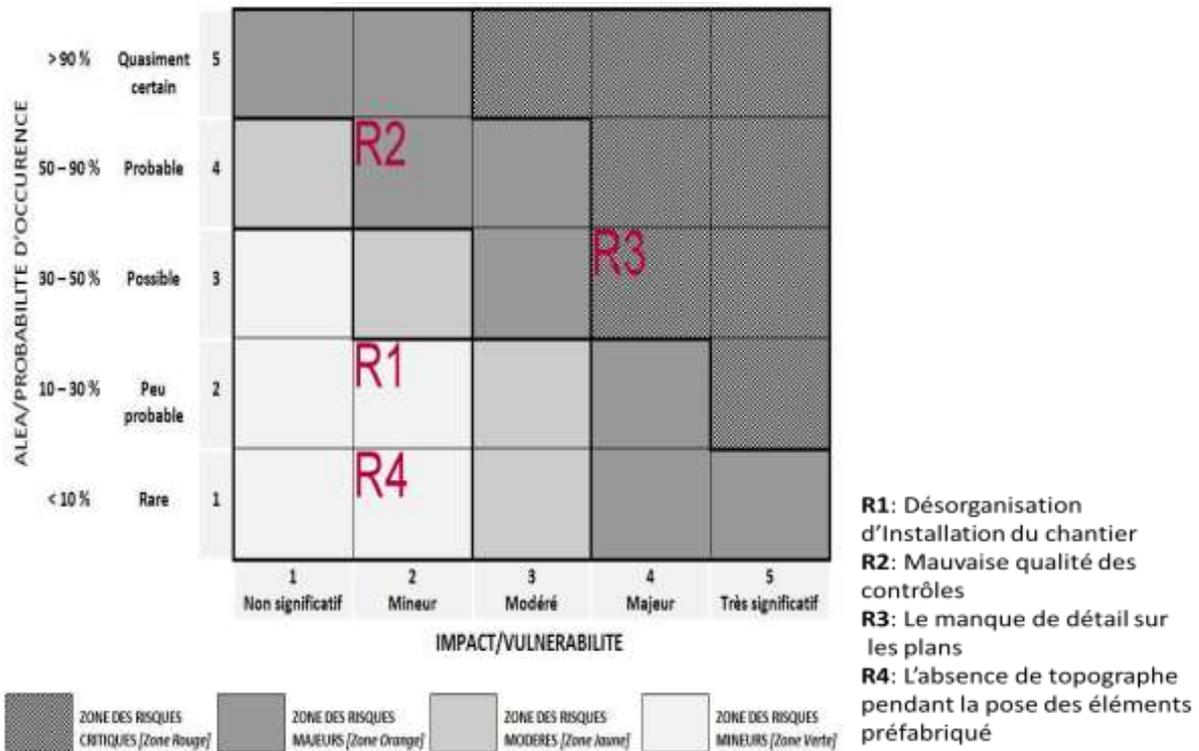
5.3.4.2.3 Matrice de gravité des risques liés à la ressource matérielle :

