



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université ABOU BEKR BELKAID de
Tlemcen Faculté de Technologie
Département de Génie civil

Mémoire pour l'Obtention du Diplôme de Master Académique en Génie civil
Option : voies et ouvrage d'art

Intitulé :

**Planification et suivi d'un projet ouvrage d'art PK11+320.
Cas pratique**

Présenté par :

RIAH Mohamed

BELAID MOUFFOK Walid

Soutenu le 19/09/2020, devant le jury composé de :

M. BENACHENHOU

Présidente

M. BABA AHMED. S

Examineur

M. BENAMAR .A

Encadreur

M. BENCHOUK. M.C

Encadreur

2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions ALLAH, le Tout Puissant de nous avoir donné, le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

Notre famille pour tous les bienfaits qu'ils nous ont accordés : leur écoute, leur disponibilité et leur grand amour.

*Nous tiendrons à remercier vivement et sincèrement mes encadreurs Messieurs **BENAMAR Abderrahman** et **BENCHOUK Mohamed Chawki**, **HASSAINE Anes** et **Madame KRIM Houria** qui ont contribué et ont assuré la direction de ce travail, par leur soutien, leurs orientations et leur patience tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Nous tiendrons aussi à remercier sincèrement nos enseignants qui nous ont aidé et nous ont appris l'âme de la science durant les années d'études.

*Nous souhaitons à exprimer notre gratitude aux membres du jury **M. BENACHENHOU, M. BABA AHMED. S** pour l'intérêt qu'ils porteront à ce travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.*

Enfin, nos remerciements à tous mes camarades qui nous ont soutenu et encouragé pour la réalisation de cet humble mémoire

Dédicace

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant, nous avons pu réaliser ce modeste
travail que nous*

dédions

À nos parents,

Pour votre Amour....

Pour tous vos sacrifices...

Pour tout l'enseignement que vous nous avez transmis.....

En témoignage de notre éternelle reconnaissance

*Que Dieu vous protège et vous prête bonne santé et longue
vie....*

À la force de notre

persévérance... À nos

chers frères & sœurs

À toute la

famille... À tous

nos amis (es)...

À nos enseignants

À toute la famille

Résumé

Ce mémoire concerne à faire la planification sur un pont a poutre précontraint PK11 320. On commence dans ce mémoire par la présentation du passage inférieur PK11 320 dans la pénétrante GHAZAOUET et généralité sur la gestion du projet. Ensuite, on fait la planification en utilisant logiciel MS Project pour déterminer le coût et la durée du projet finalement on fait le suivi de la planification du projet.

Mots-clés : ordonnancement, Gantt, délai, durée, marge, tâche, coût.

ملخص

تتعلق هذه الأطروحة بإجراء تخطيط على جسر سابق الإجهاد PK11 + 320.

نبدأ في هذه الأطروحة بعرض المقطع السفلي PK11+320 في اختراق الغزوات وبعدها نقوم بدراسة عامة حول إدارة المشروع ثم نقوم بالتخطيط باستخدام برنامج MS Project لتحديد تكلفة ومدة المشروع وأخيراً نراقب تخطيط المشروع.

الكلمات المفتاحية: المشروع، إدارة المشروع، الجدولة، PERT، Gantt، الموعد النهائي، المدة، الهامش، المهمة، التكلفة.

Summary

This thesis concerns a planning on a prestressed beam bridge PK11 320.

We begin in this thesis by the presentation of the lower passage PK11 320 in the penetrating GHAZAOUET and generality on the management of the project. Then we do the planning using MS Project software to determine the cost and duration of the project finally we follow the planning of the project.

Keywords: Project, project management, scheduling, PERT, Gantt, deadline, duration, margins, tasks, cost.

Sommaire

Remerciements	I
Dédicace	II
Résumé	III
LISTE DES TABLEAUX	Error! Bookmark not defined.
LISTE DES FIGURES.....	Error! Bookmark not defined.

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 01 : PRESENTATION DE L'OUVRAGE

INTRODUCTION.....	1
I. DÉFINITION DU MOT « PROJET ».....	1
1. Les différents types de projets	2
2. Le projet « ouvrage ».....	2
II. PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE	2
1. Localisation de l'ouvrage.....	3
2. Normes et réglementations appliquent dans l'étude technique	4
3. Contraintes générales de conception	4
4. Principaux matériaux	5
4.1. Béton.....	5
4.2. Acier	5
5. Tableau de Séisme (RPOA, 2008)	6
Tableau 1: Des coefficients d'accélération(B.E.SEROR)	6
III. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE	7
IV. LES ACTEURS DE PROJET.....	10
1. Maître de l'ouvrage	10
2. Maître d'œuvre	10
3. Contrôleur technique et suivi (BCS)	11
4. Le sous-traitant.....	11
5. Les acteurs externes.....	11
V. LE CYCLE DE VIE DU PROJET.....	12
1. Étape de cadrage.....	12
2. Étape de conception et de planification.....	12
3. Étape de réalisation du projet	13
4. Étape de clôture	13
VI. PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER.....	16
CONCLUSION	16

CHAPITRE 02 : GENERALITE SUR LA GESTION DE PROJET

INTRODUCTION.....	19
I. HISTORIQUE.....	19
II. PLANIFICATION ET ORDONNANCEMENT	21
1. Les étapes détaillées de la phase de planification.....	21
2. Objectifs	21
3. Méthodologie de planification	22
4. Les méthodes de la gestion de projets	23
4.1. Le diagramme de GANTT	23
4.2. La méthode CPM (Critical Path Method)	24
4.2.1. Marge libre et marge totale	25
4.3. La méthode PERT	26
5. Représentation graphique des tâches dans un réseau.....	27
5.1. Tâches successives	27
5.2. Tâches simultanées.....	27
5.3. Tâches convergentes.....	28
5.4. Tâches fictives	28
III. SUIVI D'UN PROJET	29
Introduction.....	29
1. Plan de surveillance : suivi et mise à jour	29
2. Objectifs	29
3. Les outils de suivi de projet	30
3.1. Le cahier des charges	30
3.2. Les rapports et comptes rendus.....	30
3.3. Les réunions de suivi.....	30
3.4. Le tableau de bord	30
3.5. Le diagramme de Gantt	31
4. Outils d'aides à la planification et au suivi de projet.....	31
5. La consistance de la phase assistance technique et suivie des travaux.....	32
Conclusion.....	33

CHAPITRE 03 : PLANIFICATION DE L'OUVRAGE PK11+320

INTRODUCTION.....	35
I. LA GESTION DE DÉLAIS	35
1. Le WBS (work breakdown structure) (VOIR ANNEX B)	35
1.1. L'installation et l'organisation de chantier	35
1.1.1. Chantier Pk11+320	35

1.2. Infrastructure de l'ouvrage PK 11+320	36
1.2.1. La réalisation des 2 piles intermédiaires « P2 _{gauche} et P2 _{droite} »	36
1.2.2. Les culées	37
1.3. Superstructure de l'ouvrage PK11+320.....	37
2. Les équipements de l'ouvrage pk11+320	38
3. Estimation des durées des tâches.....	38
II. PLANIFICATION DE COMMUNICATION.....	43
III. MANAGEMENT DES RESSOURCES.....	45
(VOIR ANNEX B : tableau des ressources de PK11+320)	45
1. Les ressources financières	45
2. Les ressources matérielles	45
3. Les ressources humaines	48
4. Établir un planning des ressources	50
IV. MANAGEMENT DES COUTS	51
V. MANAGEMENT DES RISQUES.....	52
1. Le facteur de risque	52
2. Processus de management des risques	52
2.1. Analyse des risques pour pk11+320.....	55
Conclusion.....	59
CHAPITRE 04 : MODE DE REALISATION ET LE SUIVI DE L'OUVRAGE PK11+320	
INTRODUCTION.....	61
I. MODE DE RÉALISATION DE L'INFRASTRUCTURE DE PK11+320.....	61
1. Réalisation des pieux	61
1.1. L'implantation du pieu (positionnement généralement au théodolite).....	62
1.2. Forage.....	62
1.3. Le ferrailage	63
1.4. Bétonnage	64
1.5. Le Recepage.....	66
1.6. La réalisation des semelles sur pieux	67
1.7. Devis quantitatif de fondation.....	69
2. La réalisation des appuis de l'ouvrage (pile –culée).....	70
2.1. La réalisation des culées C1 et C3	70
2.2. La réalisation de la pile P2.....	73
3. Devis quantitatif pour les appuis (C1-P2-C3) de l'ouvrage PK11+320	75
II. MODE DE LA RÉALISATION DE LA SUPERSTRUCTURE DU PK 11+320	76
1. Réalisation de la poutre précontrainte	76

2. La réalisation du tablier du PK11+320	80
2.1. L'entretoise	80
2.2. Hourdis.....	81
3. Devis quantitatif du tablier.....	83
4. Les équipements.....	84
III. SUIVI D'AVANCEMENT DE LA REALISATION	87
INTRODUCTION.....	87
1. La pose des poutres.....	87
2. La réalisation des entretoises.....	89
3. La mise en place des TN40	90
4. La réalisation de la dalle.....	92
IV. SUIVI DE CONSOMMATION DE MATERIAUX	95
CONCLUSION	96
CONCLUSION GENERALE	
LISTE WEBOGRAPHIE	100
ANNEX A	
ANNEX B	
ANNEX C	

ACRONYMES ET ABREVIATION

MO Maitre d'Ouvrage

MOE Maitre d'Œuvre

RN Route Nationale

SEROR Société d'Etudes et de Réalisation des d'Ouvrages d'art de l'Ouest

LTPO Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest

PERT Program Evaluation and Research Task

WBS Works Breakdown Structure

CPM Critical Path Method

ES Early Start

EF Early Finish

LF Late Finish

MS Microsoft project

LTPS laboratoire travaux publics du sud

PK point kilométrique

ANA agence national des autoroutes

ADA Algérien des autoroutes

BCS Bureau contrôle et suivi

RPOA règlement parasismique au domaine des ouvrages d'art

CRCC China railway construction corporation

B.E Bureau d'étude

ADM administratif

PVC poly vinyle chloride

HA Haut adhérence

TN Tôle nervurée

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Des coefficients d'accélération(B.E.SEROR)	6
Tableau 2: Les acteurs de projets (ouvrage PK11+320).....	13
Tableau 3: Les ressources matérielles dans la phase fondation.....	46
Tableau 4: les ressources matérielles dans la phase pile et culée	47
Tableau 5: les ressources matérielles dans la phase de la réalisation du tablier	48
Tableau 6: Les ressources humaines nécessaires dans PK11+320	50
Tableau 7: les risques dans un projet	54
Tableau 8: les risques dans le chantier.....	55
Tableau 9: Évaluation des risques.....	57
Tableau 10: Tableau d'analyse des risques PK11+320	58
Tableau 11: Devis quantitatif du bétonnage	69
Tableau 12 : Devis quantitatif du coffrage	70
Tableau 13: Devis quantitatif du ferrailage	70
Tableau 14: Devis quantitatif du bétonnage des appuis.....	75
Tableau 15: Devis quantitatif du coffrage des appuis.....	75
Tableau 16: Ferrailage de la dalle	83
Tableau 17: Ferrailage de la poutre	84
Tableau 18: Bétonnage du tablier	84
Tableau 19: Devis quantitatif des équipements	86
Tableau 20: les taches en retard	93
Tableau 21: la consommation des matériaux.....	94
Tableau 22: le cout des matériaux consommés.....	94

LISTE DES FIGURES|

Figure 1: Tracer de 1 er tronçon de la pénétrante GHAZAOUET-Autoroute ESR-OUEST	3
Figure 2: Les 4 composantes d'un projet (maxima, 2017).....	3
Figure 3: localisation de l'ouvrage (Google earth)	4
Figure 4: Profile géotechnique PK 11+320(B.E.SEROR).....	5
Figure 5: Plan de sondage(B.E.SEROR)	6
Figure 6: Plan d'implantation des semelles et des pieux(B.E.SEROR).....	7
Figure 7: vue en plan(B.E.SEROR).....	7
Figure 8: Profile en long(B.E.SEROR)	8
Figure 9: Profile en travers des culées 01(B.E.SEROR).....	8
Figure 10: Profile en travers des piles(B.E.SEROR)	9
Figure 11: Profile en travers des culées03(B.E.SEROR).....	9
Figure 12: Phasage standard d'un projet : les phases et jalons (Gidel et Zonghero, 2006, p 51)	15
Figure 13: Objectifs d'un projet	19
Figure 14: Ligne de lien entre les barres de GANTT	20
Figure 15: exemple d'un WBS (HENRI GEORGE MINYEM, 2007)	23

Figure 16: exemple diagramme de Gantt.....	24
Figure 17: Marge libre.....	25
Figure 18: Marge totale.....	25
Figure 19: Représentation des tâches successives- réseau PERT.....	27
Figure 20: Représentation de tâches simultanées.....	28
Figure 21: Représentation de tâches convergentes.....	28
Figure 22: Représentation d'une tâche fictive.....	28
Figure 23: WBS DE L'OUVRAGE PK11 +320.....	42
Figure 24: Processus de management des risques.....	53
Figure 25: matrice d'évaluation des risques (AFNOR ,2010).....	56
Figure 26: limite d'acceptabilité des risques (AFNOR ,2010).....	56
Figure 27: Étapes de réalisation d'un pieu (LCPC, SETRA ,1978).....	61
Figure 28: technique d'implantation (Google, 2020).....	62
Figure 29: Forage du pieu.....	63
Figure 30: Cage d'armature.....	64
Figure 31: Mise en place du ferrailage.....	64
Figure 32: Technique de bétonnage du pieu (Google).....	65
Figure 33: Positionnement de l'entonnoir de bétonnage.....	66
Figure 34: Le recepage des pieux.....	67
Figure 35: Béton de propreté de la semelle sur pieux.....	67
Figure 36: Mise en place des armatures de la semelle.....	68
Figure 37: Coffrage de la semelle.....	68
Figure 38: Coulage de la semelle.....	69
Figure 39: Réalisation de ferrailage de la culée C1-PK11+320.....	71
Figure 40: Coffrage de la culée.....	71
Figure 41 : Bétonnage de la culée.....	72
Figure 42: Ferrailage et coffrage de mur de garde-grève et mur en retour.....	72
Figure 43: Réalisation de ferrailage et le coffrage de la pile P2-PK11+320.....	73
Figure 44: Plan de ferrailage du chevêtre de la pile P2-PK11+320.....	74
Figure 45: Chevêtre de la pile P2-PK11+320.....	75
Figure 46: Pose du béton de propreté.....	77
Figure 47: Réalisation du socle de poutre.....	77
Figure 48: Mise en place du ferrailage de la poutre précontrainte.....	78
Figure 49: Pose du coffrage de la poutre précontrainte.....	78
Figure 50: Coulage de la poutre précontrainte.....	78
Figure 51: Poutre précontrainte après décoffrage.....	79
Figure 52:L'enfilage des aciers précontraints.....	79
Figure 53: ferrailage des entretoises.....	80
Figure 54: Coffrage des entretoises.....	80
Figure 55: Les entretoises après le décoffrage.....	81
Figure 56: le coffrage perdu pour l'hourdis.....	81
Figure 57: Ferrailage de la dalle du pont.....	82
Figure 58: Ferrailage du portafons.....	82
Figure 59: Étalement de portafons.....	83
Figure 60: étalement de portafons.....	83
Figure 61: Les différents équipements du pont.....	85

Figure 62: La pose des corniches.....	85
Figure 63: Les garde-corps après la pose.....	86
Figure 64: Le joint de la chaussée après la pose.....	86
Figure 65: Transport des poutres.....	88
Figure 66: La pose de la poutre précontrainte.....	88
Figure 67: Ferrailage d'entretoise.....	89
Figure 68: Coffrage d'entretoise.....	90
Figure 69 : pose de TN 40.....	91
Figure 70: réalisation de la dalle.....	92
Figure 71: bétonnage de la dalle 1 gauche.....	92
Figure 72: Représentation graphique de l'état d'avancement du travail.....	94



INTRODUCTION

GENERALE

Dans la stratégie de l'université du Tlemcen Abou Bekr-Belkaid , la faculté de technologie considère le Projet de fin d'études dans la spécialité travaux publics comme une occasion incontournable qui permet à l'étudiant de mettre en adéquation ses connaissances académiques et les compétences exigées dans une entité professionnelle qu'elle soit une entreprise, un bureau d'étude ou un maître d'ouvrage.

À cet effet, l'entreprise SEROR nous a donné la chance pour faire la planification et suivi d'un ouvrage d'art parmi les différents ouvrages du premier tronçon de la pénétrante GHAZAOUET-Est Ouest.

L'objectif principal de ce mémoire est de maîtriser les méthodes et procédures de la planification et suivi pour assurer le bon déroulement des travaux pour atteindre les objectifs du projet.

La planification est le plus critique pour l'entreprise, car on peut déterminer où l'on va, ainsi le suivi de projet démontre l'effet des aléas, car il permet d'identifier où l'on en sera réellement.

Le dépassement de délais et le budget c'est le problème majeur dans les entreprises Algériens à cause la mauvaise utilisation des outils de la planification et le suivi, particulièrement les ressources humaines, matérielles et matériaux. Pour cela, notre mémoire se compose par 4 chapitres, cadrés par une introduction et une conclusion qui répond les principales observations, synthétise quelque recommandation et les étapes de planification et suivi d'un projet.

Le premier chapitre : « la présentation du projet d'ouvrage d'art PK 11+320 de pénétrante GHAZAOUET et l'autoroute est-ouest ».

Le deuxième chapitre : « les généralités sur la gestion de projet »: ce chapitre nous donne un coup d'œil sur son historique, en outre de la méthodologie de la planification et le suivi.

Le troisième chapitre : « la planification de l'ouvrage PK11+320 » : ce chapitre concerne l'étude managériale du projet et ainsi le management de différentes tâches.

Le quatrième chapitre : « le mode de la réalisation et le suivi de l'ouvrage PK11+320 ».



CHAPITRE 01

INTRODUCTION

Dans le cadre de la politique globale de développement de l'Algérie, plusieurs projets d'envergure sont prévus, notamment en ce qui concerne les réseaux routiers.

Parmi les plans qui répondent à cette perspective, le projet pénétrante de GHAZAOUET, qui comprend un large éventail d'infrastructures, a été cité comme la première autoroute 3x2 pour relier le port de GHAZOUET à l'autoroute EST-OUEST sur 41km.

Cette pénétrante compose par 3 parties, la première partie de 13 km qui est au cours de réalisation relie le port de GHAZAOUET et EL ASSA et le résultat d'un partenariat entre CRCC, DANOUNI et SERROR.

La société SERROR prend en charge plusieurs ouvrages d'art représentés par : 03 passages supérieurs (PK3+385, PK 5+125, PK 6+319) et un passage inférieur (PK 11+320) et un viaduc.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les caractéristiques de l'ouvrage PK 11+320 et les acteurs de ce projet.

I. DÉFINITION DU MOT « PROJET »

La norme NF EN ISO 9000 définit le projet comme suit :

« Processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, de coûts et de ressources »¹

Nous avons alors un ensemble de 4 composantes définissant un projet :

- La structure: Elle est soumise à des contraintes internes et externes la poussant à évoluer pour rester en phase avec son environnement. Cela se traduit par l'émergence d'un besoin.
- Le besoin: Il correspond à la volonté de la structure d'améliorer par exemple une capacité de production ou un processus interne.
- L'équipe projet: Souvent assimilée un peu vite au projet dans son ensemble alors qu'elle n'en est qu'une composante, l'équipe projet est l'outil de production du projet.
- La solution: La solution répond au besoin et permet donc à la structure de s'améliorer. C'est ce qui reste au terme du projet.²

¹Source : Froman B., Gourdon C., Dictionnaire de la qualité, AFNOR Éditions, 2003, p. 149.

² Le guide du chef de projet ; Maxima, Paris, 2007 pour cette 2e édition, p11.

ISBN : 978-284001-536-9

1. Les différents types de projets

On différenciera les trois grands types de projets suivants :

- Le projet « ouvrage »
- Le projet « produit »
- Le projet « organisationnel »

2. Le projet « ouvrage »

Le projet dit « ouvrage » ou « projet d'ingénierie » est relatif à un projet unique, non récurrent, qui s'adresse à un client unique. Exemple : les grands ouvrages d'art qui s'inscrivent dans la durée (pont, tunnel, autoroute, biblio- thèque, musée...). ³

Notre projet représente un ouvrage d'art (pont).

II. PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

Le projet revêt une importance capitale dans la mesure où cette liaison autoroutière constituera d'une part le maillon manquant à l'essor économique du port GHAZAOUET qui a besoin d'une vaste revalorisation, d'autre part, il établit l'évitement de la ville de GHAZAOUET et surtout la rentrée est de la ville ce goulot d'étranglement ou la circulation est souvent paralysée, les véhicules notamment les poids lourds

Cet ouvrage PK 11+320 représente un pont jumelé qui comporte 2 travées de largeur 33.89 m et a 03 voies :02 culées et 02 piles, la hauteur des piles environ de 11.5m, chaque travée possède 14 poutres en T simplement posées de 33.40 m en béton armé précontraint sont adoptées dans la partie supérieure de ce pont, le tablier est successif dans la partie inférieure d'un totale de 28 poutres .les appuis de l'ouvrage sont posés sur une fondation profonde (16 pieux par appuis) de profondeur varie entre 15 et 17 m, d'un totale de 48 pieux.

³Roger AÏM ; « Les fondamentaux de la gestion de projet », AFNOR – 11, 2011, p6.



Figure 1: Tracer de 1 er tronçon de la pénétrante GHAZAOUET-Autoroute ESR-OUEST

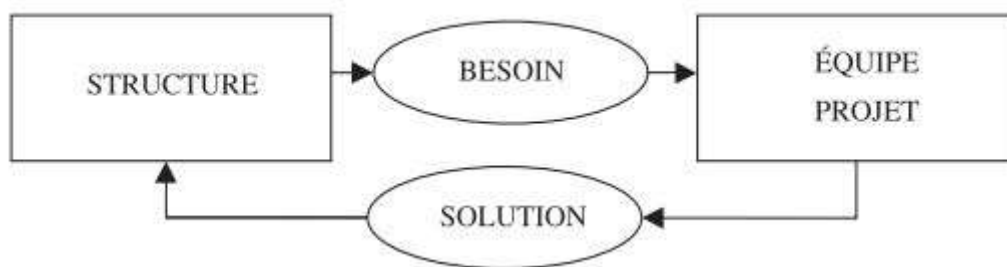


Figure 2: Les 4 composantes d'un projet (maxima, 2017)

1. Localisation de l'ouvrage

Cet ouvrage d'art franchit une vallée, qui est composée de deux ravins inter montagneux, la face du talus de la vallée est assez abrupte, il n'y a pas de l'eau permanente au fond de vallée, la géomorphologie de la zone de l'ouvrage d'art est passe-montagne et colline, et le relief est assez accidenté, pour assurer la sécurité de la plate-forme.



Figure 3: localisation de l'ouvrage (Google earth)

2. Normes et réglementations appliquées dans l'étude technique

- B.A.E.L 91 modifiée 99
- B.P.E.L 91
- CPC Fascicule n° 61, Titre II
- R.P.O.A. 2008
- AFPS 92
- Fascicule N0 62 Titre I Section I
- Fascicule N0 62 Titre I Section II Guide SETRA
- Pont à poutres préfabriquées précontraintes par post-tension
- Ponts courants en zone sismique

3. Contraintes générales de conception

- Catégorie des ponts : classe 1
- Humidité d'environnement : $\rho_h = 55$
- Surcharges prévues: Charges civiles routières A et B, Convoi exceptionnel type D240, Convoi militaire Mc120.
- Vitesse projetée : 90km/h
- Protection contre les inondations : crue centennale (1/100)
- Selon la classification sismique des Wilayas et communes d'Algérie, Ce pont est de classe 1 et en Zone1

La valeur d'accélération sismique pour une période de retour de 100 ans est de 0.15g.

4. Principaux matériaux

4.1.Béton

- Poutres en T précontraintes préfabriquées: Béton RN35
- Tablier en béton armé coulé en place: Béton RN35
- Culées, piles, chevêtres, semelles et dalles de transition, pieux de fondation: Béton RN27
- Barrières et supports de barrières, trottoir et autres éléments: Béton RN27.

4.2.Acier

Module de déformation élastique $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{MPa}$, Poids volumique $\gamma = 7850 \text{kg/m}^3$. Barre lisse : aciers de nuance FeE 235, correspondant à NF A35-015, limite élastique.

Acier tors: aciers de nuance FeE 500-3, correspondants à NF A35-016, limite élastique $f_e = 500 \text{MPa}$. Treillis soudé: acier de nuance FeE 500-2 correspondant à NF 35-016 et à NF 35-019.

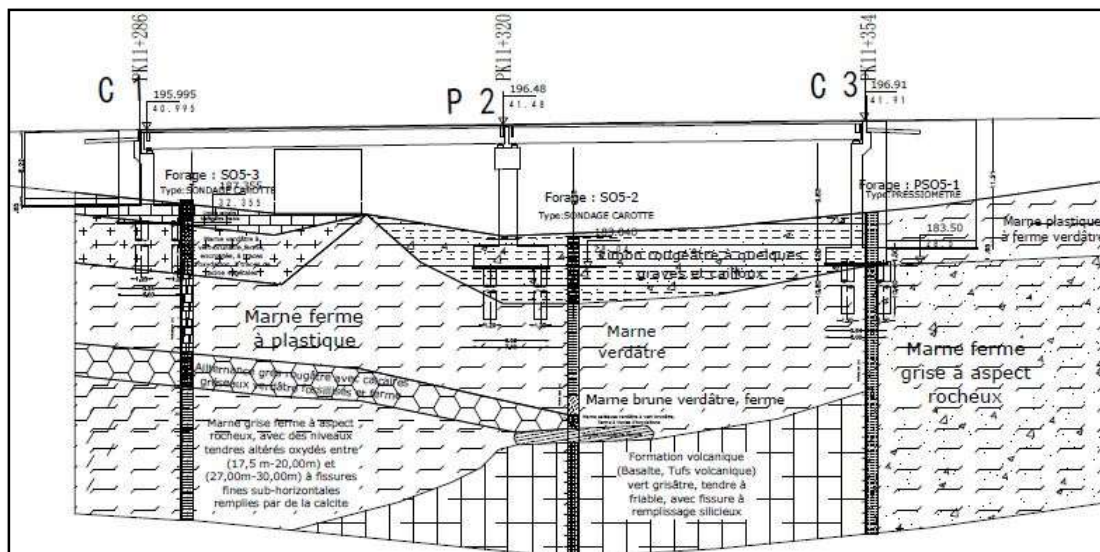


Figure 4: Profile géotechnique PK 11+320 (B.E.SEROR)

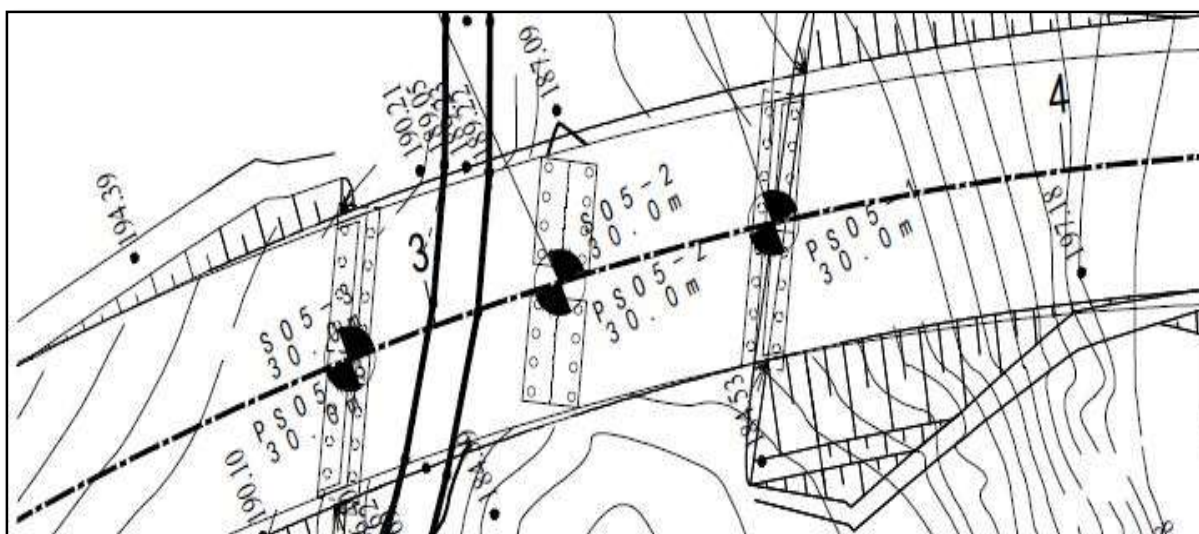


Figure 5: Plan de sondage(B.E.SEROR)

5. Tableau de Séisme (RPOA, 2008)

Tableau 1: Des coefficients d'accélération(B.E.SEROR)

Groupe	Zone I	Zone IIa	Zone IIb	Zone III	Remarques
1	0.15	0.25	0.3	0.40	Ouvrage d'art
2	0.12	0.20	0.25	0.30	Terrassement
3	0.10	0.15	0.20	0.25	Route locale

Selon les dispositions techniques des règles parasismiques applicables au domaine des ouvrages d'art (RPOA2008) , cette section est classée en Zone 1. Le coefficient de l'accélération sismique pour l'étude des travaux de terrassement (Groupe 2) retenu est $A=0.12g$. Pour le calcul de la stabilité générale du talus, le coefficient sismique horizontal est pris $K_h = 0.5$ et $A = 0.06$, le coefficient sismique vertical est pris $K_v = \pm 0.3$ et $K_h = 0.018$.

Règles parasismiques applicables au domaine des ouvrages d'art (RPOA2008) Groupe 2 : $A=0.12g$, $K_h = 0.5$, $A = 0.06g$, $K_v = \pm 0.3$, $K_h = 0.018g$.

III. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

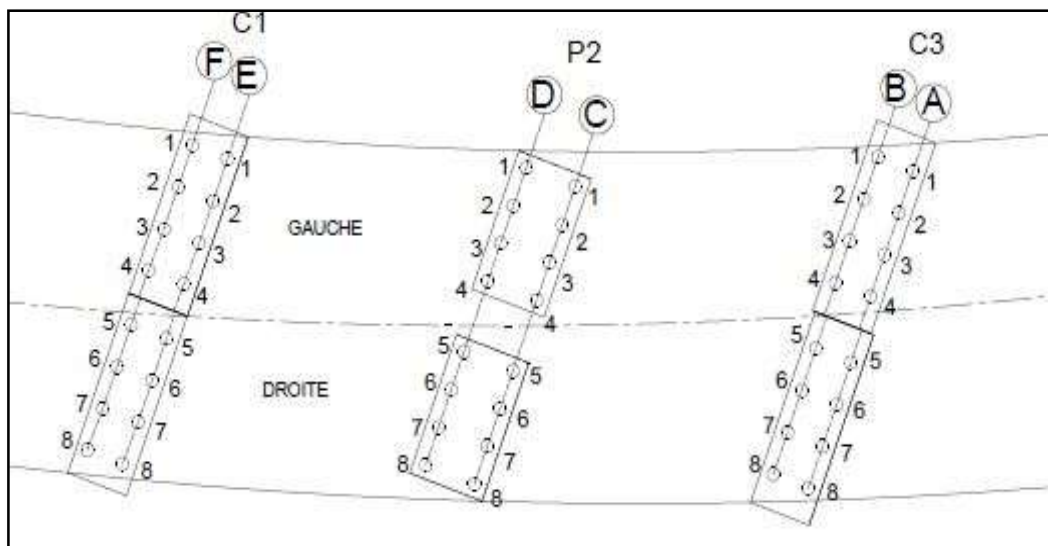


Figure 6: Plan d'implantation des semelles et des pieux(B.E.SEROR)

Le **profil en long** est, avec le **profil en travers** et le **tracé en plan**, un des trois éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'un ouvrage routier. Il est obtenu par élévation verticale dans le sens de l'axe de l'ouvrage de l'ensemble des points constituant celui-ci.

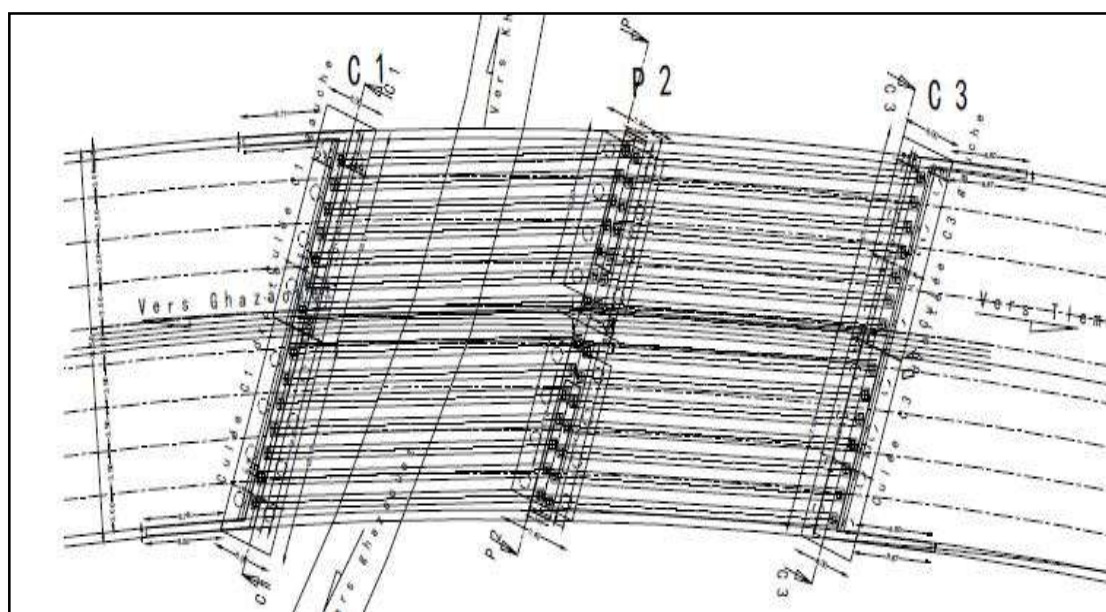


Figure 7: vue en plan(B.E.SEROR)

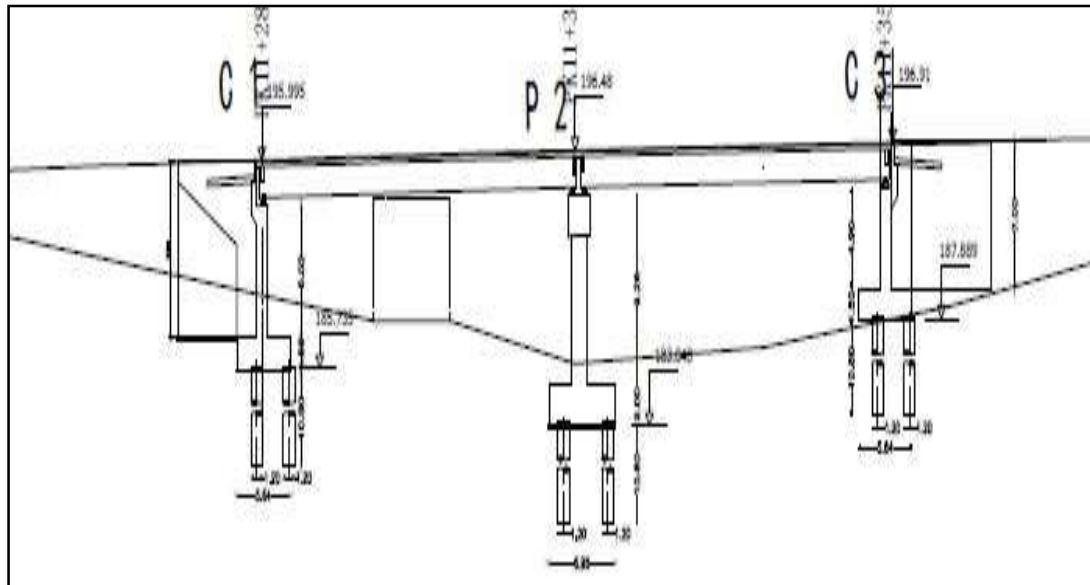


Figure 8: Profile en long(B.E.SEROR)

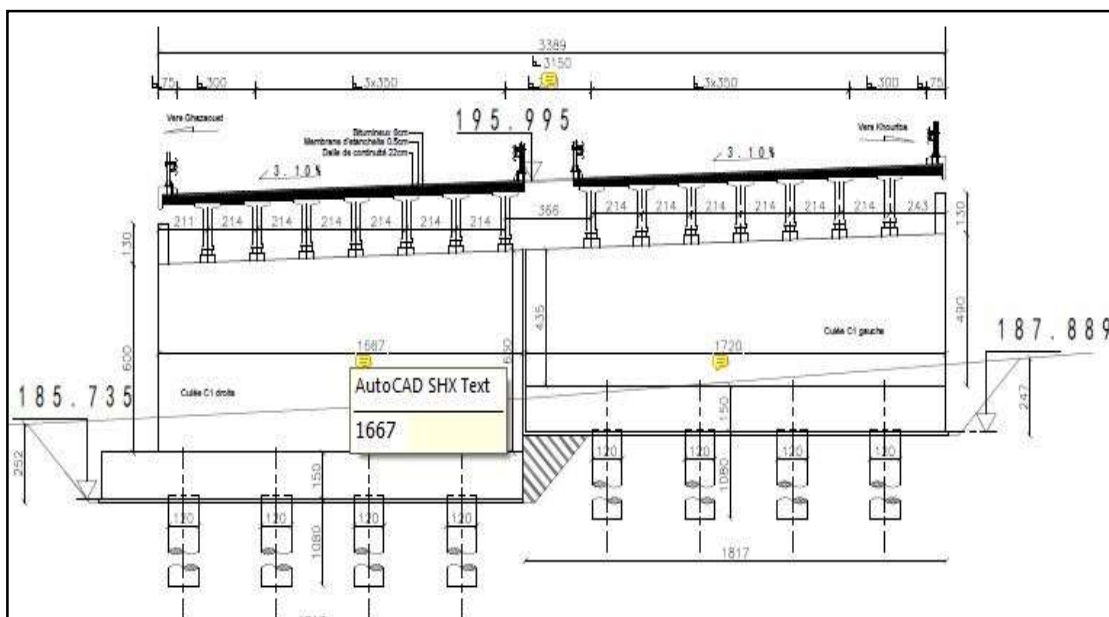


Figure 9: Profile en travers des culées 01(B.E.SEROR)

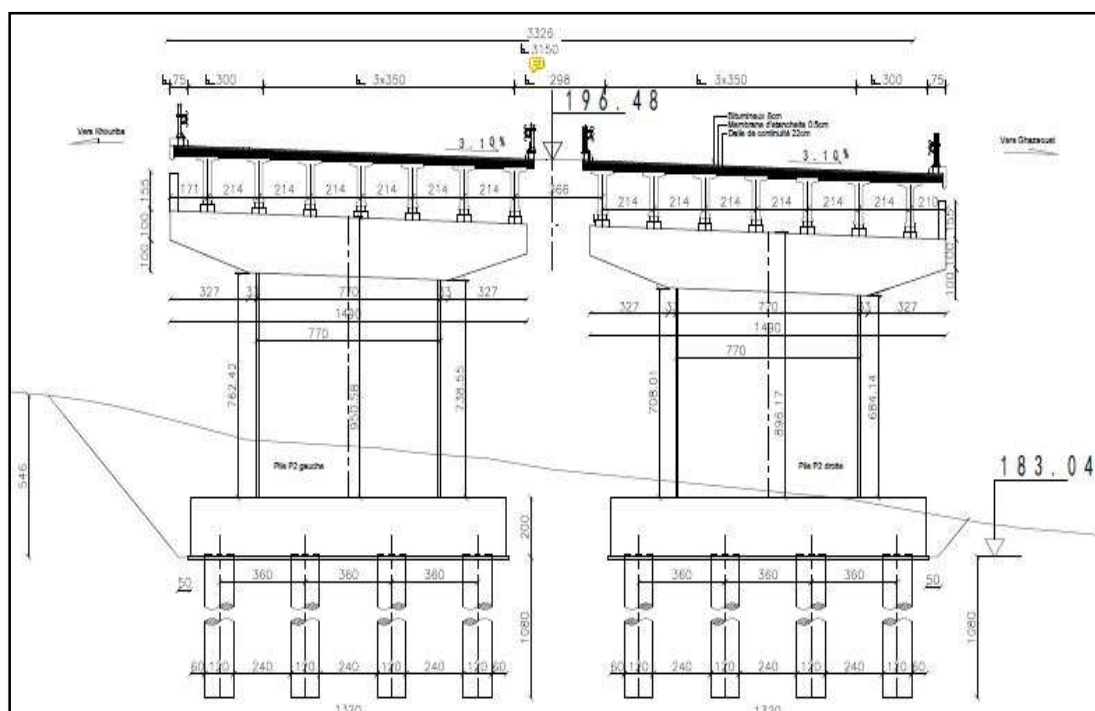


Figure 10: Profile en travers des piles(B.E.SEROR)

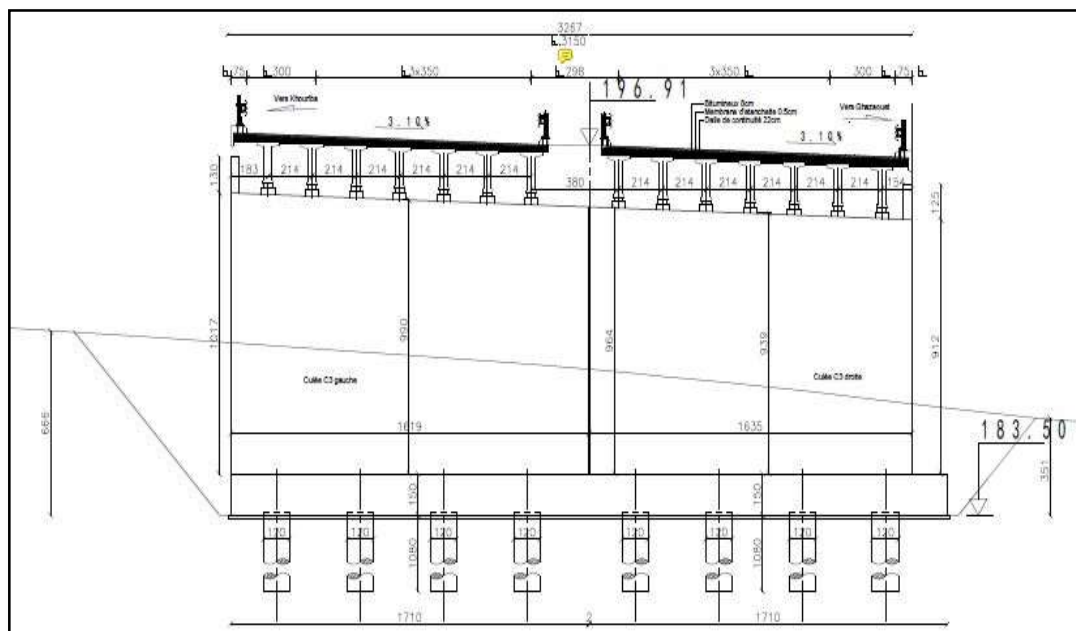


Figure 11: Profile en travers des culées03(B.E.SEROR)

IV. LES ACTEURS DE PROJET

1. Maître de l'ouvrage

Le maître d'ouvrage est la personne physique ou morale pour qui est réalisé le projet. Le projet est généralement une activité exceptionnelle pour le maître d'ouvrage ; son résultat est normalement destiné à satisfaire un besoin de son activité principale.