Tab 4.8 matrice de gravité des risques liés à la ressource matérielle



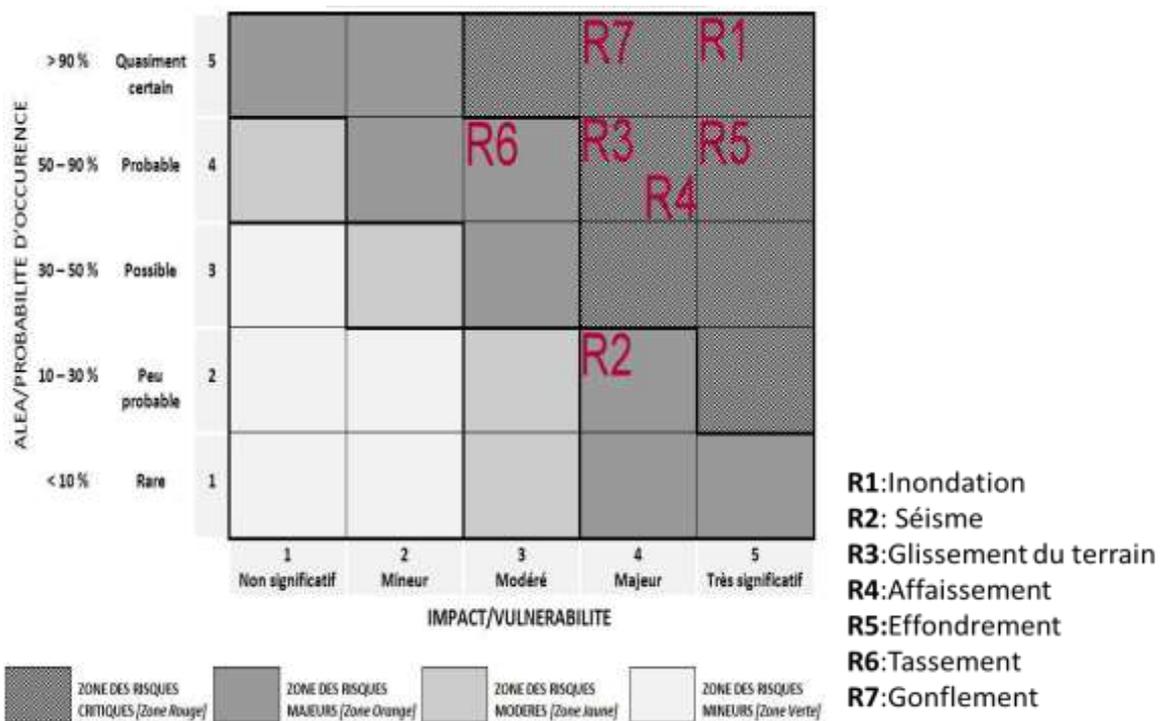
5.3.4.2.4 Matrice de gravité des risques techniques :

Tab 4.9 matrice de gravité des risques techniques



5.3.4.2.5 Matrice de gravité des risques naturels :

Tab 4.10 matrice de gravité des risques naturels



5.4 Le traitement des risques de la trémie Chetouane

5.4.1 Le traitement des risques pour la phase étude

Tab 4.11 Matrice des risques pour la phase étude

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESMENT) | | | | | | | |
|---|-------------|---------------|---|---|------------------------------|--|--|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPONSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |
| Levé topographique erroné R1 | 5 | 2 | Fait appel à un topographe compétent | Faire un étalonnage aux appareils topographiques | Diminution du risque | Expert topographe | Le responsable du service étude |
| Impact (-) sur les installations des réseaux existantes R2 | 4 | 2 | Consulter le service technique de l'APC pour savoir le chemin des réseaux souterrain | Déviations des réseaux | Eviter le risque | Protéger les réseaux après l'excavation | Le responsable du service étude |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|-----------------------|---|---------------------------------|
| L'expression des besoins n'est pas clairement exprimée R3 | 2 | 3 | Faire une étude du besoin | Clarifier les notions de besoins, demande, attente, satisfaction | Diminution du risque | Intégrer une Analyse du Besoin | Le responsable du service étude |
| Impact (-) de plan de masse R4 | 2 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le responsable du service étude |
| Planification pas conforme aux règles de l'art R5 | 5 | 2 | Faire une planification selon les règles de l'art | Actualiser la planification | Diminution du risque | Apporté des logiciels de planification qui sont plus performant | Le responsable du service étude |

5.4.2 Le traitement des risques de la phase réalisation

5.4.2.1 Le traitement des risques économique

Tab 4.12 Matrice des risques économique

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESSMENT) | | | | | | | |
|--|------|--------|------------------------|------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : |
| | | | | | | | 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPOSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|----------------------|----------------------|--|-------------------------------------|
| Travaux supplémentaire non planifiés R1 | 4 | 3 | Tenir en compte les travaux supplémentaires sur le contrat du projet | Etablir des Avenants | Eviter le risque | Négocier les travaux supplémentaires avec le maitre de l'ouvrage | Le responsable du service financier |
| Dérive des prix R2 | 4 | 2 | Tenir compte les dérives de prix | Négocier les prix | diminution du risque | Etablir une stratégie de stock | Le responsable du service financier |
| Faillite d'entreprise R3 | 1 | 5 | Établir des stratégies a long terme | Faire des emprunts | Diminue le risque | Fait appelle a d'autre entreprise | Le responsable du service financier |