Le maître d'ouvrage a un rôle essentiel à tenir au cours du projet, dans les interactions avec l'architecte éventuel et le maître d'œuvre. Cependant, il n'a pas nécessairement les compétences ni surtout le temps qui lui permettrait de tenir ce rôle lui-même.

La maîtrise d'ouvrage est l'entité porteuse du besoin, définissant l'objectif du projet, son calendrier et le budget consacré à ce projet.⁴

Dans notre projet, l'ANA (l'agence nationale des autoroutes) qui représente le maître d'ouvrage, elle prise en charge des projets actuels et futurs en matière d'infrastructures autoroutières.

Les principaux livrables de l'ANA :

- Présente un document qui définit le résultat du projet (le cahier des charges).
- L'approbation du planning et du budget du maître d'œuvre(SEROR).
- La vérification de l'avancement du projet.
- La vérification des résultats du projet lors des différentes étapes concluant les phases du projet.
- La coordination du projet avec les projets connexes.
- Et l'établissement du bilan du projet.

2. Maître d'œuvre

La maîtrise d'œuvre ou maître d'œuvre (MOE) est la personne physique ou morale choisie par le maître d'ouvrage pour la conduite opérationnelle des travaux en matière de coûts, de délais et de choix techniques, le tout conformément à un contrat et un cahier des charges. Un maître d'œuvre ne peut pas effectuer de travaux.

Dans ce projet l'entreprise, SEROR présente le maître d'œuvre et l'entreprise d'exécution en même temps.

SEROR représente l'entreprise qui exécute le projet, elle est chargée de fournir l'infrastructure et les moyens nécessaires à la réalisation du projet, ses missions sont les suivantes :

⁴https://fr.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%A9trise_d%27ouvrage consulter le 03/03/2020.

- La définition et la conduite des travaux.
- L'établissement et la maîtrise du planning.
- La définition du système qualité.
- La communication au sein de son équipe et vers le MOA de l'avancement du projet.

3. Contrôleur technique et suivi (BCS)

Le contrôleur technique a pour mission de contribuer à la prévention des différents aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation d'ouvrages. Il intervient à la demande du maître d'ouvrage et donne son avis sur les problèmes d'ordre technique, dans le cadre du contrat qui le lie à celui-ci. Cet avis porte notamment sur les problèmes qui concernent la solidité de l'ouvrage et la sécurité des personnes.⁵

Dans notre projet: **EGIS** est pour les missions de contrôle et suivi des travaux, il représente le maître d'œuvre en permanence sur le chantier, surveille et contrôle l'exécution des travaux, surveiller et contrôle l'application des mesures de protection de l'environnement. **EGIS** garantit au maître d'ouvrage la maîtrise des coûts et des délais, ainsi que l'identification, l'évaluation et la proposition de mesures préventives pour donner à leurs clients toute la capacité de tenir les objectifs fixés à l'opération, quels que soient les aléas.

4. Le sous-traitant

Le sous-traitant est un entrepreneur indépendant lié par contrat avec l'entrepreneur principal. Le sous-traitant a une obligation de résultat envers l'entrepreneur principal, il répond de ses fautes et négligences envers le maître de l'ouvrage et des tiers.

5. Les acteurs externes

Il s'agit de tous les bénéficiaires de permission de voirie, ainsi que les services publics concédés

- ✓ Le service Électricité et Gaz
- ✓ Le service des eaux
- ✓ Les opérateurs téléphoniques
- ✓ Services transports urbains
- ✓ Services de ramassage des ordures.

⁵<http://www.houri-architecte.fr/les-missions-et-les-responsabilites-du-controleur-technique> consulter le 16/03/20

Tableau 2: Les acteurs de projets (ouvrage PK11+320)

Les acteurs de projet (ouvrage PK 11+320)	
Maître d'ouvrage	Ministère des Travaux publics et des Transports
Maître d'ouvrage délégué	Algérienne des autoroutes (ADA)
Entreprise de réalisation	SEROR
Bureau de contrôle et suivi	EGIS/LTPO
Bureau contrôle externe	LTPS

V. LE CYCLE DE VIE DU PROJET

1. Étape de cadrage

Cette première phase d'étude et d'analyse se nomme également : initialisation, démarrage ou encore avant-projet (avec des nuances dans le contenu suivant les approches utilisées).

Le projet est initialisé à partir d'un besoin (problème à résoudre ou opportunité à saisir), un objectif est défini, une analyse est menée pour identifier la meilleure façon de travailler sur la réponse à apporter.

Pour certains projets, des options de solution peuvent être évoquées dans un "business case". Une étude de faisabilité est alors menée pour choisir l'axe de travail.

2. Étape de conception et de planification

L'équipe projet définit dans le détail ce qui doit être fait, comment et avec quels moyens. Elle planifie dans le temps les étapes et la mobilisation de ressources.

Le chef de projet affine en particulier le budget financier en intégrant les différentes charges : prestations externes, support interne (lorsque des refacturations entre services sont appliquées), les moyens matériels et les autres achats.

Tous ces éléments sont consignés dans un plan projet comprenant :

- Une liste des grandes phases
- Les activités à mener, les dépendances entre les tâches et les différents jalons à travers un diagramme de Gantt les livrables.
- Un plan de communication projet.
- Un plan de gestion des risques.
- En complément, un plan qualité peut être construit afin de maîtriser le processus et ses livrables.

3. Étape de réalisation du projet

Il s'agit de la mise en œuvre concrète des éléments planifiés. Séances créatives, ateliers de travail, analyse de la valeur... le groupe projet œuvre dans la recherche et déploiement de solutions pour satisfaire les objectifs définis.

Le chef de projet contrôle l'avancée des activités, le respect du planning, des dépenses, des résultats au regard du plan projet initial et l'ajuste si nécessaire. Il suit attentivement le tableau de bord agrégeant les principaux indicateurs clés de performance pour s'assurer que l'exécution du projet reste dans les clous.

Régulièrement, il communique avec les parties prenantes : il les tient informées de l'avancée du projet et de toute dérive majeure.

Une fois toutes les opérations réalisées et validées, le client interne ou externe prend possession des livrables : livraison de solution, formation, etc.

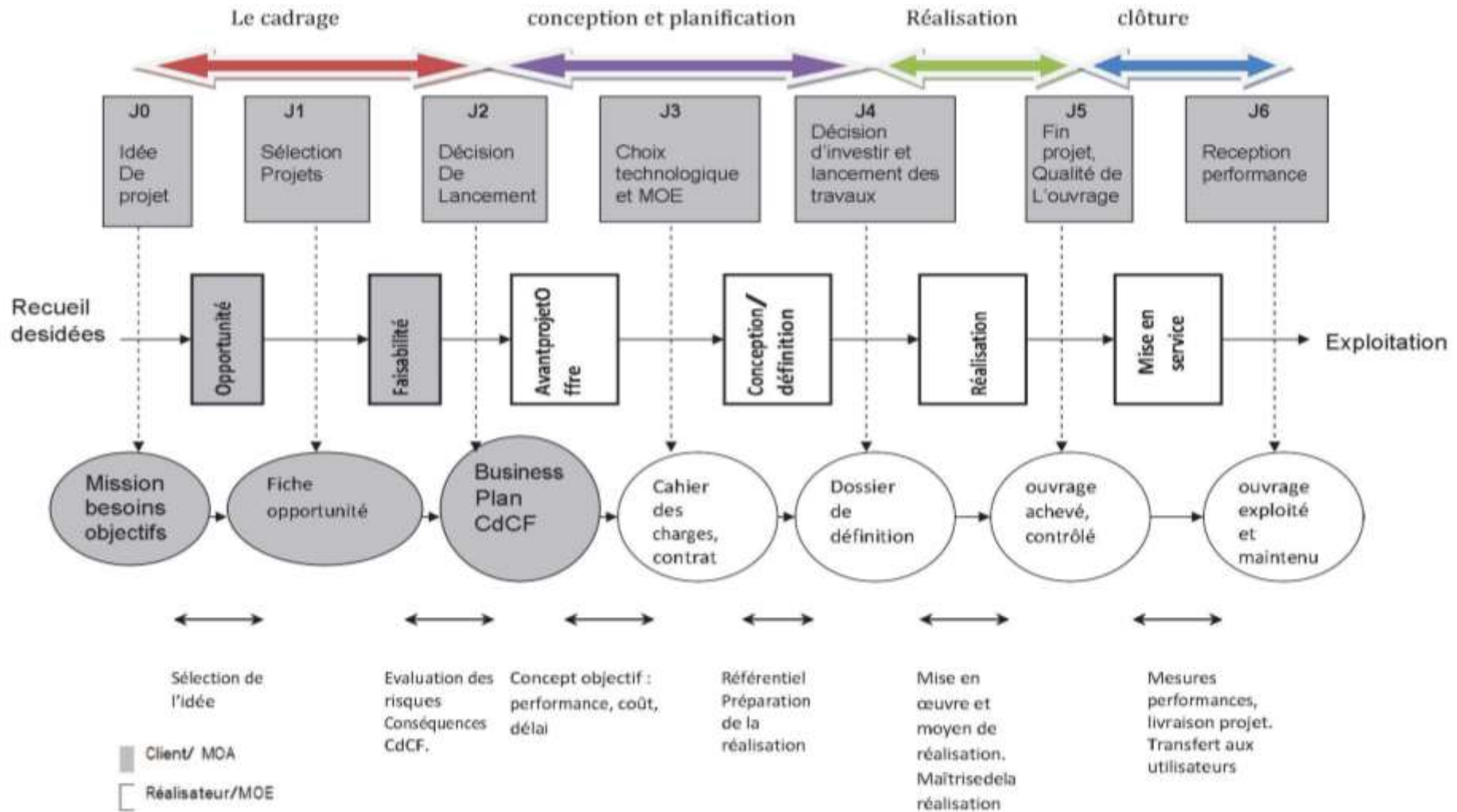
4. Étape de clôture

C'est l'heure du bilan et de l'organisation de la fin des travaux. Avec un l'objectif : capitaliser sur l'expérience récemment acquise.

Il est important de conclure proprement en organisant une réunion dédiée avec les principaux acteurs impliqués : parties prenantes, équipe projet, utilisateurs clés... Puis en rédigeant un bilan de synthèse pour garder en mémoire les points forts les points faiblesses les leçons à tirer de cette nouvelle expérience⁶.

⁶<https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/glossaire/cycle-de-vie-d-un-projet> consulter le 08/03/2020.

Figure 12: Phasage standard d'un projet : les phases et jalons (Gidel et Zonghero, 2006, p 51)



VI. PLAN D'INSTALLATION DE CHANTIER

Notre ouvrage représente un passage inférieur, donc le plan d'installation de chantier est très important pour définir les matériels nécessaires à la réalisation de l'ouvrage et analyser toutes les contraintes liées au site et à l'environnement.

Le chantier PK 11+320 se compose par :

- Les aires de réalisation des : terrassements, coffrages et armatures...
- Voie de déviation pour ne pas perturber la circulation (GHAZAOUET-EL ASSA).
- Les aires de grandes surfaces pour la préfabrication des poutres précontraintes.
- 2 grues mobiles (100 t) pour levage.
- Local pour changer de vêtements. Il est situé près du travail et à l'abri d'intempéries, propre, aéré et éclairé.

CONCLUSION

Après la présentation de projet et leur caractéristique et les parties prenantes on conclut par " pour avoir un bon projet il faut baser sur des reconnaissances intelligentes et des méthodes efficaces, mais aussi une entreprise expérimentée et un maître d'œuvre ou d'ouvrage « majeur » pour atteindre les objectifs fixés, car, encore une fois, la réalité qui les attend n'est pas et ne pourra être, entièrement prévue.

Insuffisance de données et incertitudes (tout ne se calcule pas en précision !) Sont des situations prédominantes en domaine travaux public notamment les gros ouvrages comme la réalisation des ponts, dans ce contexte, la gestion de projet est l'élément essentiel pour assurer une bonne réalisation de l'ouvrage.

Alors, dans le chapitre suivant nous allons faire une connaissance sur une partie de la gestion de projet qui comprend la planification, l'organisation, le suivi de la progression et la maîtrise de tous les aspects du projet.



CHAPITRE 02

INTRODUCTION

Tout projet a un début et une fin. Le début et la fin de celui-ci sont aussi importants l'un que l'autre.

Aucune tâche n'est entreprise sans qu'elle soit accompagnée d'un objectif, fût-il financier, temporel ou matériel donc avant de commencer à planifier, il est important de définir vos objectifs et de ne pas les perdre de vue lorsque vous établirez un plan de réalisation de votre projet.

La planification d'un projet se déroule à l'aide de moyens, avec une bonne préparation qui permet d'éviter les surprises et par conséquent d'en optimiser les chances de réussite.

Les contraintes de la planification d'un projet, il est normal de rencontrer trois types de contraintes: les contraintes entre tâches, les contraintes de dates et les contraintes liées à la réalisation de tâches en termes de besoin de ressources.

I. HISTORIQUE

La gestion de projet n'est pas une discipline moderne, car la racine de ses principes fondamentaux provient de la fin du dix-neuvième siècle.

On découvre comment les théories de gestion ont été influencées par plus d'un siècle de méthodologies scientifiques et pratiques contenu de cet article à partir du début des années 1960 la gestion de projet commence à prendre des racines dans sa forme, les entreprises ont commencé à réaliser l'utilité d'organiser le travail en projets.

Cette vision de l'organisation axée sur les projets s'est amplifiée lorsque les organisations ont commencé à prendre conscience de la nécessité essentielle pour leurs employés de communiquer et de collaborer dans un contexte professionnel impliquant plusieurs services et professions et, dans certains cas, l'ensemble des secteurs de construction.

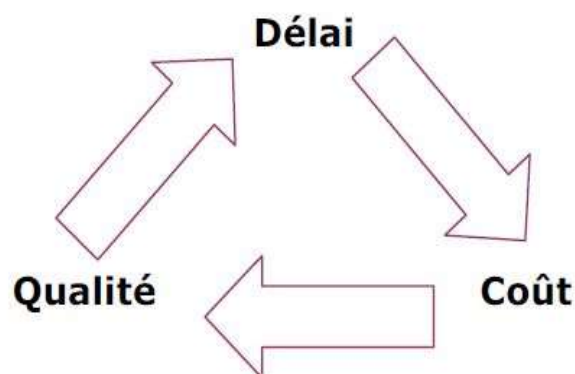


Figure 13: Objectifs d'un projet

Dans la dernière moitié du dix-neuvième siècle, le monde des affaires commençait à devenir de plus en plus complexe. Les décisions importantes à la base de la méthodologie de la gestion de projet furent motivées par les projets gouvernementaux à grande échelle. Ainsi, aux États-Unis, le premier grand projet réellement important fut la construction du chemin de fer transcontinental qui commença dans les années 1860. Brusquement, les chefs d'entreprise se sont trouvés face à la tâche impressionnante d'organiser le travail manuel de milliers de travailleurs, ainsi que le traitement et l'assemblage de quantités sans précédent de matières premières. Frederick Taylor (1856–1915) appliqua au travail un raisonnement scientifique en démontrant qu'il est possible d'analyser et d'améliorer le travail en le décomposant en parties élémentaires. Il mit en pratique ses réflexions dans les aciéries, pour les tâches de pelletage du sable et de manutention des pièces. Auparavant, la seule méthode utilisée pour augmenter la productivité consistait à exiger des ouvriers un travail plus difficile et plus long. Taylor a instauré le concept d'un travail plus efficace à l'encontre d'un travail long et difficile. Début du vingtième siècle l'associé de Taylor, Henry Gantt (1861 – 1919), étudia en détail l'ordre des opérations de travail. Ses études de gestion donnent un plan du son diagramme de Gantt, comprenant des barres de tâches et des marqueurs jalon, la séquence et la durée de toutes les tâches dans un processus. Diagrammes de Gantt avère un outil puissant d'analyse pour les gestionnaires qui leur est resté pratiquement inchangé presque cent ans. Il n'a pas été jusqu'à ce que le début des années 1990 que Microsoft Office Project tout d'abord ajouté les lignes de liaison à ces barres de tâches, illustrant plus précises interdépendances de tâches.



Figure14: Ligne de lien entre les barres de GANTT

Grâce à Taylor, Gantt et d'autres, la gestion de projet est devenue une fonction professionnelle à part entière qui nécessite des études et de la discipline. Au milieu du vingtième siècle, complexes pour le gouvernement et projets mis à jour.

Diagrammes de réseaux complexes, appelées réseaux PERT et la méthode chemin critique ont été introduites, donnant responsables de plus de contrôle sur les projets considérablement conçus et très complexes.

L'ensemble de ces techniques se sont répandues dans tous les secteurs de l'industrie et la construction, à mesure que les chefs d'entreprise recherchaient de nouvelles stratégies et méthodes de gestion pour gérer leur développement dans un monde fortement évolutif et compétitif.

Au début des années 1960, les entreprises ont commencé à appliquer les théories des systèmes généraux aux interactions entre les entreprises⁷.

Aujourd'hui, divers modèles d'entreprise se sont développés au cours de cette période, partageant une structure sous-jacente commune : un responsable de projet gère le projet, met en place une équipe et garantit l'intégration et la communication du workflow horizontalement dans les différents services de l'entreprise. Au cours des dix dernières années, la gestion de projet a continué à évoluer.

II. PLANIFICATION ET ORDONNANCEMENT

Planification et ordonnancement sont une phase essentielle du projet. Il s'agit d'identifier dans un horizon de temps le meilleur découpage et enchaînement des tâches indispensables à la réalisation du projet. Pour cela, l'équipe projet dispose de quelques outils comme le Works Breakdowns structure (WBS) pour découper rationnellement le projet et les diagrammes de Gantt, Pert ou CPM pour planifier et ordonnancer les tâches du projet ainsi fractionné.

1. Les étapes détaillées de la phase de planification

- Découpage en fonctions : 1er niveau
- Définition du plan : grandes lignes
- Définition détaillée des tâches
- Composition des équipes
- Définition des responsabilités
- Établissement de la table de précédence
- Estimation des temps de réalisation
- Génération du PERT (définition des dates)
- Ajustement jusqu'à concordance des dates (petite boucle)
- Ajustement avec la disponibilité des ressources (grande boucle)⁸

2. Objectifs

⁷<https://support.office.com/fr-fr/article/Bref-historique-de-la-gestion-de-projet-A2E0B717-094B-4D1E-878A-FCD0978891CD> consulté le 12/02/2020

⁸<https://www.piloter.org/projet/methode/planifier-ordonnancer.htm> consulté le 13/02/2020

Les objectifs de la planification et de l'ordonnancement sont :

- Identifier les tâches et sous tâches sont exécutées en série et/ou en parallèle.
- Déterminer les tâches critiques et le chemin critique.
- Affecter les ressources aux tâches.
- Déterminer la durée du projet.
- Suivre et communiquer l'avancement de projet.

3. Méthodologie de planification

L'organigramme des tâches du projet (OTP) ou WBS (*Works Breakdown structure*)

Le WBS (*Works Breakdown Structure*) défini et supporté par le PMI (*Project Management Institute*) est une méthode de découpage hiérarchique du projet en composants élémentaires⁹.

Elle se présente sous forme d'organigramme dont le premier niveau est le projet entier, dans les niveaux suivants le projet est découpé de façon arborescente.

Les éléments du deuxième niveau sont souvent les livrables. Les éléments qui se trouvent dans les autres niveaux de la WBS sont appelés tâches et sous tâches.

Il a pour but de décrire l'ensemble du projet en offrant une vision globale des tâches à réaliser.

Il permet aussi de :

- Donner une vision du projet commun à tous les acteurs.
- Organiser et maîtriser les tâches à effectuer.
- Décrire et gérer les budgets alloués.
- Décrire et maîtriser le produit pendant son développement.
- Maîtriser la documentation du projet.

⁹<https://www.piloter.org/projet/methode/wbs.htm> consulter le 15/02/2020

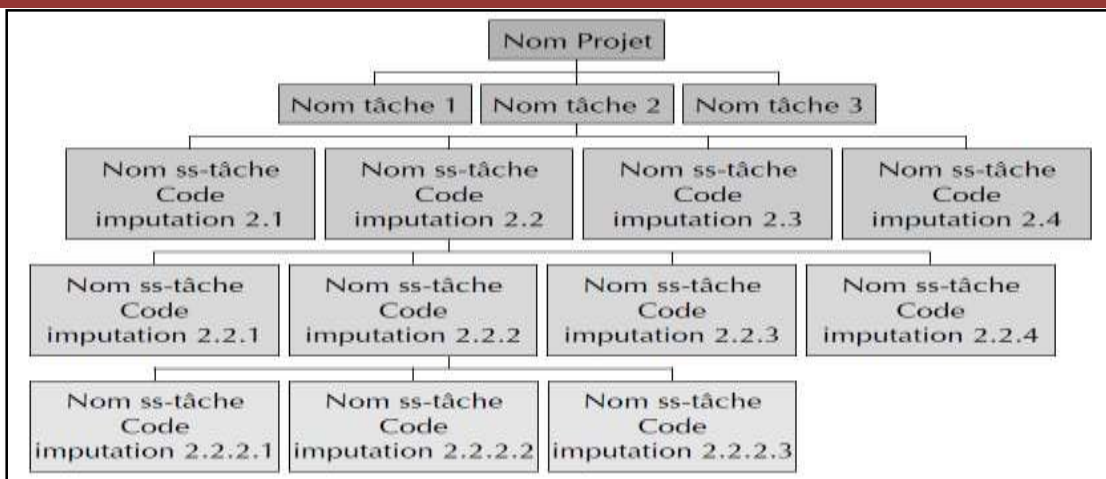


Figure 15: exemple d'un WBS (HENRI GEORGE MINYEM, 2007)

Le WBS permet d'obtenir une représentation globale d'un projet. Cette clarté permet d'avancer de manière plus sereine, mais aussi de maintenir la motivation en « cochant les cases » au fur et à mesure. Si votre projet nécessite des ressources financières, il permettra aussi d'identifier les coûts de chaque étape. En effet, vous pouvez facilement associer un budget à chaque tâche, mais aussi un coût en termes de temps. Cela vous donnera une meilleure idée de l'investissement que représente ce projet (même s'il n'est pas toujours évident d'anticiper parfaitement les coûts de certaines tâches).

Par ailleurs, si la réalisation d'une tâche prend du retard, vous saurez immédiatement quels autres éléments sont impactés. Lorsqu'on réalise un projet à plusieurs, cela permet de répartir l'effort et d'ajuster le tir assez rapidement.¹⁰

4. Les méthodes de la gestion de projets

4.1. Le diagramme de GANTT

le diagramme de Gantt est la plus ancienne des trois techniques de planification. il est créé par Henry Gantt en 1917, cet outil permet la planification optimale du projet dans le temps avec une modélisation, l'ordonnancement des tâches et la répartition des ressources au cours de cette planification, et ce de la meilleure manière possible afin de permettre une visualisation des coûts et des délais nécessaires à chaque étape du projet et de gérer plus facilement les imprévus et les conflits. et cela à travers une représentation graphique.

Dans l'élaboration d'un diagramme de GANTT, il est nécessaire de représenter les éléments suivants¹¹ :

- En abscisse (colonnes) les unités de temps (exprimés en mois, semaines ou jours)
- En ordonner (lignes) les différents postes de travail ou les différentes tâches.

¹⁰<https://se-realiser.com/work-breakdown-structure-wbs/> consulter le 15/02/2020

¹¹ BELAID, (Mohand cherif) : « le management de projets mise en œuvre avec MS-Project », pages bleues internationales, Alger, 2010, P.35

Cette modélisation peut être réalisée avec un simple tableur, mais le plus souvent elle est conçue avec un outil informatique connu qui est le Microsoft Project. Son seul inconvénient est qu'elle ne se prête pas à la planification de trop nombreuses tâches.¹²

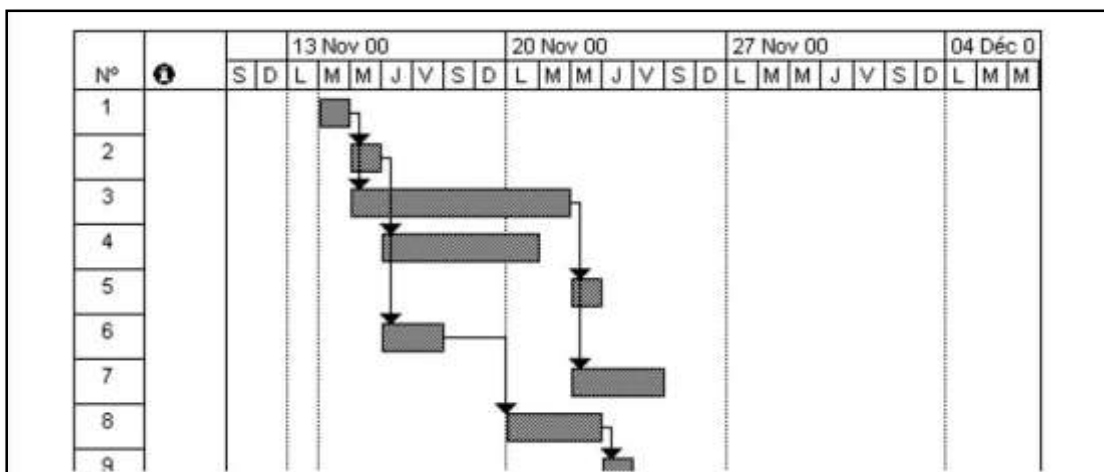


Figure 16: exemple diagramme de Gantt

Les tâches sont représentées par des "barres" dont la longueur correspond à la durée. Sur ce diagramme dit "flécher" les liens d'antériorité entre les tâches sont représentés par des flèches.

Par exemple la tâche 8 ne peut commencer que lorsque la tâche 6 est finie

4.2.La méthode CPM (Critical Path Method)

La méthode du chemin critique ou réseau des antécédents (précédence Diagramming méthode) représente la séquence la plus longue d'activités du début à la fin du projet qui devrait être lancée et terminée exactement comme prévu, elle a été créée en 1957 par M. R. Walker et J. E. Kelley et a servi de support à la création de la méthode PERT.¹³

Cette méthode rajoute une dimension de coût et prend en considération la relation coût délai afin d'optimiser les coûts du projet. Dans cette méthode :

- Chaque activité est représentée par une boîte.
- Les activités sont liées entre elles par des liaisons de dépendances représentées par des flèches. Afin de mettre en avant la chronologie du projet.

¹² Mlle. BENARBIA Sarah : « Stratégie de la gestion des délais dans la gestion de projet d'une entreprise publique dans le secteur sidérurgique (Cas : BATIRIM Spa) », 2014/2005, université d'Oran 2

4.2.1. Marge libre et marge totale

Il convient ici de faire la différence entre la marge libre et la marge totale.

- **Marge libre**

C'est la marge à disposition après une certaine tâche sur laquelle on peut empiéter sans retarder aucune autre tâche successeur.

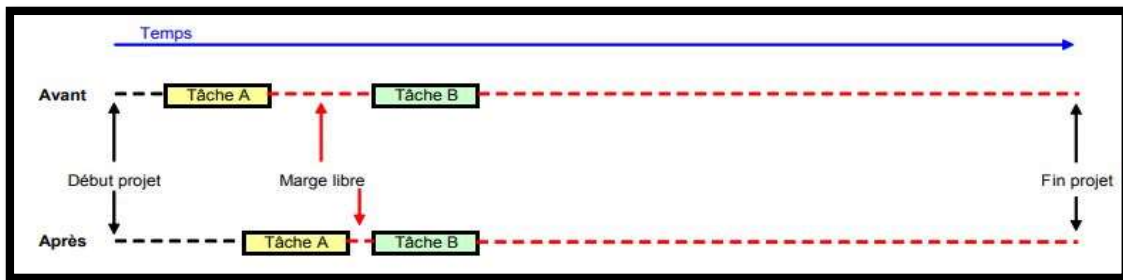


Figure 17: Marge libre

La tâche A dans avant n'a pas encore bougé. Dans après, la tâche A a bougé vers la droite, consommant sa propre marge sans influencer quoi que ce soit sur la Tâche B.

$$\text{Marge libre}_{j-1} = \text{ES}_j - \text{EF}_{j-1}$$

- **Marge totale :**

La marge totale représente la somme des marges libres. La marge totale est également le délai dont on peut retarder une tâche sans retarder la fin du projet.

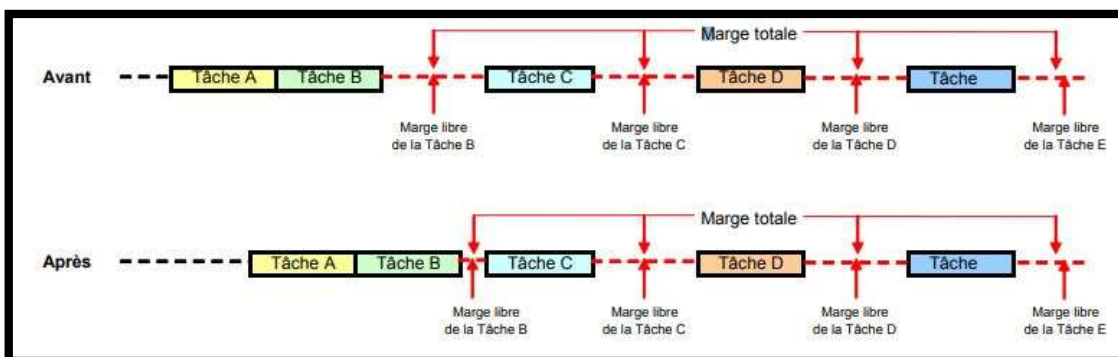


Figure 18: Marge totale

Dans cet exemple, la tâche A a dû être repoussée vers la droite dans le temps. Elle a donc "mangé" la marge libre de la Tâche B. naturellement, la Marge totale a été raccourcie d'autant. Dans les deux cas, le fait de bouger des tâches vers la droite n'a aucune influence sur la date de fin du projet¹⁴.

Marge totale=LF-EF ou LS-ES

Remarque

Selon le PMBOK chaque tâche définit par quatre paramètres principaux :

- Début au plus tôt (ES) : le temps plutôt possible pour le commencement d'une tâche.
- Fin au plus tôt (EF) : le temps plutôt possible pour la fin d'une tâche.
- Début au plus tard (LS) : le dernier moment possible sur lequel une tâche peut commencer.
- FIN au plus tard (LF) : le dernier moment possible sur lequel une tâche peut finir.

4.3.La méthode PERT

PERT signifiant (Program Evaluation and ReviewTechnic), est née aux États-Unis en 1958, en pleine guerre froide, les états unis décident à ce moment de fabriquer un système d'armes puissant connu sous le nom de « polaris » , lui permettant de répondre à ses besoins de l'époque pour le compte de la marine américaine, ce qui représentait un projet important.

Les parties prenantes de ce projet, notamment les responsables ont jugé que la gestion des contraintes et les préoccupations organisationnelles (notamment les contraintes de délais) étaient privilégiées aux préoccupations techniques, cet élément marqua la naissance de la méthode PERT, qui s'est faite par la navy américaine et deux cabinets de conseil. Et qui a permis la réalisation de ce projet en cinq années au lieu des sept années prévues. Cette méthode consiste à modéliser les projets en organisant les tâches en fonction de leurs dépendances et de leur chronologie, elle comprend à cet effet les trois éléments suivants :

4.3.1. Les tâches

Une tâche est une activité exercée dans le cadre de la réalisation du projet, à chaque tâche est associé un code et une durée, il est possible de distinguer¹⁵ :

- Tâche fictive : représentée par une flèche en pointillés et permet d'indiquer les contraintes d'enchaînement entre certaines étapes
- Tâche consécutive : tâches qui se suivent
- Tâches antécédentes : tâche immédiatement antérieure à une autre.

¹⁴https://cyberlearn.hes-so.ch/pluginfile.php/201211/mod_resource/content/0/marges_libres_et_totales.pdf

¹⁵BELAID, (Mohan Cherif) :Op.cit., P.37.

4.3.2. Les étapes

Chaque tâche est composée d'un nombre d'étapes, chaque tâche a un début et une fin en l'occurrence une étape de début et une étape de fin, et chaque étape de fin constitue l'étape de début de la tâche suivante, car une tâche ne peut commencer si la précédente n'est pas terminée.

4.3.3. Réseau

Il sert à créer la connexion entre les tâches et les étapes. Comme c'est le cas pour tous les processus et les méthodes, la méthode PERT doit obéir à une démarche spécifique qui est la suivante:

- Établissement d'une liste de tâches (précise et détaillée)
- Détermination des tâches antérieures
- Construction des graphes partiels
- Regroupement des graphes partiels
- Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin
- Construction d'un réseau.¹⁶

5. Représentation graphique des tâches dans un réseau

5.1. Tâches successives

L'ensemble des tâches qui se succèdent immédiatement dans le temps sont représentées par des flèches qui se suivent.



Figure 19: Représentation des tâches successives- réseau PERT

5.2. Tâches simultanées

Deux tâches qui commencent en même temps et s'exécutent en même temps sont dites simultanées, et sont représentées chacune par une flèche dont le point de départ est une seule et même étape.

¹⁶ <http://concept.va.over-blog.com/article-37136015.html> consulté le 20/02/2020

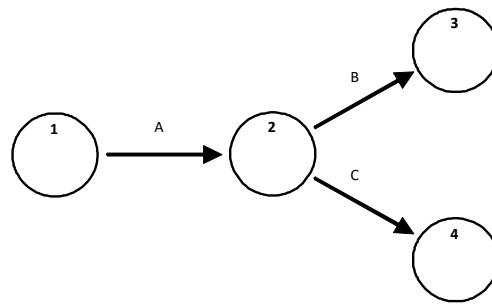


Figure 20: Représentation de tâches simultanées

5.3. Tâches convergentes

Deux tâches qui s'exécutent en même temps et s'achèvent en même temps, sont dites convergentes et sont représentées chacune par une flèche dont le point d'arrivée est une seule et même étape.

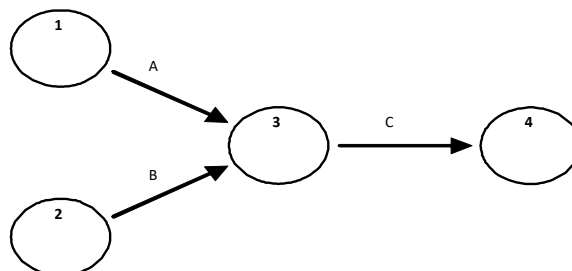


Figure 21: Représentation de tâches convergentes

5.4. Tâches fictives

Une tâche fictive est représentée par une flèche à trait pointillé, sans aucune indication de lettre (ou nom) et de durée.¹⁷

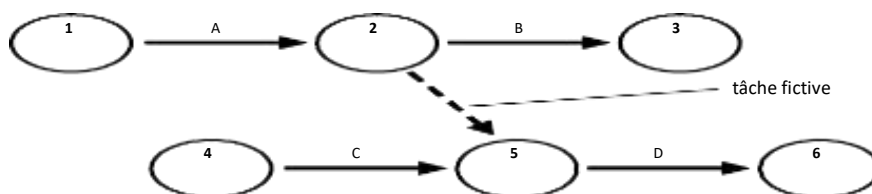


Figure 22: Représentation d'une tâche fictive

¹⁷ v1.2.0.0 – 05/08/2009

III. SUIVI D'UN PROJET

Introduction

La planification détermine le cours de la réalisation du projet. Les activités de suivi du projet ramènent le projet sur la voie du succès, car elles permettent de déterminer où nous serons réellement à la fin du projet au moyen de procédures régulières. Un suivi du projet qui maintient des informations fiables et à jour, il réduit les effets de ces risques.

1. Plan de surveillance : suivi et mise à jour

En cours de surveillance des travaux, une attention particulière doit être accordée aux éléments suivants :

- le plan de surveillance approuvé par le gérant de projet doit être appliqué et tenu à jour tout au long des travaux.
- L'équipe de surveillance mise en place doit avoir une bonne connaissance des documents contractuels, des lois et règlements en vigueur, ainsi que les guides produits par le Ministère.
- Les travaux réalisés par l'entreprise doivent être conformes aux documents contractuels.
- Le suivi de l'avancement des travaux doit permettre de vérifier que l'entreprise respecte ses échéanciers.
- le journal de chantier doit être tenu quotidiennement¹⁸

2. Objectifs

Le suivi aide à déterminer l'emploi le plus efficace et le plus utile que l'on puisse faire des ressources. Il est indispensable pour tirer des conclusions objectives concernant la mesure dans laquelle on peut dire que les travaux ont « réussi ». Le suivi et évaluation fournit les données nécessaires pour guider la planification stratégique, pour concevoir et exécuter les projets, et pour mieux allouer et réallouer les ressources.¹⁹

¹⁸Guide de surveillance, chantier d'infrastructures de transport

ISSN 1484-8554 ISBN 978-2-550-60474-7

¹⁹<https://www.endvawnow.org/fr/articles/331-pourquoi-le-suivi-et-valuation-est-il-important-.html>

3. Les outils de suivi de projet

Nous venons de les aborder succinctement, les voici plus en détail.

3.1.Le cahier des charges

Il a pour objectif de mettre par écrit toutes les demandes du client, ou de la direction pour les projets en interne, afin de servir de référentiel quant aux objectifs à atteindre. Il pose donc un cadre permettant de :

- déterminer les délais et les échéances à honorer.
- Surveiller les dépenses et la répartition des coûts.
- Respecter les objectifs fixés en termes de qualité.

3.2.Les rapports et comptes rendus

Surtout pour les projets qui demandent des interventions sur le terrain et un suivi de chantier, pour un suivi optimal, quel que soit le type d'activité.

3.3.Les réunions de suivi

Des réunions rapides, mais régulières, en face à face, pour déterminer les tâches et les actions correctives à envisager en priorité.

Cette gestion du projet en cycle court diminue l'effet tunnel et permet d'avoir une meilleure visibilité et un meilleur taux de réactivité face aux imprévus. Toutes les parties prenantes au projet savent qui fait quoi et où chacun en est.

3.4.Le tableau de bord

Le tableau de bord est un outil proactif et méthodologique pour suivre de près vos projets. Il permet de voir instantanément toutes les données clés, les objectifs, les contraintes, les ressources et d'anticiper les problèmes éventuels.

À terme, il sert aussi de reportant pour comprendre les axes de progrès du management.

Pour l'élaborer et opter pour des indicateurs clés de performance réalistes, mesurables et définis dans le temps, posez-vous les bonnes questions, par exemple :

- Les délais de réalisation ou de livraison du projet seront-ils respectés ?
- Le budget alloué a-t-il été dépassé ?
- La progression du projet est-elle satisfaisante ?
- Les ressources sont-elles utilisées comme convenu ?

Les indicateurs de suivi de performance sont indispensables à la conduite d'un projet, ils vous aident à évaluer une situation à un instant T, pour prendre une décision adaptée.

3.5.Le diagramme de Gantt

Le diagramme de Gantt est un autre outil de visualisation très apprécié. Il permet notamment de :

- planifier
- suivre
- analyser.

Les activités et la charge de travail de chacun des membres de votre équipe.

Comment ? En présentant graphiquement l'avancement des tâches et leurs échéances, avec la liste des activités (en ordonnée) et les unités de temps (en abscisse).

À chacune de ses tâches peuvent être liées :

- des ressources (moyens humains ou matériels).
- Des connexions (avec d'autres tâches).
- Des dates (de début et de fin).²⁰

4. Outils d'aides à la planification et au suivi de projet

Les deux principaux outils utilisés pour la réalisation de plannings et le suivi de projet sont MS Project2016 et Excel.