5.4.2.2 Le traitement des risques lié à la ressource humaine

Tab 4.13 Matrice des risques lié à la ressource humaine

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESMENT) | | | | | | | |
|---|------|--------|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|--|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPONSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |
| Incompétence R1 | 1 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |
| Absence de consignes R2 | 2 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--------------------------|--|--|
| L'insuffisance du personnel R3 | 2 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |
| Sabotage R4 | 1 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |
| Conflit/grève R5 | 2 | 4 | Encouragez une culture ouverte, fondée sur la confiance, le respect et la collaboration | Gérer la cause du conflit | Eviter le risque | Réunissez toutes les parties. Attaquez les conflits de front | Le Responsable des ressources humaines |
| Maladresse R6 | 2 | 1 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |
| Absence R7 | 5 | 4 | Etablir un plan de remplacement | Appliquer le plan de remplacement | Eviter le risque | Changer la personne en cas où ça dépasse | Le Responsable des ressources humaines |
| Démotivation R8 | 1 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le Responsable des ressources humaines |
| Le manque de l'aspect managérial chez les cadres techniques R9 | 3 | 2 | Exigé l'aspect managérial | Faire les formations de management | Diminution du risque | Former les cadres supérieures | Le Responsable des ressources humaines |

5.4.2.3 Le traitement des risques lié à la ressource matériel

Tab 4.14 Matrice des risques lié à la ressource matériel

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESMENT) | | | | | | | |
|--|------|--------|--|---|-----------------------|--|---|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPOSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |
| L'insuffisance du matériel R1 | 4 | 2 | Déterminer le matériel nécessaire pendant la phase de la planification | Louer le matériel qui manque | Diminution du risque | Fait appel au sous-traitant | Le responsable des ressources matérielles |
| L'absence de maintenance d'engin R2 | 4 | 3 | Faire des maintenances périodiques Aux engins | Transfère la maintenance ver le service après-vente | Eviter le risque | établir un service de maintenance | Le responsable des ressources matérielles |
| Le manque du carburant R3 | 4 | 3 | Dérogation de la wilaya | Faire des conventions avec les stations privées | Eviter le risque | Construire une station propre à la société | Le responsable des ressources matérielles |
| Pièce de rechange non disponible R4 | 2 | 1 | - | - | Acceptation du risque | - | Le responsable des ressources matérielles |

| | | | | | | | |
|---|---|---|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|---|
| L'absence des outils de sécurité sur les travailleurs R5 | 3 | 4 | Exigé les outils de protection | Améliorer les outils de protection | Diminue le risque | Faire virer la personne ce qui ne prend pas les outils de sécurité | Le responsable des ressources matérielles |
| Etat physique d'engins décomposé R6 | 3 | 4 | Changer l'engin après la fatigue | Ne pas utiliser les anciens engins | Eviter le risque | Renouveler les engins | Le responsable des ressources matérielles |
| Sabotage R7 | 2 | 1 | - | - | Acceptation du risque | - | Le responsable des ressources matérielles |

5.4.2.4 Le traitement des risques technique

Tab 4.15 Matrice des risques technique

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESSMENT) | | | | | | | |
|--|------|--------|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : |
| | | | | | | | 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPONSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |
| Disorganisation d'Installation du chantier R1 | 2 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le responsable du service technique |

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Mauvaise qualité des contrôles R2 | 4 | 2 | Assurer la disponibilité des contrôleurs | Appliquer la loi | Diminution du risque | Améliorer la qualité du contrôle | Le responsable du service technique |
| Le manque de détail sur les plans R3 | 3 | 4 | Faire des vérifications des plans pendant la phase étude | Fait appel à l'ingénieur En cas de conflit | Diminution du risque | Appelé le CTC | Le responsable du service technique |
| L'absence de topographe pendant la pose des éléments préfabriqué R4 | 1 | 2 | - | - | Acceptation du risque | - | Le responsable du service technique |