MS Project 2016 est un outil complet de gestion de projet qui permet de bâtir un planning très rapidement et de piloter les gros projets comme les petits. Il offre en outre la possibilité de faire des présentations graphiques personnalisées avec les affichages GANTT / PERT /CALENDRIER.

La version2016 de MS Project utilise les technologies d'Internet pour améliorer la communication des informations relatives à un projet et permet d'informer les intervenants et de leur faire saisir le réalisé.

Si l'outil MS Project n'est pas utilisé pour la planification et le suivi de projet, le planning peut être réalisé à l'aide d'un tableau Excel par exemple. Dans ce cas, le document "planification et suivi de l'avancement" pourra être utilisé. Son contenu est détaillé dans le paragraphe suivant.²¹

²⁰<https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/suivi-de-projet>

²¹ [CNRS/DSI/conduite-projet/developpement/gestion-projet/guide-planfi-suivi-projet](https://www.cnrs.fr/fr/DSI/conduite-projet/developpement/gestion-projet/guide-planfi-suivi-projet)

5. La consistance de la phase assistance technique et suivie des travaux

Le bureau d'études aura pour mission d'assurer l'assistance et le suivi technique des travaux : pour ce faire, il mettra en place un technicien permanent identique à celui présenté lors de l'établissement de l'offre technique du BET et ne peut être changé sans l'accord du MO.

L'ingénieur fera des missions hebdomadaires et établira la situation et les procès-verbaux d'avancement des travaux.

Le B.E.T assurera :

- L'organisation et tenue des réunions de chantier, la rédaction et l'envoi des comptes rendus de ces réunions à tous les intervenants. Avec information systématique du Maître d'Ouvrage sur l'état d'avancement des travaux.
- La conformité de l'exécution des travaux aux prescriptions des pièces contractuelles, en matière de qualité, de quantité de délais et de coût.
- La conformité du ferrailage et délivrance du bon à couler des principales structures en béton.
- La confirmation par le biais de son Ingénieur habilité de la bonne implantation du projet, la vérification de tous les niveaux pour la totalité des ouvrages ainsi que tout travail topographique nécessaire à la vérification de la bonne marche des travaux de réalisation.
- L'actualisation du planning autant de fois qu'il sera nécessaire en cours des travaux. le planning sera soumis à l'acceptation des différentes entreprises, et à l'approbation du Maître d'Ouvrage.
- L'interprétation des différents résultats des essais en cours de chantier.
- Vérification des états quantitatifs mensuels établis par l'entrepreneur qui doit être accompagné des attachements signés contradictoirement par l'entreprise et le BET ainsi que les métrés qui en résultent.
- Vérification des bordereaux de prix supplémentaires et avenants éventuels qui en découlent.
- L'élaboration de tout plan complémentaire ou note de calcul complémentaire due à une modification ou à une simple demande de détail supplémentaire de la part du maître d'ouvrage.
- La rédaction des rapports mensuels illustrant l'état d'avancement du projet.
- La réception provisoire des ouvrages exécutés.
- La réception définitive des ouvrages exécutés.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a déterminé de principaux piliers fondateurs de la gestion de projet, son rôle, ses outils et ses principales fonctions, la compréhension la des concepts, aussi l'application des règles qui régissent la gestion de projet.

La planification et suivi parmi les problèmes souvent rencontrés au différent projet dans notre pays, qui sont représentés par les dépassements des délais et des budgets, et difficultés techniques dans le cycle de vie de projet, des manques de ressources et de communications.

Dans le chapitre suivant, on va faire la planification de notre projet de réalisation de la liaison autoroutière reliant le port de GHAZOUET à l'autoroute Est-Ouest sur 41km-1er tranche sur 13km PI au PK 11+ 320.



CHAPITRE 03

INTRODUCTION

En gestion de projet, la planification est une étape incontournable et essentielle pour réussir notre projet. Pour résumer, il s'agit d'identifier les tâches à réaliser, de les hiérarchiser, de définir leur durée et leur échéance et de leur attribuer des ressources.

La planification nous force à prendre en compte tous les aspects de notre projet et à réfléchir aux différentes étapes. C'est une phase délicate qui dépend beaucoup de la complexité du projet dont nous sommes responsables.

On va appliquer ces démarches de planification sur l'ouvrage Pk11+320 pour établir le calendrier et le coût du projet en respectant la performance.

I. LA GESTION DE DÉLAIS

On va utiliser la méthode « manuelle » et la plus classique, qui reste encore la meilleure. On commence par un découpage du projet pk11+320 aux tâches et sous tâches. Ensuite chaque tâche est soigneusement évaluée en équipe, impérativement avec tous ceux qui seront chargés de la réalisation de cette tâche es précis.

1. Le WBS (work breakdown structure) (VOIR ANNEX B)

On va décomposer l'ouvrage en 4 grandes phases de réalisation ordonnée :

- L'installation et organisation de chantier
- Infrastructure de l'ouvrage pk11+320
- La superstructure de l'ouvrage pk11+320
- Les équipements de l'ouvrage pk11+320

Ce découpage aboutit sur des sous-projets (ou phases) organisés sous forme d'arborescence et représentant des livrables ou des tâches à mener. Plusieurs visions s'affrontent sur ce dernier point. Pour certains un WBS ne devrait contenir que des livrables.

1.1. L'installation et l'organisation de chantier

Notre chantier composé de 3 grandes parties :

1.1.1. Chantier Pk11+320

Sa position sur la RN 99, l'accès de chantier est facile pour tous les types de véhicule et engin il représente le lieu où s'effectuent des travaux, est à la fois le lieu où l'on construit, et la réalisation même de la construction projetée, dans un délai donné. Il est limité dans le temps et dans l'espace, et sera pratiquement toujours différent des

chantiers précédents. Il faut donc chaque fois repenser le problème de son organisation.²²

On changeant l'organisation de ce chantier en fonction de type de la tâche réalisée ainsi que chaque tâche est diverse à l'autre dans la méthode de fonctionnement et toutes les ressources nécessaires en moyens humains, matériels et matériaux.

L'installation de ce chantier est faite par ces phases successives

- réalisation de la voie de déviation.
- Débroussage de la terre végétal.
- Terrassement général et étalage des assiettes.
- Montage des panneaux de clôture.
- Réalisation de poste police.
- Réalisation de vestiaires et un sanitaire.
- Préparation des aires de stockage et de préfabrication de poutres précontrainte
- préparation d'atelier de ferrailage.
- Préparation d'un parking pour engins et véhicules.
- Positionnement des panneaux de Signalisation.

Remarque

La base technique et la base de vie sont utilisables pour plusieurs chantiers.

1.2. Infrastructure de l'ouvrage PK 11+320

Constitué des fondations, culées, qui sont les appuis extrêmes et les piles qui sont des appuis intermédiaires.²³

Elle transmet au sol les actions provenant du tablier de l'ouvrage. Elle est en béton armé.

1.2.1. La réalisation des 2 piles intermédiaires « P2_{gauche} et P2_{droite} »

Elles comportent les phases principales suivantes :

- Les travaux de l'implantation et terrassement.
- La fondation qui représente 2 massifs de semelle chacune repose sur 8 pieux forés à la boue de 12m de longueur.
- Les 2 fûts de pile, des voiles de section rectangulaire reposant éventuellement sur les 2 massifs de semelle.

²²Cours organisation de chantier, chapitre1, Mr BENAMAR Abderrahmane Univ Tlemcen Départ. G.C.

²³ <http://www.africmemoire.com/part.2-chapitre-i-generalites-sur-les-ponts-1121.html>.

- La réalisation des chevêtres.
- La réalisation de dés d'appuis (buttés sismique) sur laquelle s'appuie le tablier.

1.2.2. Les culées

Ce sont les Appuis d'extrémité « C1 et C3 », elles assurent le soutènement du remblai d'accès à l'ouvrage pk 11+320.

La réalisation des culées passe par les étapes suivantes :

- Les travaux de l'implantation ensuite les terrassements.
- Une fondation de chaque culée comporte deux semelles reposant sur 16 pieux forés de 12m de profondeur.
- Un mur de front, sur lequel s'appuie le tablier et qui assure la stabilité du remblai d'accès.
- 2 murs en retour, qui assurent le soutènement des remblais latéralement pour chaque culée.
- La réalisation de mur garde-grève pour C1 et C2.
- La réalisation des dés d'appuis (partie supérieure de chaque culée) sur laquelle s'appuie le tablier.

1.3. Superstructure de l'ouvrage PK11+320

Est constitué du tablier, des poutres et des entretoises, des dalles de transition au niveau des culées.

Le tablier de l'ouvrage est formé de 2 travées indépendantes, constituées chacune par 2 parties, chaque partie constituée de 7 poutres préfabriquées de hauteur constantes, précontraintes par 3 câbles, entretoisées à l'extrémité, et reliées entre elles par des dalles en béton armé coulées en place.

Sa portée s'étend de 33.4 m, L'élançement économique des poutres est de 1/17ème ce qui nécessite de disposer d'une hauteur de tablier relativement importante de 1.5 m.

Dalle de transition entre la culée et le tablier de l'ouvrage avec des joints d'expansion et de contraction à longue durée de vie, pour assurer l'absorption des mouvements d'expansion et de contraction du tablier d'un pont.

La construction de tablier se fait travée par travée. La préfabrication des poutres se fait sur chantier. On suivre les étapes suivantes:

- La pose des appareils d'appuis et les plaques métalliques.

- La pose des poutres précontrainte se fait par levage traditionnel (2 grues).
- Réalisation des entretoises coulées sur place.
- Positionnement des coffrages perdus et les prédalles.
- Positionnement des coffrages de la dalle.
- Montage de ferrailage de différentes parties.
- Coulage de la dalle "hourdis".
- Réalisation de la dalle de transition.

2. Les équipements de l'ouvrage pk11+320

Pour finaliser l'ouvrage, après plusieurs mois, l'ultime étape consiste à poser les différents équipements de l'ouvrage pk 11+320

Cette phase se compose au plusieurs tâches sont :

- Positionnement des corniches et réalisation des trottoirs
- Installation de réseau d'assainissement
- Installation des glissières de sécurité de niveau H3-16t et la Norme1317 (1.2) qui destinées à atténuer les conséquences, pour le véhicule et ses occupants, d'une sortie accidentelle de la chaussée.
- La pose d'enrobé sur le tablier de l'ouvrage, qui représente un bitume très spécialisé de 3 couches dont ses caractéristiques intrinsèques lui permettent de résister aux dilatations du tablier. Ainsi, même avec quelques déformations de l'acier, le bitume ne se fissurera pas et restera de qualité pour accueillir le trafic routier.²⁴
- Positionnement des joints de chaussée « souffles 200mm ».

3. Estimation des durées des tâches

Estimer le temps d'une tâche ou d'un projet est un jeu de devinettes. On a combiné 4 dispositions pour estimer la durée d'une tâche.

- Jugement professionnel
- Utilisation l'expertise des personnes de l'équipe et l'information de l'expert et utiliser sa contribution
- Jugement en groupe qui consiste à utiliser la sagesse de l'équipe.
- Données historiques (ou estimation analogue) : nous avons basé dans notre estimation sur les résultats des projets précédents qui réalisés par l'entreprise SEROR.
- Analyse statistique et mathématique (ou estimation paramétrique).

VOIR ANNEX B (planning de l'ouvrage PK11+320)

²⁴ <https://www.matiere-tp.fr/la-construction-dun-pont-un-chantier-en-5-etapes/>

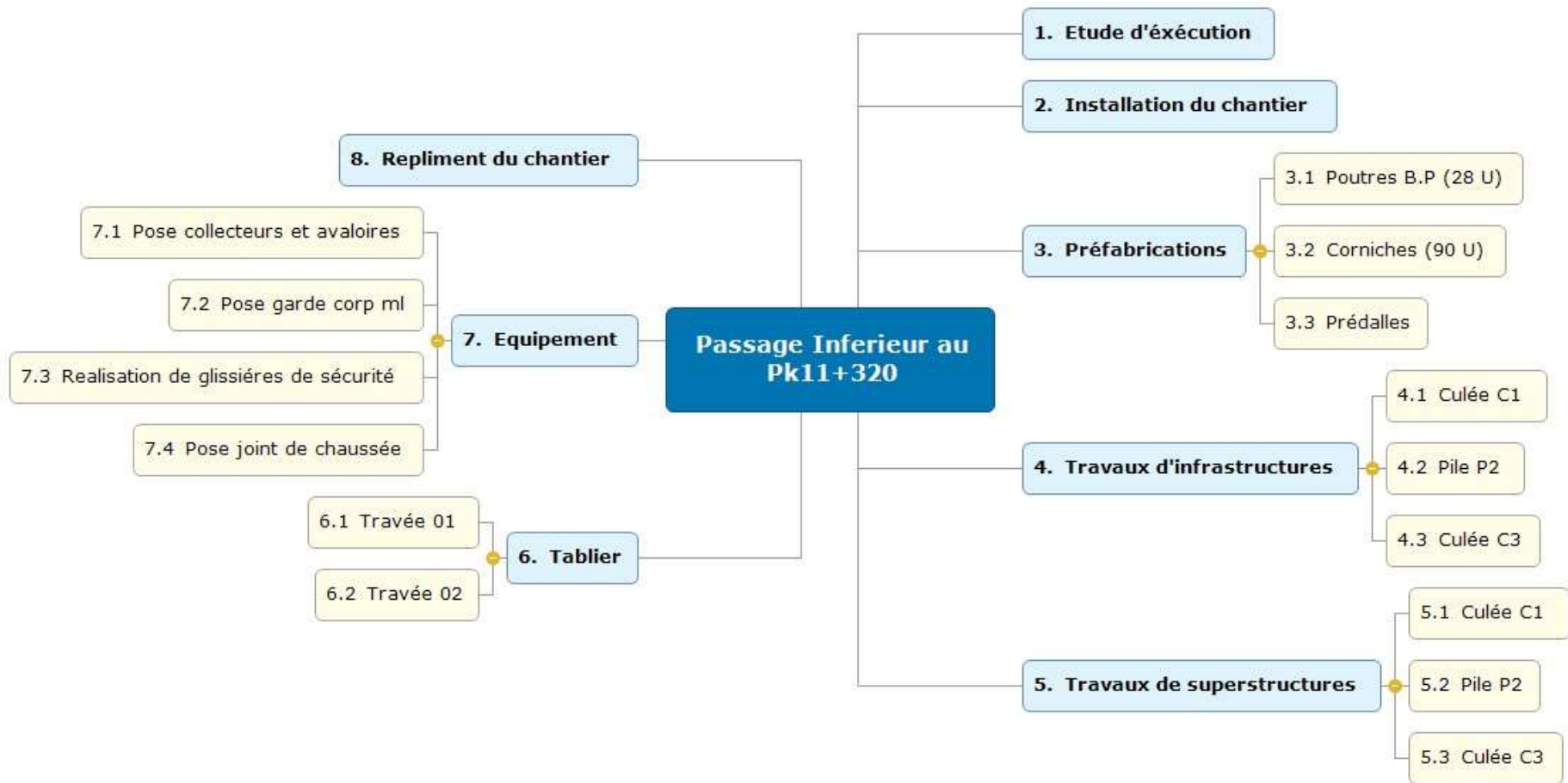


Figure 23 : WBS DE L'OUVRAGE PK11 +320

II. PLANIFICATION DE COMMUNICATION

Planifier les communications est le processus qui consiste à déterminer les besoins en information des parties prenantes du projet et à définir une approche pour les communications.

Le département de planification et service technique et méthode de l'entreprise SEROR détermine les besoins en information et en communication des parties prenantes ;

Par exemple,

Qui a besoin de quelles informations: le maître d'ouvrage l'ANA, bureau de contrôle et suivi interne **EGIS/LTPO** et bureau de contrôle externe **LTPS**, les différents fournisseurs, les entreprises de groupement "**CRCC**" et "**DENOUNI**" dans un côté et d'autre coté il faut assurer une bonne communication entre les services de l'entreprise **SEROR** "services administratifs et financier -services opérationnels (étude et réalisation de l'ouvrage PK11 320)

Quand, comment et par qui elles seront transmises. Bien que tous les projets partagent, le besoin de communiquer les informations du projet, les besoins en information et les méthodes de diffusion varient largement. L'identification des besoins en information des parties prenantes et le choix d'un moyen approprié pour satisfaire ces besoins sont des facteurs importants pour la réussite du projet.

La planification des communications incorrecte se traduira par des problèmes tels que des retards dans la remise des messages, les mauvaises informations sensibles aux responsables ou le manque de communication à certaines des parties prenantes ou la manque de communication dans le chantier lui-même.

Le plan de communication permet au chef de projet de documenter l'approche la plus efficace et la plus effective pour communiquer avec les parties prenantes en générale et avec le service administratif et opérationnel particulièrement. Communication effective signifie que l'information est fournie dans le bon format, au bon moment et avec le bon impact. Communication efficace signifie que seule l'information nécessaire est fournie.²⁵

Dans la plupart des projets, la planification des communications est effectuée très tôt, tel que durant la phase de développement du plan de la gestion de projet. Ceci permet d'affecter des ressources adéquates, telles que le temps et le budget, aux activités de communication.

²⁵Project Management Institute, Inc. :« Guide du corpus des connaissances en management de projet », p 212. ISBN : 978-1-933890-65-4

Les résultats de ce processus de planification doivent être revus régulièrement tout au long du projet et au besoin révisés pour assurer qu'ils demeurent applicables.

❖ **Communication dans le chantier pk 11+320**

En général, en appliquant différentes méthodes de communication dans le chantier, on arrive à faire faire gagner un temps précieux et aider chaque membre de l'équipe à travailler plus efficacement qui nous aide à appliquer notre planification correctement ce qui conduit à l'avancement correct du projet. L'essentiel est plutôt de savoir comment améliorer la communication au sein de l'équipe. Parmi les stratégies simples utilisées par le chef de projet, chef chantier et conducteurs des travaux et les chefs des équipes qui augmentent les interactions entre les membres des équipes de chantier pk 11+320 sont :

- La politique dite de la porte ouverte
- Facilitez l'échange entre collaborateurs
- Clarté des rôles et responsabilités
- Développez l'esprit d'équipe
- Utilisez le temps à bon escient pour transmettre l'information et donner les conseils.
- Formation avec l'expérience
- Utilisez des formes de communication appropriées (en fonction des niveaux des personnes)
- La bonne utilisation des outils en ligne, téléphone et des réunions
- la formulation des commentaires positifs et efficaces

III. MANAGEMENT DES RESSOURCES

(VOIR ANNEX B : tableau des ressources de PK11+320)

Pour réussir votre projet, il est indispensable d'identifier l'ensemble des ressources dont vous avez besoin pour le réaliser, et ce, dès son initialisation.

On distingue trois principaux types de ressources :

- Les ressources humaines
- Les ressources matérielles
- Les ressources financières

1. Les ressources financières

On parle ici du budget alloué au l'ouvrage PK11+320. Ce budget englobe tous les coûts et les dépenses engendrés par le projet :

- Les salaires de tous les acteurs du projet
- L'achat et la location de ressources matérielles
- Les frais de fonctionnement
- Les éventuels frais de déplacement

Comment déterminer vos ressources financières ?

Ces ressources sont déterminées par le maître d'ouvrage (l'ANA) et validées par l'entreprise (SEROR) avant même le démarrage du projet, via le cahier des charges. Elles permettent de financer les ressources humaines et matérielles pour réaliser votre projet. Vous n'avez aucun pouvoir décisionnel sur le montant des ressources financières allouées au projet. Il est donc essentiel de réaliser un budget prévisionnel afin de gérer au mieux vos moyens financiers et de vous accorder une marge de manœuvre suffisante en cas de problèmes.

2. Les ressources matérielles

Les ressources matérielles englobent tout ce que possède déjà l'entreprise, mais également tout ce qui sera nécessaire à la réalisation du l'ouvrage PK 11+320, matériels et équipements, logiciels, outils, machines, matériaux de construction, etc.

Cela implique différents types d'investissements comme l'achat ou la location de matériels, d'outils ou de lieux que l'entreprise ne possède pas déjà.

Comment déterminer vos ressources matérielles ?

Vos ressources matérielles seront déterminées en fonction des différentes tâches, mais aussi en fonction du budget alloué au projet, des délais et de la

qualité souhaitée. Vous devrez faire des choix : location, acquisition ou sous-traitance, matériel neuf ou d'occasion, de qualité moyenne ou supérieure, etc.²⁶

❖ **PHASE : fondation**

Tableau 3: Les ressources matérielles dans la phase fondation

Type	Désignation	État actuel
	Pelle mécanique	2
	BULL	1
	centrale à béton	1
	Grue mobile	2
	Malaxeur	4
	Compresseur à air	3
	Groupe électrogène	3
	Camion 19 t	1
	Camion 2.5 t	3
	Perceuse à rotation	2
	Pompe immergée	2
	Groupe de soudure	3
	Poste de soudure	3
	Chargeur	1
	Rétro chargeur	1
	Citerne	1
Ambulance		1
Véhicule de liaison		3
Total		37

²⁶<https://www.planzone.fr/blog/determiner-ressources-necessaires-projet>

❖ PHASE : réalisation de la pile et la culée

Tableau 4: les ressources matérielles dans la phase pile et culée

Type	Désignation	État actuel
O.A	Central à béton	1
	Grue mobile	2
	Malaxeur	4
	Compresseur à air	3
	Groupe électrogène	3
	Camion 19 t	1
	Camion 2.5 t	3
	Camion-pompe	1
	Groupe de soudure	3
	Poste de soudure	3
	Ambulance	1
Véhicule de liaison	3	
Total	28	

❖ PHASE : réalisation du tablier

Tableau 5: les ressources matérielles dans la phase de la réalisation du tablier

TYPE	Désignation	État actuel
O.A	Central à béton	1
	Grue à mobile	2
	Malaxeur	4
	Compresseur à air	1
	Camion-pompe	1
	Groupe de soudure	1

	Poste de soudure	1
	Lisseur du béton	1
	Groupe électrogène	1
Ambulance		1
Véhicule de liaison		3
Total		17

❖ **Matériaux utilisés :**

- Remblai pour fouille
- Remblai derrière les culées
- Les tubes métalliques 60/50 pour les essais soniques
- Béton de propreté dose à 150 kg/m³
- Béton RN35 pour les pieux, hourdis, poutres, entretoises
- Béton RN27 pour semelle, pile, culée, dalle de transition, corniche et trottoir
- Coffrage ordinaire et coffrage fin
- L'acier FeE40 (différent diamètre)
- Acier précontraint
- Les appareils d'appuis
- Les souffles 200mm
- Glissières de sécurité H3-16t
- Gaines de PVC 100mm

3. Les ressources humaines

Management des ressources humaines du projet comprend les processus d'organisation, de management et de direction de l'équipe de projet. L'équipe de projet est constituée de personnes ayant des rôles et des responsabilités qui leur ont été attribués pour mener le projet à son terme. Le type et le nombre de membres de l'équipe de projet peuvent varier fréquemment au fur et à mesure de la progression du projet. Les membres de l'équipe de projet constituent ce que l'on a coutume d'appeler « l'équipe de projet ». Bien que chaque membre ait un rôle et des responsabilités spécifiques, la participation de tous les membres de l'équipe à la planification du projet et à la prise de décisions peut être bénéfique. L'implication et la participation

précoces des membres de l'équipe accroît leur expertise au cours du processus de planification et renforce leur engagement dans le projet. Ces processus sont les suivants :

- Élaborer le plan des ressources humaines. Ce processus consiste à identifier et à documenter les rôles, les responsabilités, et les compétences requises ainsi que les relations d'autorité au sein du projet, et à élaborer un plan de management des ressources humaines.
- Constituer l'équipe de projet. Ce processus consiste à confirmer la disponibilité des ressources humaines et à acquérir l'équipe nécessaire à l'exécution du projet.
- Développer l'équipe de projet. Ce processus consiste à améliorer les compétences, l'interaction entre les membres de l'équipe et l'environnement global de l'équipe, afin d'améliorer la performance du projet.
- Diriger l'équipe de projet. Ce processus consiste à suivre la performance des membres de l'équipe, effectuer des retours d'information, résoudre les problèmes et gérer les modifications afin d'optimiser la performance du projet.

L'équipe de management de projet est un sous-ensemble de l'équipe de projet ; elle est responsable du management de projet et des activités de « leadership » telles que le démarrage, la planification, l'exécution, la surveillance, la maîtrise et la clôture des différentes phases du projet. Il peut être fait référence à ce groupe comme l'équipe principale, l'équipe d'encadrement ou l'équipe de direction. Le commanditaire du projet travaille avec l'équipe de management de projet, en l'assistant généralement pour des questions telles que le financement du projet, la clarification du contenu, la surveillance de la progression et l'influence sur d'autres parties prenantes pour le bien du projet.

Le management et la direction de l'équipe de projet comptent entre autres :

- ❖ Influencer l'équipe de projet. Avoir conscience des facteurs humains pouvant impacter le projet, et les influencer si possible. Ceci comprend l'environnement d'équipe, la situation géographique des membres de l'équipe, les communications entre les parties prenantes, les politiques internes et externes, les problèmes majeurs de nature culturelle, le caractère unique de l'organisation, ainsi que tous les autres facteurs humains susceptibles d'altérer la performance du projet.
- ❖ Comportement professionnel et éthique. L'équipe de management de projet doit avoir conscience, adhérer et s'assurer que tous les membres de l'équipe observent un comportement éthique.

Les processus de management de projet sont habituellement présentés comme des composants distincts ayant des interfaces clairement définies. Dans la pratique, ils se chevauchent et interagissent selon des modalités qui ne peuvent pas être complètement détaillées dans le Guide PMBOK®. Parmi les interactions qui exigent une planification supplémentaire, on peut citer les exemples suivants :

- Après la création d'une structure de découpage du projet par les membres initiaux de l'équipe, il peut être nécessaire de renforcer l'équipe de projet.
- À mesure que de nouveaux membres s'ajoutent à l'équipe, leur niveau d'expérience, ou leur manque d'expérience peut augmenter ou diminuer les risques du projet, ce qui crée le besoin de mises à jour supplémentaires en matière de planification des risques.
- Lorsque les durées des activités sont estimées, budgétisées, définies en termes de contenu ou planifiées avant de connaître tous les membres de l'équipe de projet et leur niveau de compétence, les durées de ces activités peuvent être sujettes à changement.²⁷

Tableau 6: Les ressources humaines nécessaires dans PK11+320

MOYENNE HUMAINE POUR PK11+320	Nombre
Un ingénieur responsable des travaux	01
Un ingénieur Qualité contrôle	01
Un technicien	01
Un topographe	01
Un conducteur	01
un chef d'équipe	02
Un soudeur	02
Un grutier	02
Ferrailleurs	16
Coffreurs	10
Manœuvres	05
Chauffeurs	06
Agents de sécurité	01
Un technicien d'hygiène et sécurité	01

4. Établir un planning des ressources

Pour l'organisation des ressources humaines, matérielles et financières, on peut utiliser un planning, celui-ci doit :

- Mettre les dates d'utilisation de chaque ressource: matériel, outil ou équipement.
- Définir des remarques bien détaillées sur chaque ressource en utilisant les informations précédentes comme les durées et la quantité de chaque ressource utilisée.
- Déterminer la quantité de ressources nécessaires pour chaque tâche du projet chaque jour.

²⁷ □ Guide du Corpus des connaissances en management de projet (Guide PMBOK®)—
Quatrième édition, PMI, 2008, ISBN : 978-1-933890-65-4.

IV. MANAGEMENT DES COÛTS

La gestion des coûts comprend les processus relatifs à la planification, à l'estimation, à la budgétisation et au contrôle des coûts devant être exécutés pour qu'un projet soit réalisé selon le budget approuvé.

Les procédures de gestion des coûts servent à établir un budget et à surveiller le rendement associé à ce budget. Pour être efficace, la surveillance doit être axée sur l'utilisation réelle et prévue d'éléments, comme le temps des personnes, les matériaux, l'équipement, les installations et le transport.

Le plan de gestion des coûts établit la forme que prennent la planification, le fractionnement et le contrôle des coûts d'un projet ainsi que les activités et les critères liés à ces tâches. Ce plan fait habituellement partie du plan de gestion de projet.

La gestion des coûts est réalisée par :

- ❖ Une équipe de projet dans l'entreprise SEROR effectue une estimation et établit les coûts de base associés à la réalisation de la portée du projet. Ces coûts de base sont approuvés, puis l'équipe de projet contrôle les écarts par rapport à ceux-ci, au moyen des procédures de gestion des coûts et du processus de contrôle intégré des changements.

- ❖ Une proposition d'investissement, ou un processus semblable, permet d'établir au préalable le plafond budgétaire d'un projet. L'équipe de projet affecte ensuite les ressources en fonction de ce plafond budgétaire et assure la gestion des écarts budgétaires.

La gestion des coûts doit être prise en compte pendant toute la durée d'un projet. Chaque projet doit avoir un plan de gestion des coûts comme les feuilles de calcul du suivi des dépenses budgétaires qui sont liées au plan de gestion des coûts, doivent être mis à jour tout au long du cycle de vie du projet au fil de l'évolution de ce dernier.²⁸

(VOIR ANNEX B : DEVI ESTIMATIF)

²⁸<https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/ti-it/conn-know/cout-cost-fra.html?fbclid=IwAR0XZ9kcg4J9qxjZiCWcLz4BnpGiLtPKkvpxy8Hh7jMdXhLOWtJXrbf cy8> consulté le 30/03/2020

V. MANAGEMENT DES RISQUES

Le risque est un concept multidisciplinaire défini de plusieurs façons dans l'entreprise.

La notion de risque compte trois définitions principales :

- Le risque est une fonction, essentiellement le produit de la probabilité et de l'ampleur d'une perte.
- Le risque est la valeur potentielle d'une conséquence négative non désirée d'un événement ou d'une activité.
- Le risque est la somme des pertes multipliée par leurs probabilités

1. Le facteur de risque

Un facteur de risque est un élément déclencheur d'une perte, un événement ou une situation qui cause l'occurrence d'une perte. Le facteur de risque constitue donc l'origine d'un risque ou d'un ensemble de risques.

Parmi les exemples classiques de facteurs de risque, on retrouve la complexité d'une application, la taille d'un projet, le nombre d'intervenants, la nouveauté technique, l'instabilité des besoins, le manque d'expérience, l'absence d'assurance qualité, le manque de rigueur dans la définition des exigences, la dégradation du service client.

La plupart des méthodes de gestion des risques, et certaines organisations, établissent des listes exhaustives de contrôle des risques qui permettent d'identifier les facteurs de risque pouvant s'appliquer à un projet donné.²⁹

2. Processus de management des risques

Les risques sont multiples, nombreux et de natures très différentes. L'objectif global d'un processus de management des risques est de réduire la gravité des risques jusqu'à un seuil qui soit compatible avec les objectifs du projet.

Ceci consiste à :

- analyser les situations de risques tout au long du déroulement des projets ;
- définir et mettre en place des actions de maîtrise permettant d'infléchir ou d'annuler le niveau auquel chaque risque expose le projet.

²⁹De l'ingénierie d'affaires au management de projet, Groupe Eyrolles, 2007, ISBN :978-2-212-53802-1

- De ce fait, le processus de management des risques est essentiellement composé de deux parties :
- l'analyse des risques constituant les éléments de prévention des risques ;
- la maîtrise des risques qui découle de la précédente et se concrétise par la mise en œuvre des actions.

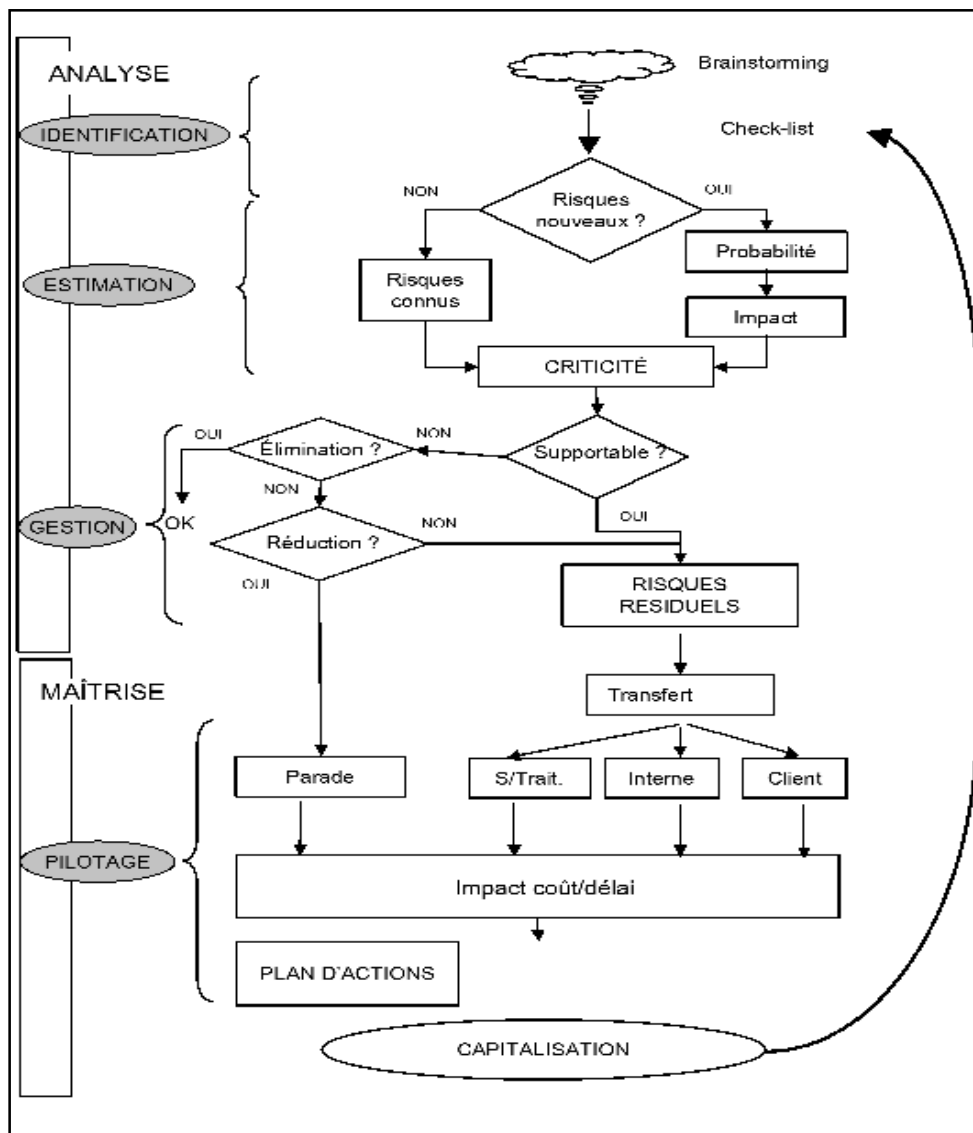


Figure 24: Processus de management des risques³⁰

³⁰<https://bivi.afnor.org/notice-details/methodologie-du-management-du-risque-en-gestion-de-projet/1300553> consulté le 28/03/2020

Tableau 7: les risques dans un projet

Le projet	Les risques dans le projet
La réalisation de l'ouvrage PK11+320	<ul style="list-style-type: none"> • mauvais estimation des coûts et délais • la réduction des bénéfices • la perte de qualité du logiciel • la réduction de la fonctionnalité • la perte d'information • Crise politique • Mauvaise maîtrise de qualité et communication • Risque biologique

Tableau 8: les risques dans le chantier

La réalisation de l'ouvrage PK11+320	Les risques dans le chantier
<p style="text-align: center;">Les risques humains Et organisationnel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Travail en hauteur • Glissades et chutes • Objets en mouvement • Bruit des vibrations • Manutention • Effondrements • Électricité • Manque de communication en les intervenants • Risque de conflit entre les équipes • Mauvaise coordination entre les équipes • Pénurie les matériaux de construction • Matériel en panne • Les grèves et les maladies • Les accidents du travail • Insuffisance des connaissances techniques et manque d'expérience

Les risques naturels	<ul style="list-style-type: none">• Séisme• Inondation• Glissement des terres et effondrement• Changement climatique• Cavité
-----------------------------	---

2.1. Analyse des risques pour pk11+320

Le risque probable dans notre projet :

- 1) Les accidents de travail
- 2) Le risque biologique (virus contagieux)
- 3) Crise économique et politique
- 4) Les grèves et les maladies des travailleurs
- 5) Matériels en panne
- 6) Surprises souterraines
- 7) Séisme
- 8) Pénurie des matériaux de construction
- 9) Conflit entre différents intervenants

L'évaluation de risque est la combinaison entre la gravité et la vraisemblance. La gravité représente les conséquences ou les impacts. La vraisemblance : « possibilité que quelque chose se produit »³¹

³¹ ISO 31000:2009, parue début 2010 dans sa version française (NF ISO 31000:2010), Paragraphe 2.19.

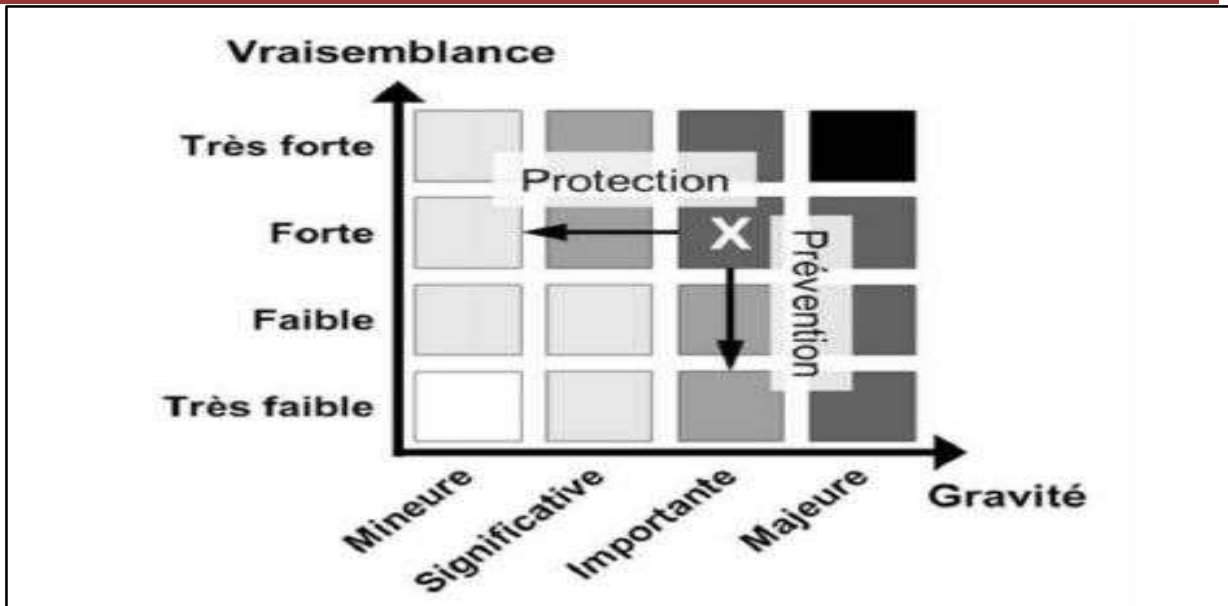


Figure 25: matrice d'évaluation des risques (AFNOR ,2010)

Puisque le risque s'exprime par la combinaison de deux dimensions, il n'existe que deux typologies de solutions pour le réduire, ainsi que le représente la figure. Tout type d'action pourra donc être assimilé soit à de la protection, soit à de la prévention.

La prévention désigne les dispositions prises pour éviter et la protection regroupe les dispositions prises pour limiter³²

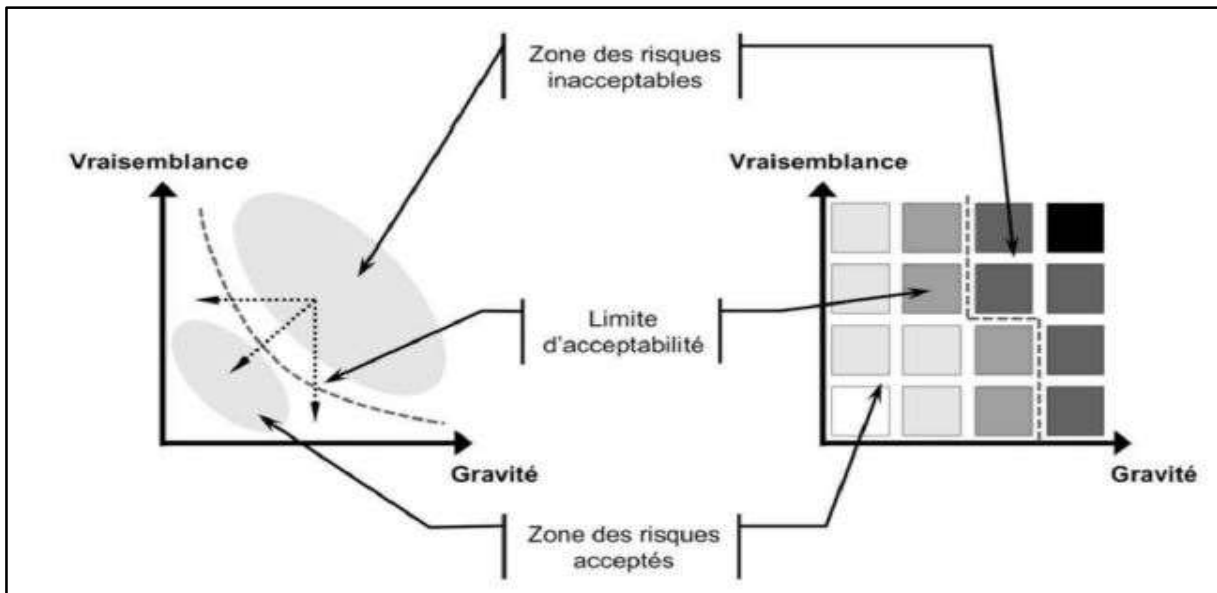


Figure 26: limite d'acceptabilité des risques (AFNOR ,2010)

³² Gérer les risques - Pourquoi ? Comment?, AFNOR Éditions, 2010, 2e édition (Mention spéciale au prix du livre Qualité/Performance 2006).p.18.