5.4.2.5 Le traitement des risques naturel

Tab 4.16 Matrice des risques naturel

| MATRICE D'APPRECIATION DES RISQUES (RISK ASSESMENT) | | | | | | | |
|---|------|--------|---|---|-----------------------|--|--|
| PROJET : TREMIE CHETOUANE | | | | | | | DATE : |
| | | | | | | | 01-02-2014 |
| EVENEMENT A RISQUE | ALEA | IMPACT | ACTIONS A ENTREPRENDRE | | | | RESPONSABLE |
| | | | PREVENTION | PROTECTION | STRATEGIES DE REPONSE | PLANS DE SUBSTITUTION | |
| Inondation R1 | 5 | 5 | Consulter les rapports quotidiens de la météo | établir un système de pompage automatique | Diminution du risque | réaliser un réseau de drainage pour les eaux pluviales | Le responsable du service risque naturel |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|--|--|---------------------------------|---|---|
| Seisme R2 | 2 | 4 | Connaître Le niveau sismique de la zone | utiliser le DTR de conception parasismique RPOA | Diminution du risque | Transférer ver l'assurance des catastrophes naturelles | Le responsable du service risque naturel |
| Glissement du terrain R3 | 4 | 4 | Faire les études géotechniques préalables | Excavé la trachée de la trémie se forme des talus | Diminution du risque | réaliser des, blindages ou palplanches pendant l'excavation | Le responsable du service risque naturel |
| Affaissement R4 | 4 | 4 | Faire les études géotechniques préalables | Améliorer les caractéristiques du sol par la réalisation des colonnes sol- ciment | Diminution du risque | Améliorer les caractéristiques du sol par la réalisation des colonnes ballastées | Le responsable du service risque naturel |
| Effondrement R5 | 4 | 5 | Faire les études géotechniques préalables | Améliorer les caractéristiques du sol par l'injection solide | Diminution du risque | Prévoir les étagages et les soutènements en fonction de la proximité des grues, des routes | Le responsable du service risque naturel |
| Tassement R6 | 4 | 3 | Faire les études géotechniques préalables | Utiliser un radier général comme un système de fondation | Diminution du risque | System de fondation profond | Le responsable du service risque naturel |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---|--|------------------------------------|---|--|
| <p>Gonflement R7</p> | <p>5</p> | <p>4</p> | <p>Faire les études géotechniques préalables</p> | <p>la réalisation d'une étanchéité périmétrique</p> | <p>Diminution du risque</p> | <p>Eloigner les sources d'eau par un système de drainage</p> | <p>Le responsable du service risque naturel</p> |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---|--|------------------------------------|---|--|

6. conclusion :

Le contenu de ce chapitre consiste à étudier le management des risques projet cas de trémie de Chetouane, et cela permet de trouver des solutions à des risques qui peuvent mettre en péril notre projet, pendant la phase d'étude et la phase de réalisation. Cette étude a été débutée par les démarches de management des risques qui sont fondamentales ; on a montré en détail ses données d'entrée et de sortie.

L'étude de notre cas nous a donné des résultats de risque acceptable et d'autres non acceptables. Concernant les risques non acceptables on a proposé des préventions avec des protections pour diminuer leur aléa et impact.

Afin de suivre les démarches citées au début de chapitre, on a réussi de manager les risques identifiés de notre projet qui sont regroupés dans un RBS.

CONCLUSION

Il est indispensable et vital de procéder à un éblouissement permanent et florissant du savoir-faire et le savoir être des connaissances.

Pour cela notre travail a essayé de promouvoir l'esprit innovant et réussir avec une intelligence managériale le sens de commandement irréversible, en incluant l'écoute et l'approche des connaissances intégrées.

L'aspect technique a déterminé les mécanismes de caractéristique des matériaux ainsi le calcul des charges et surcharges de la partie couvert avec un pré-dimensionnement à la fin.

Le rôle du management de coût et délai vient de fluidifier le coût et délai, afin d'enrichir le facteur réalisation et exécution. Cette approche a mis en application la planification orienté et redynamiser l'ordonnancement afin qu'il prend en considération le respect agace de la panoplie de la qualité et définir les perspectives rayonnants de ce type d'ouvrage.

Le projet de la trémie comme n'importe quel autre projet nécessite donc un management des risques. Malgré leurs importances économiques et sociales, on remarque l'absence quasi-totale de cette notion au niveau de ces projets. Pour la réalisation d'un projet de la trémie les risques identifiés du projet peuvent être acceptés en mettant tous les moyens nécessaires afin d'améliorer la circulation routière et les transférer en une assurance, en plus les partager ou bien les éviter.