Tableau 9: Évaluation des risques

Vraisemblance	4	Risque modéré	Risque important	Risque critique	Risque critique
	3	Risque limité	Risque modéré	Risque important	Risque critique
	2	Risque limité	Risque modéré	Risque modéré	Risque important
	1	Risque limité	Risque limité	Risque limité	Risque modéré
		1	2	3	4
		Gravité			

Tableau 10: Tableau d'analyse des risques PK11+320

Risques	Évaluation (vraisemblance/gravité)	Mesures de Prévention et Protection
Les accidents de travail et les maladies	Risque modéré (6)	<ul style="list-style-type: none"> Faites un rapport d'accident du travail chaque fois qu'il s'en produit un utiliser les équipements de protection individuels et communs Mettez en place un règlement et des procédures de sécurité Transférer ver l'assurance Médecine de travail
Le risque biologique et virus contagieux	Risque important(9)	<ul style="list-style-type: none"> la connaissance et la conscience des dangers présents vaccination établir un plan de travaux particulier stockage des matériaux Transférer ver l'assurance

		<ul style="list-style-type: none"> • Mesures d'hygiène individuelle et totale • Retour expérience
Crise économique et politique	Risque modéré (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage des matériaux • Utilisation retour expérience et étalier le plan de la gestion des grises
Les grèves des travailleurs	Risque modéré(4)	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un système de communication écrit et oral. • Plan gestion des ressources humaines
Matériels en panne	Risque limité(2)	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien et réparation périodique
Cavité	Risque modéré (6)	<ul style="list-style-type: none"> • consulter des connaisseurs du domaine et l'archive
Séisme	Risque modéré (6)	<ul style="list-style-type: none"> • Transférer ver l'assurance • Utiliser les équipements de protection • un plan de secours
Pénurie des matériaux de construction	Risque modéré (4)	<ul style="list-style-type: none"> • stockage des matériaux
conflits avec les différents intervenants	Risque limité (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un code de conduite général • Établir un système de communication écrit et oral

Conclusion

Dans ce chapitre, on a fait la planification du projet pour déterminer le coût et les délais de l'ouvrage PK11+320.

La bonne étude managériale nous permet gagner beaucoup sur le plan économique du notre projet.

La planification et l'ordonnement du projet de la réalisation de l'ouvrage PK11+320 en utilisant Ms Project qui permet l'estimation du coût et délai approuvé.

Le chapitre suivant est pour déterminer le mode de la réalisation de notre projet PK11+320.



CHAPITRE 04

INTRODUCTION

La réalisation d'un pont est un travail complexe qui demande des connaissances et une expérience particulières dans l'entreprise. On prend plusieurs facteurs, comme les contraintes techniques, les coûts, le délai et les impacts environnementaux, il faut choisir les méthodes pour la réalisation après de décider du type de pont à construire.

L'entreprise SEROR compte de l'expérience dans une grande variété de méthodes de construction, dans ce chapitre on va définir les modes de réalisation de chaque tâche et comment faire le suivi pendant la réalisation de pont pk 11+320.

I. MODE DE RÉALISATION DE L'INFRASTRUCTURE DE PK11+320

Les techniques d'exécution des fondations profondes parmi les travaux qui besoins une grande expérience et des outils sophistiqués dans les infrastructures des ponts.

La SEROR a réalisé plusieurs fondations profondes et plus complexes par rapport à l'infrastructure de l'ouvrage pk 11+320 ce qui facilite la réalisation de cette tâche.

1. Réalisation des pieux

La réalisation des pieux de pk 11+320 compose de 5 parties essentielles sont: Implantation, forage, ferrailage, bétonnage et recépage.

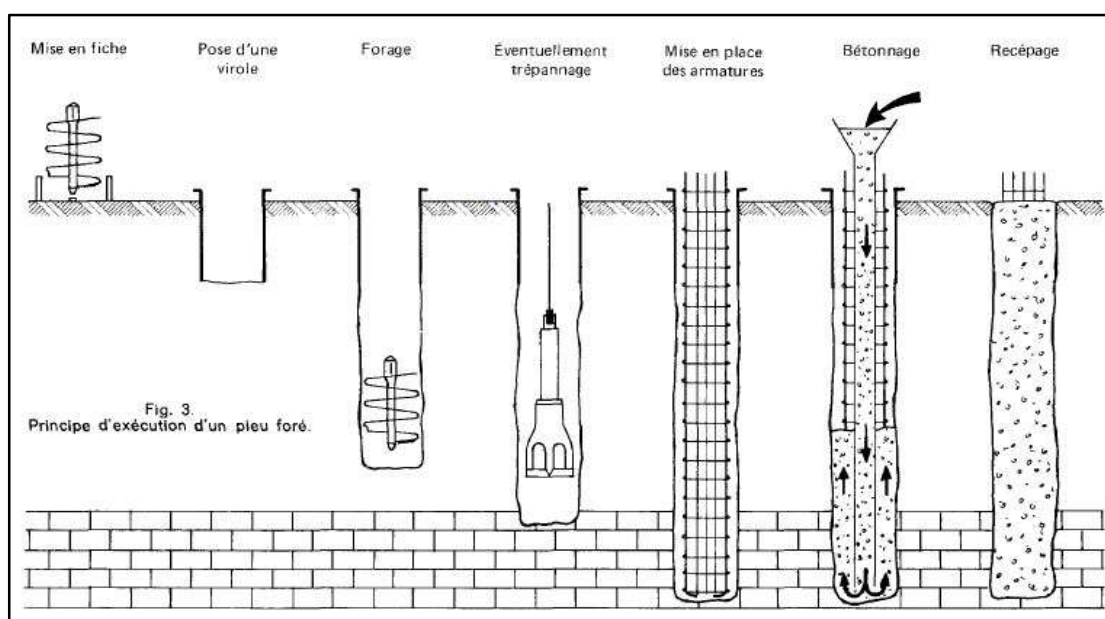


Figure 27: Étapes de réalisation d'un pieu (LCPC, SETRA, 1978)

1.1.L'implantation du pieu (positionnement généralement au théodolite)

Avant de commencer la réalisation, l'implantation des pieux sera réalisée par l'équipe topographique

Le géomètre met un repère à l'axe du pieu à réaliser (les pieux sont positionnés aux lieux des charges concentrées).ils sont proches les uns des autres (espace entre axes des pieux environ de 3 m)

Ensuite on reporte le point d'implantation en positionnant 3 piquets à égale distance tout autour. Cette étape a pour but de conserver la position du pieu après forage pour la vérification

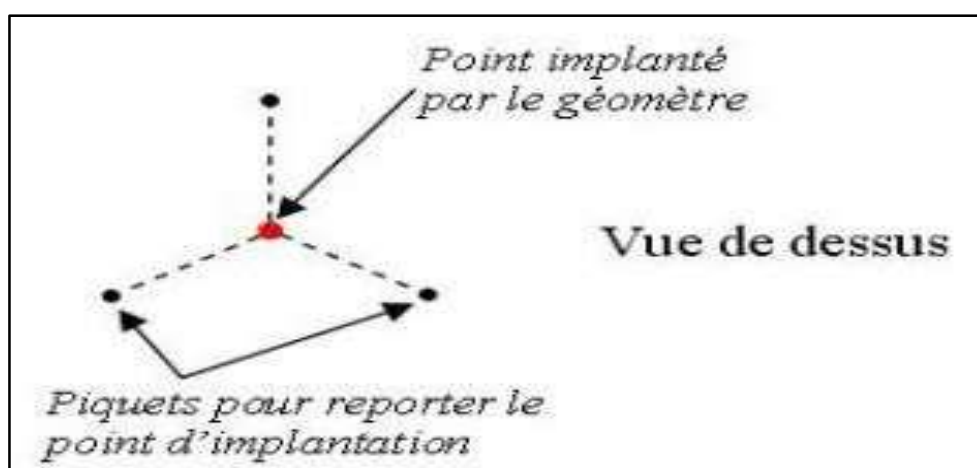


Figure 28: technique d'implantation (Google, 2020)

1.2.Forage

On commence par la Réalisation d'un avant-trou, permettant la mise en place au niveau de chaque pieu d'une virole provisoire en tête dont le diamètre intérieur est supérieur au diamètre de pieu à réaliser pour éviter les éboulements des terres situées en tête et guider l'outil .

Le forage se poursuit jusqu'à la profondeur déterminée de chaque pieu (environ de 10 a12m) dans les trois derniers mètres, les prélèvements des sols seront effectués tous les 0,5m.

L'outil de forage est généralement mis en rotation.

On lui associe un fonçage par l'intermédiaire de 2 vérins d'appui lorsque l'on traverse des terrains compacts. Les remblais sont retirés au fur et à mesure du forage en remontant régulièrement la tarière, le Becket ou la benne preneuse. Pour vidanger l'outil.



Figure 29: Forage du pieu

1.3.Le ferrailage

C'est la 3eme étape pour l'exécution des pieux. Le ferrailage représente des cages d'armatures équipées seront préparées sur place. Afin d'obtenir une bonne adhérence armature/béton, les exigences suivantes doivent être respectées.

Elles sont formées d'aciers longitudinaux (**HA25** et **HA16**) et de cadres (cerces voir spires - espacés de **15cm** et **10cm** dans la partie supérieure).

La cage d'armature sera équipée d'en tête (acier mis en travers) afin d'assurer sa suspension

. Le ferrailage se réalise sur toute la hauteur du pieu .Les parties des recouvrements doivent être soudées pendant l'opération de mis en place. , la cage d'armature est équipée de centreurs (cales d'enrobages généralement formées de reliefs métalliques de **HA20** et **HA14**) permettant de respecter un enrobage minimal de **5 cm**

Les tubes métalliques **Ø60** sont placés dans la cage de façon stable pour le contrôle sonique. Ils sont marqués pour obtenir une longueur totale et doivent être obturés à leurs extrémités par des bouchons d'armatures.



Figure 30: Cage d'armature



Figure 31: Mise en place du ferrailage

1.4.Bétonnage

La fabrication du béton RN35 sera programmée deux heures avant le début de bétonnage dans la centrale à béton qui situé à **DAR BETATA** et transporté sur site **PK11+320** à l'aide des camions-malaxeurs.

Le coulage de béton du pieu ce fait par l'utilisation d'une colonne de bétonnage constituée de tubes métalliques de formes similaires à un tuyau d'évacuation des eaux usées de pour : éviter la ségrégation et garder homogénéité de mélange et limiter les éboulements de sol et la pollution des bétons (éviter le frottement de béton avec les parois du forage créant ainsi des éboulements).

Pour faciliter le bétonnage, ils ont positionné un grand **entonnoir** en tête de la colonne qui permet de diriger le béton provenant de la toupie dans la colonne de bétonnage et sert en plus de réservoir.

Pour suspendre la colonne de bétonnage et régler sa profondeur on utilise un butoir en tête de forage permet d'humidifier la colonne et la lubrifier

À la cour de coulage du béton il faut respecter une distance de **3 à 5 m** entre la sous-face de la colonne et la surface du béton dans le forage et assurer une hauteur acceptable de béton dans la colonne pour que la pression soit suffisante pour le descendre.

Le béton pollué remonte et lave au fur et à mesure les parois du forage.

Lorsqu'un pieu est coulé, il faut attendre au moins **24h** pour faire le forage de pieu à côté.

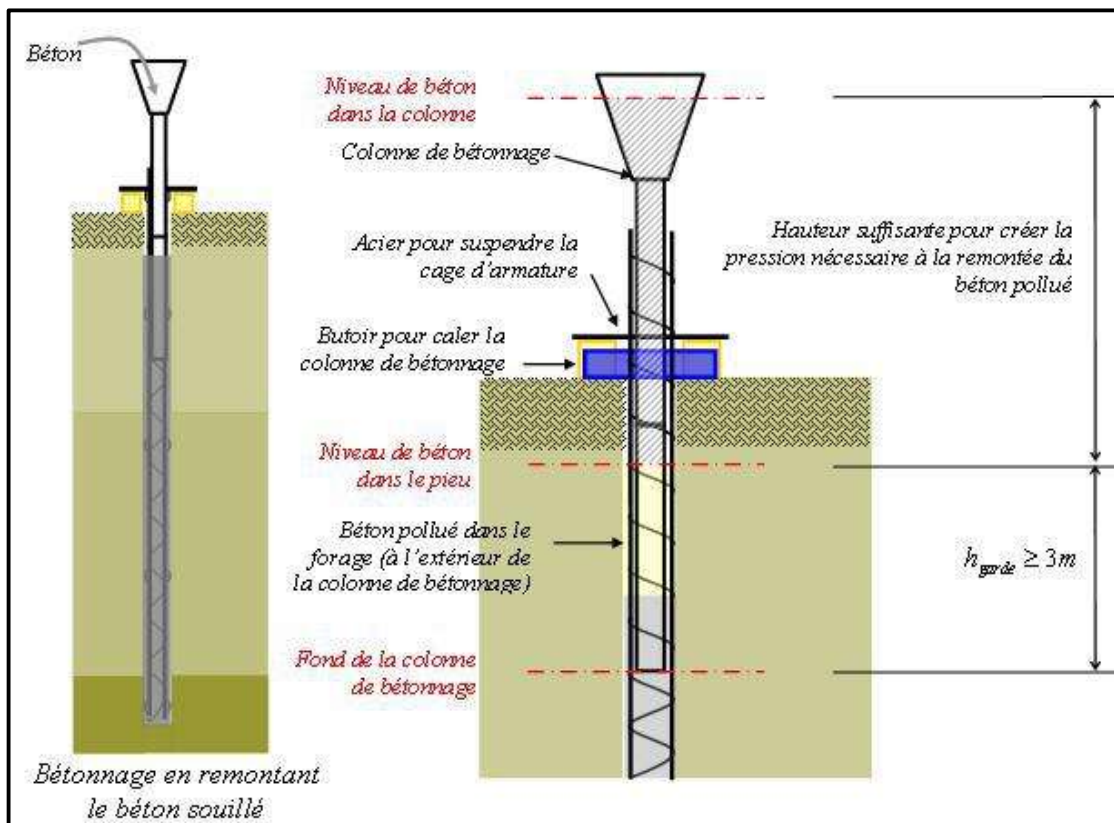


Figure 32: Technique de bétonnage du pieu

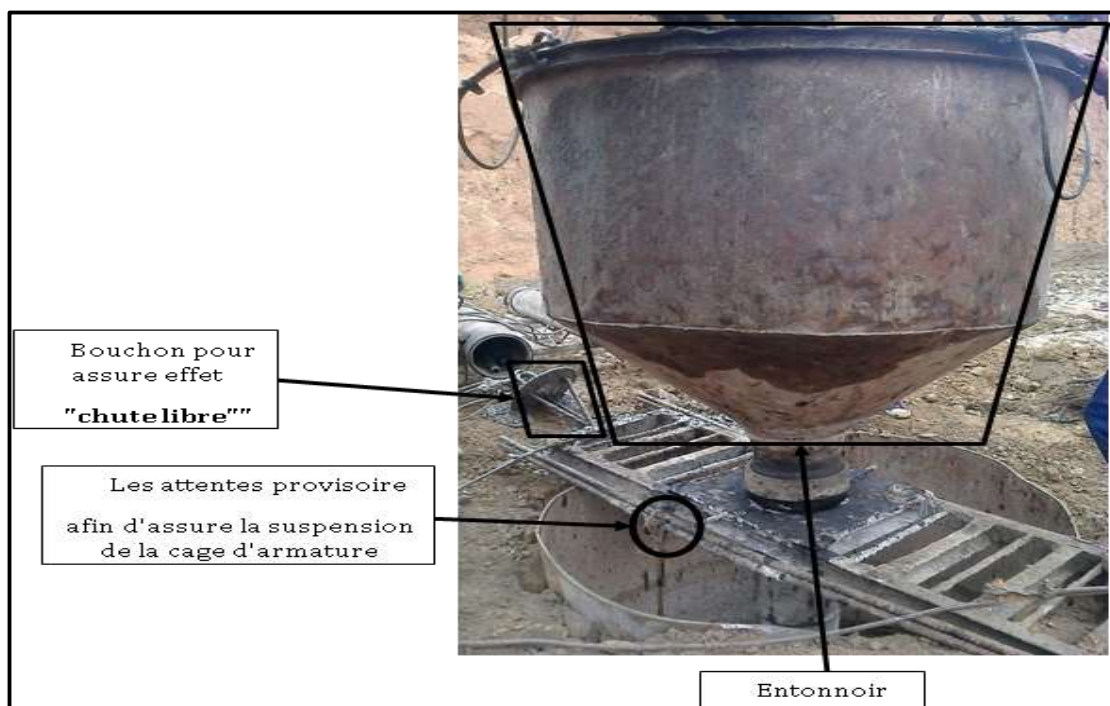


Figure 33: Positionnement de l'entonnoir de bétonnage

1.5.Le Reçepage

Après 7 jours au minimum du bétonnage, et après les épreuves de contrôle (auscultation sonique) il faut éliminer le béton pollué et araser les pieux a la bonne altitude et aussi il est nécessaire d'assurer la liaison des armatures des pieux a le massif de fondation (semelle).

Cette opération est appelée le reçepage du pieu, il se fait généralement au marteau piqueur.

La hauteur à recéper dépend de la qualité du béton sera généralement environ à 1,5mfois le diamètre du pieu (1.5 m). Il doit se poursuivre sur au moins 10 cm de béton sain.



Figure 34: Le recepage des pieux

1.6.La réalisation des semelles sur pieux

Une semelle est un élément de transmission d'efforts destiné à augmenter l'aire de la surface de répartition des charges.

Elle permet donc la transmission des charges des piles vers les pieux. Celle-ci viendra donc coiffer la tête des pieux. Elle sera coulée en béton armé.

Les étapes de la mise en œuvre des semelles :

- Couler le béton de propreté d'un dosage de 150kg/m^3 et d'une épaisseur $e=10\text{cm}$ pour obtenir une surface de travail propre, pour protéger les armatures du milieu environnant et pour garantir la pérennité de l'ouvrage.



Figure 35: Béton de propreté de la semelle sur pieux

- Faire appel au topographe pour matérialiser les quatre coins de la semelle.
- Le montage des ferrailages sur place (Assemblage des aciers déjà façonnés) sans oublier l'enrobage des armatures de **10cm** pour garantir la bonne protection contre la corrosion; la bonne transmission des efforts d'adhérence.



Figure 36: Mise en place des armatures de la semelle

- Coffrage de la semelle qui se fait par des panneaux résistants

À ce stade, il faut respecter les principes des coffrages, nous avons aussi vérifié chaque barre à sa place en respectant les espacements des barres, l'enrobage au moment du coffrage, lubrification des panneaux et aussi l'aspect contrôle qualité ne doit pas être perdu de vue.



Figure 37: Coffrage de la semelle

Une fois tout cela exécuté, la tâche reviendra au contrôle final (topographie, ferrailage, coffrage et qualité) de donner l'accord pour l'étape suivante (coulage du béton).

- Coulage de la semelle.

Après la réalisation de coffrage, vient l'étape de coulage, alors une commande de béton **RN35** dans la centrale à béton (situé à **DAR BENTATA**) et transporté par **4** camions-malaxeurs.

La mise en place du béton dans les éléments de grande hauteur (notre semelle de **h=1.5m** pour les culées et **h=2m** pour la pile).il convient de prendre une certaine précaution :

Le béton doit être déversé à une vitesse compatible avec la tenue de coffrage, mais, tout en respectant cette condition suffisamment rapide pour éviter une ségrégation sur les armatures et le coffrage pendant la chute, la hauteur de chaque couche à vibré doit être comprise entre **30** et **80cm**



Figure 38: Coulage de la semelle

1.7. Devis quantitatif de fondation

Tableau 11: Devis quantitatif du bétonnage

Bétonnage	Quantité	Nbr	Totale	Unité	Totale
Pieux	13.648	48	651.1104	M ³	
Semelles C1	163.53	2	327.06	M ³	16768
Semelles P2	195.36	2	390.72	M ³	(RN35)
Semelles c3	153.9	2	307.8	M ³	
B.P Sc1	118.4	2	236.8	M ²	667.8
B.P Sp2	105.4	2	210.6	M2	(150kg/m ³)
B.P Sc3	110.4	2	220.4	M2	

Tableau 12 : Devis quantitatif du coffrage

Coffrage	Quantité	Nbr	Unité	Totale	Somme
Semelles C1	73.11	2	M ²	146.22	472.62
Semelles P2	83.2	2	M ²	166.4	
Semelles C3	57.5	2	M ²	115	

Tableau 13: Devis quantitatif du ferrailage

Ferrailage	HA12	HA14	HA16	HA20	HA25	HA32	TOTALE [KG]
48 pieux	/	480	36768	4272	26640	/	68160
Semelles P2	5064	1332	/	/	3635	13982	26013
Semelles C1	2688	188	/	3088	10870	5288	22122
Semelles C3	3357	181	/	2010	10219	4935	20733
TUBES MÉTALLIQUES Ø60 POUR LE CONTRÔLE SINIQUE							1592 ml

2. La réalisation des appuis de l'ouvrage (pile –culée)

L'ensemble d'appuis (culées C1-C3 et pile P2) nécessaire à la construction du pont, elles seront toutes montées de façon simultanée. Elles sont réalisées en béton armé coulé en place sur site (PK11+320)

2.1. La réalisation des culées C1 et C3

La conception des culées C1 et C2 est tout à fait classique. Il s'agit en effet des culées partiellement enterrées avec mur de front apparent encore appelées culées remblayées.