Dans la partie du management des risques ; la présentation des outils, les données d'entrée et de sortie, ainsi que le recensement des risques pendant la phase études et réalisation nous ont permis l'acquisition des connaissances indispensables à l'utilisation des outils par la suite ; d'autre part l'utilisation de matrice des risques a permis de manager les risques de notre projet.

Nous espérons par cette aimable et humble contribution être à la hauteur des estimations et soulever les facettes du déficit laquelle les aspects techniques et managérial sont en face d'un ultimatum irréversible et une dichotomie incontournable.

De toute façon, cette thèse nous a immergée dans le milieu professionnelle dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

CONCLUSION

Il est indispensable et vital de procéder à un éblouissement permanent et florissant du savoir-faire et le savoir être des connaissances.

Pour cela notre travail a essayé de promouvoir l'esprit innovant et réussir avec une intelligence managériale le sens de commandement irréversible, en incluant l'écoute et l'approche des connaissances intégrées.

L'aspect technique a déterminé les mécanismes de caractéristique des matériaux ainsi le calcul des charges et surcharges de la partie couvert avec un pré-dimensionnement à la fin.

Le rôle du management de coût et délai vient de fluidifier le coût et délai, afin d'enrichir le facteur réalisation et exécution. Cette approche a mis en application la planification orienté et redynamiser l'ordonnancement afin qu'il prend en considération le respect agace de la panoplie de la qualité et définir les perspectives rayonnants de ce type d'ouvrage.

Le projet de la trémie comme n'importe quel autre projet nécessite donc un management des risques. Malgré leurs importances économiques et sociales, on remarque l'absence quasi-totale de cette notion au niveau de ces projets. Pour la réalisation d'un projet de la trémie les risques identifiés du projet peuvent être acceptés en mettant tous les moyens nécessaires afin d'améliorer la circulation routière et les transférer en une assurance, en plus les partager ou bien les éviter.

Dans la partie du management des risques ; la présentation des outils, les données d'entrée et de sortie, ainsi que le recensement des risques pendant la phase études et réalisation nous ont permis l'acquisition des connaissances indispensables à l'utilisation des outils par la suite ; d'autre part l'utilisation de matrice des risques a permis de manager les risques de notre projet.

Nous espérons par cette aimable et humble contribution être à la hauteur des estimations et soulever les facettes du déficit auquelle les aspects techniques et managérial sont en face d'un ultimatum irréversible et une dichotomie incontournable.

De toute façon, cette thèse nous a immergée dans le milieu professionnelle dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

BEBLIOGRAPHIE

- **Jean Le BISSONNAIS**, Management des risques dans la conduite de projet, Edition AFNOR,
- collection "A Savoir", 03/2003, 54 pages.
- **Guy LAMAND**, La maîtrise des risques dans les contrats de vente, Edition Afnor Gestion, 1993, 161 pages.
- **Hervé COURTOT**, La gestion des risques dans les projets, Edition Economica, 1998, 294 pages.
- **Stephen GREY**, Practical Risk Assessment for Project Management, Edition Wiley, 1995, 140 pages.
- **Guide du corpus des connaissances en management de projet** (Guide PMBOK®) Troisième édition.
- **ALLAL .M.A . (2014)** : « **Management de projet** » cour pour master en génie civil, faculté de technologie, université de Tlemcen.
- **HAMZAOUI.F (2013)** : « **Management des risques** » cour pour master en génie civil, faculté de technologie, université de Tlemcen.
- **Fascicule 61 titre II.**
- **HAMZAOUI Fethi , ALLAL Mohammed Amine ,MEGNOUNIF Abdellatif (31-mai-2011)**
« Management des risques projet dans l'entreprise de travaux publics : cas de la ligne de chemin de fer Mécheria -Béchar »
- **BEZZAR .A (2012)**, « **cour route** » cour pour master en génie civil, faculté de technologie, université de Tlemcen.
- **Rapport Géotechnique CAC.**
- **Jean-Pierre Mougin (2006)**,béton armé BAEL91 modifié99etDTU
Associés,EYROLLES,paris france.
- **Règles parasismiques Algériennes RPA99/version 2003**,document technique
règlementaire DTR B C 2 48
- **ALLAL .M.A (2013)**,RISK ASSESSMENT date de création NOVEMBRE 2008 –date de modification DECEMBRE 2013 –version 1.3