Les culées sont complétées par des murs de tête, mur en retour, qui sont relativement importants dans les culées remblayées. L'emploi de murs en retour présente l'avantage de s'opposer aux poussées des terres latérales.

Les culées C1 et C3 jouent le double rôle de soutènement et de structure porteuse. Le tablier s'appuie sur un sommier solidaire d'un mur de front massif d'épaisseur 1.2 m qui soutient les terres du remblai et d'une hauteur maximale de 6 m pour C1 et 10.17m pour C3.

La réalisation de cette partie nécessite a l'expérience et la maîtrise de travail, on fait un traçage de position de ferrailage et on commence à poser les barres de ferrailage

suivant les plans et assurés la liaison avec les armatures d'attente fixés les cales d'enrobage de **5cm**.



Figure 39: Réalisation de ferrailage de la culée C1-PK11+320

Cette tâche est faite tous les **5m**, le topographe vient pour vérifier la verticalité et l'horizontalité et les différentes dimensions.

Ensuite l'équipe de coffrage pose les panneaux de coffrage toute les **2.5m** après l'avis du topographe.



Figure 40: Coffrage de la culée

Une fois le ferrailage et le coffrage réceptionné, le béton (**RN27**) transporté par les camions-malaxeurs.

À l'aide d'utilisation de camion a pompe le béton doit être déversé a une vitesse compatible pour éviter ségrégation sur les armatures et le coffrage pendant la chute sans oublier de vibrer le béton.

La réalisation de mur en retour ce faite en parallèle avec le mur de front sauf la partie supérieure de mur.



Figure 41 : Bétonnage de la culée

Le mur garde-grève permet de soutenir les terres sur la hauteur du tablier. Compte tenu de la hauteur habituelle des poutres, son épaisseur est de l'ordre de **0,30 m** dans la partie supérieure. Il comporte un corbeau arrière, assez bas, pour la dalle de transition l'épaisseur de cette partie **0.6m** et un corbeau avant pour l'appui du joint de chaussée son épaisseur de **0.4m**, au niveau même de la chaussée.

Une fois le ferrailage et le coffrage de mur total réceptionné le coulage et effectuée de même manière de coulage de mur de front et on continu le coulage de la partie supérieure de mur en retour.



Figure 42: Ferrailage et coffrage de mur de garde-grève et mur en retour

Les socles d'appui sont les éléments sur lesquels reposent les abouts des poutres préfabriqués. Ses dimensions doivent être suffisantes pour satisfaire des certaines conditions (60*60*23) cm.

Cette partie d'un ferrailage relativement très dense et un coffrage simple. Son bétonnage se fait en parallèle avec les socles parasismiques.

2.2.La réalisation de la pile P2

Après avoir réalisé les semelles, nous procédons à la réalisation des pieux pleins, dans un premier temps nous formons les ferrillages en atelier, et ils sont transportés et stockés à proximité des pieux.

La grue déplace l'armature en position de fixation, puis les travailleurs les placent, puis la connectent étroitement par des points de soudure ou les connectent avec un fil de connexion avec les tiges d'attente sortant de la semelle et la hauteur ne doit pas dépasser plus de 5 mètres de ferrailage pour assurer la sécurité, car la possibilité de risques augmentera, plus la hauteur des armatures sera élevée.



Figure 43: Réalisation de ferrailage et le coffrage de la pile P2-PK11+320

Ensuite, nous commençons à installer des moules d'une hauteur de 2,5 mètres et qui sont sous la forme de panneaux serrés ensemble pendant le montage pour éviter la sortie de la laitance, évitant ainsi la séparation possible du béton, en plus de cela, nous fournissons un revêtement de 5 cm entre le ferrailage et les coffrages et afin de faciliter le démoulage après le durcissement du béton et la finition Bon, nous enduisons le devant du coffrage avec une couche d'huile de moule avant de couler le béton.

Si le travail est terminé, la commande vérifie les différents niveaux et positions.

Enfin, l'ingénieur du site passe une commande de béton (RN27) dans la centrale à béton pour le coulage du pieu.

2.2.1. La réalisation du chevêtre

Le chevêtre de la pile est de section sensiblement rectangulaire et son épaisseur est à adapter à la longueur du porte-à-faux. Pour un porte-à-faux de 3.27 mètres, l'épaisseur du chevêtre égale à 2,00 mètres à l'encastrement avec le fût de pile sur 8.33 m où se situent les barres attente.

La section de port à faux du chevêtre aminci vers son extrémité, et son épaisseur diminue jusqu'à 1,00 mètre. La longueur totale du chevêtre de 14.9m et ça largeur de 2.5m

après la réalisation de fut de la pile, l'équipe de coffrage faire l'installation de l'étalement provisoire qui permet de soutenir la partie inférieure de coffrage du chevêtre.

À cause de la hauteur élevée de la pile, la forme et le volume du chevêtre, la réalisation de ferrailage se fait par partie sur l'atelier de ferrailage et il est posé à ça place par la grue.

Ensuite on continue la réalisation de coffrage latérale par les panneaux métalliques. Une fois le ferrailage et coffrage terminé et contrôlé, le béton est coulé dans le coffrage on utilisant camion à pompe.

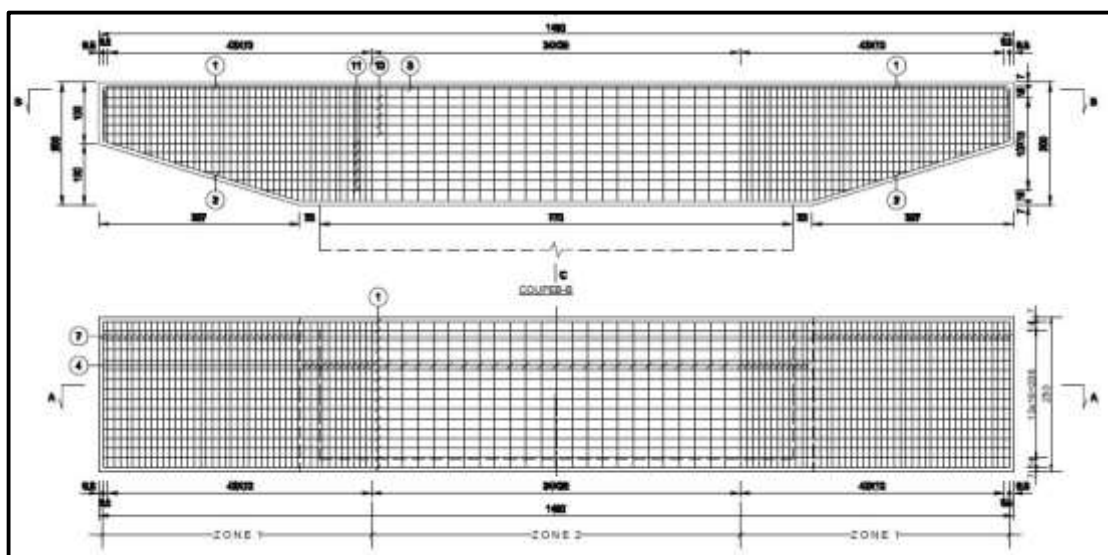


Figure 44: Plan de ferrailage du chevêtre de la pile P2-PK11+320

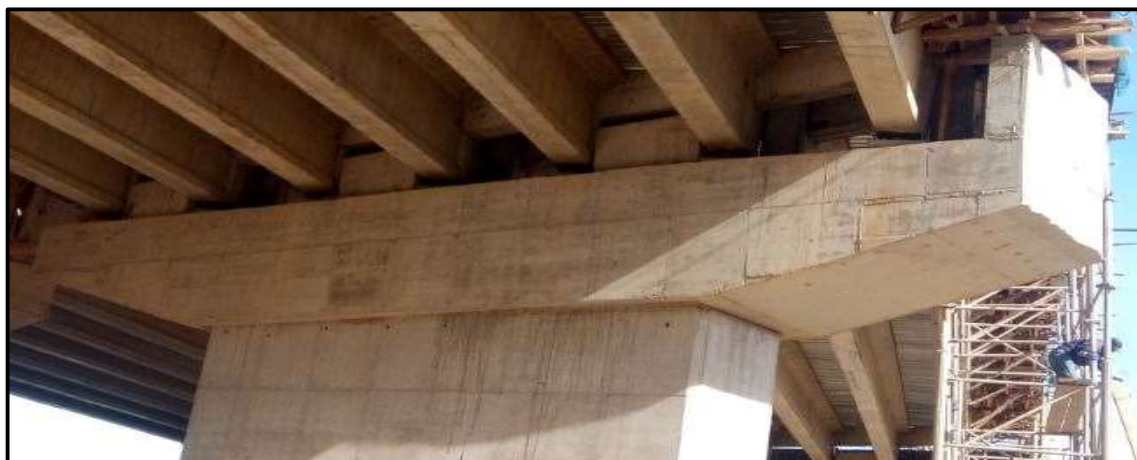


Figure 45: Chevêtre de la pile P2-PK11+320

3. Devis quantitatif pour les appuis (C1-P2-C3) de l'ouvrage PK11+320

Tableau 14: Devis quantitatif du bétonnage des appuis

Bétonnage	Mur de front + M. garde grève	Mur en retour	Quantité	Unité
C1 droite	161.7	33.735	195.44	M ³
C1 gauche	132.8	25.8	158	M ³
C3 droite	189.3	59.9	249	M ³
C3 gauche	192.2	65.8	258	M ³
Bétonnage	Fut	Chevêtre	Quantité	Unité
P2 gauche	104	66.4	170.4	M ³
P2 droite	96.5	66.4	162.9	M ³

Tableau 15: Devis quantitatif du coffrage des appuis

Coffrage	Coff. Vues	Coff. Non vues	Quantité	Unité
0000	196	208	404	M ²
C1 gauche	168	177	344	M ²
C3 droite	259	278.5	537.5	M ²
C3 gauche	251	278.5	515.5	M ²
Coffrage P2	Fut	Chevêtre	Quantité	Unité
P2 gauche	135.024	75.2	210.225	M ²
P2 droite	145.5	75.2	220.7	M ²

II. MODE DE LA RÉALISATION DE LA SUPERSTRUCTURE DU PK 11+320

1. Réalisation de la poutre précontrainte

Les étapes générales de réalisation :

- faire une aire de stockage pour réaliser les poutres précontraintes
- la pose du béton de propreté pour ensuite réaliser le socle
- pose le ferrailage façonné et mariné sur chantier contrôlé selon le plan par l'ingénieur du chantier
- Placement des gaines dans le coffrage.
- Coulage du béton
- Après le durcissement du béton, la mise en tension des câbles à partir du 28 de jour.
- Le blocage se fait par différents systèmes de cales sur une zone de béton fretté.
- L'injection d'un coulis de ciment.

La mise en tension fait en tendant une seule extrémité uniquement (actif –passif). L'injection est une opération extrêmement importante, car elle assure un double rôle:

- 1) La protection des armatures de précontrainte contre la corrosion.
- 2) L'amélioration de l'adhérence entre les armatures et les gaines.

L'opération de l'injection doit être réalisée dès que possible après la mise en tension des armatures.

Le produit d'injection doit répondre aux impératifs suivants:

- Avoir une assez faible viscosité pour couler facilement et pénétrer dans toutes les ouvertures et entre fils des câbles de précontrainte.
- Conserver cette faible viscosité pendant un délai suffisant pour que l'injection puisse s'effectuer dans de bonnes conditions avant le début de prise.
- Après durcissement, avoir une résistance suffisante pour assurer efficacement l'adhérence de l'armature au béton.
- Présenter un retrait minimal.
- Ne pas être agressive vis-vis de l'acier de précontrainte.

L'ensemble d'un procédé de précontrainte comprend, généralement, les éléments suivants :

- a) **Dispositif d'ancrage:** on distingue, principalement, deux types d'ancrage: Ancrage actif, situé à l'extrémité de la mise en tension. Ancrage passif (ancrage mort), situé à l'extrémité opposée à la mise en tension.
- b) **Les coupleurs :** dispositif permettant les prolongements des armatures.

- c) **Matériels de mise en tension** : vérins, pompes d'injection, pompe d'alimentation des vérins, etc.
- d) **Les accessoires** : gaines, tubes d'injection.³³



Figure 46: Pose du béton de propreté



Figure 47: Réalisation du socle de poutre

³³ (Abdelaziz Yazid, 2005/2006)



Figure 48: Mise en place du ferrailage de la poutre précontrainte



Figure 49: Pose du coffrage de la poutre précontrainte



Figure 50: Coulage de la poutre précontrainte



Figure 51: Poutre précontrainte après décoffrage



Figure 52: L'enfilage des aciers précontraints

2. La réalisation du tablier du PK11+320

Le tablier du pont est construit par sept (7) poutres précontraintes de 1.8 m de hauteur. Pendant la construction, les poutres sont posées sur des appareils d'appuis. Ces appuis permettent la rotation et la déflexion des poutres, lesquelles sont causées par le poids propre des poutres, de la dalle et des charges vives de construction. Des trous oblongs sont également prévus dans les plaques de fixation des poutres afin de permettre les mouvements causés par les changements thermiques avant que le pont ne devienne intégral.

Si les poutres installées sur leurs appuis définitifs, on vient les liasonner par l'entretoise d'about, une fois la tache faite, on pose des coffrages perdus (pré dalle), ainsi qu'un ferrailage de double nappe avant de couler une couche de béton d'une épaisseur d'environ 25cm qui viendra constituer la dalle de l'ouvrage

2.1. L'entretoise

Les entretoises ont pour rôle de répartir les charges entre les poutres et de les encastrent à la torsion sur appuis. De plus, leur rôle est indispensable pour le vérin du tablier, rendu nécessaire pour le changement des appareils d'appuis. Elles sont réalisées par relie les amorces des poutres précontraintes adjacentes par béton coulé en place.



Figure 53: ferrailage des entretoises



Figure 54: Coffrage des entretoises



Figure 55: Les entretoises après le décoffrage

2.2. Hourdis

L'hourdis assure la continuité de surface du tablier, et permet donc de relier les éléments de la poutraison (poutres et entretoises). Il fait par ailleurs office de table de compression de poutres et reçoit l'étanchéité ainsi que le revêtement de chaussée.

Le bétonnage du hourdis est réalisé sur des coffrages appuyés. Alors que l'on dispose de deux appuis pour une zone de hourdis située entre deux poutres, ce qui permet de fixer facilement le coffrage, la réalisation du coffrage d'une zone de hourdis à l'extérieur des poutres de rive est plus délicate. Dans notre cas l'ouvrage est courbe, la poutraison demeure rectiligne et la courbure de l'ouvrage est obtenue par variation de la largeur du hourdis en encorbellement des poutres de rive.

Dans cette dalle, les hourdis généraux sont réalisés par-dessus les poutres sur toute la largeur du tablier. Ces coffrages ne sont pas démontables (coffrages perdus). Différents matériaux sont utilisés pour les réaliser, chacun ayant sa propre limite d'emploi liée à sa résistance, ce qui en pratique conduit à une limitation de la portée libre du coffrage, compte tenu des charges habituellement supportées.



Figure 56: le coffrage perdu pour l'hourdis



Figure 57: Ferrailage de la dalle du pont

Remarque

Dans notre dalle, on a une console de la côté droite est de 0.4m et la côté gauche est de 1.8 m, ce dernier a besoin un coffrage spécial pour éviter l'effondrement de la console.



Figure 58: Ferrailage du portafons



Figure 59: Étalement de portafons



Figure 60: étalement de portafons

3. Devis quantitatif du tablier

Tableau 16: Ferrailage de la dalle

Ferrailage	HA12	HA14	HA16	HA20	Totale (kg)
D n1 droit	6588	3769	10976	/	21333
D n1 gauche	6654	3769	10077	/	20500
D n2 droite	6655	3769	10979	/	21400
D n2 gauche	6655	3769	10077	/	20501
Grille d'armatures conte l'étalement			300	350	750
Ferrailage total					84484

Tableau 17: Ferrailage de la poutre

Ferrailage	HA10	HA12	HA14	HA16	HA20	HA25	HA32	TOTALE	Unité
Ferrailage passif	741.5	673	26.5	333	/	397	/	2271 (122.7/m ³)	KG
Ferrailage D'about	∅10	∅12	∅16	HA10	HA12	HA14	HA16	TOTALE	Unité
	13.5	2	10	9	2	34	6.5	77	KG
Ferrailage actif	12T15			96.8					ML

Tableau 18: Bétonnage du tablier

Bétonnage	Quantité	Unité
Dalle	446.1	M ³
Poutre	530	M ³
Entretoise	43.55	M ₃

4. Les équipements

L'installation des équipements de pont pk11+320 c'est la dernière étape, elle représente l'ensemble des dispositifs de conception et de fonctionnement très divers, pour le but de rendre un tablier de pont apte à remplir sa fonction et assurer sa durabilité.

Ces dispositifs remplissent plusieurs fonctions comme la sécurité des usagers et la protection de l'ouvrage et respecter l'aspect esthétique.

L'installation des équipements ce faite comme suite :

- la pose des corniches et les contrôler à l'aide de topographe.
- la réalisation des trottoirs (couler sur place) et caniveau
- l'installation de réseau d'évacuation des eaux
- la chape d'étanchéité
- la pose du revêtement et joints de chaussée (souffle 200 mm)
- l'installation de glissière de sécurité de niveau H3-16t et la norme 1317(1.2)
- installation de l'éclairage et signalisation
- la pose des pierres dans les deux talus (gauche et droite)

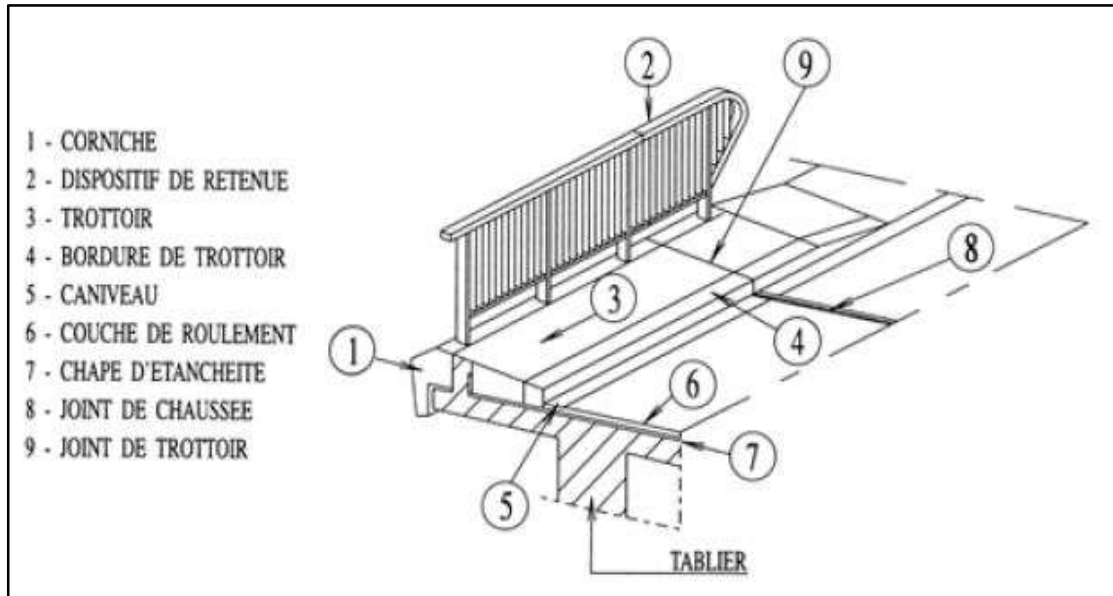


Figure 61: Les différents équipements du pont



Figure 62: La pose des corniches



Figure 63: Les garde-corps après la pose



Figure 64: Le joint de la chaussée après la pose

Tableau 19: Devis quantitatif des équipements

Équipement		Quantité	Unité
Corniche et trottoir	Bétonnage	56.5	m ³
	Ferraillage	21.55	T
Souffle 200mm		58	ml
Pvc100mm		123	ml
Glissière de sécurité		272	ml
Étanchéité		1804	ml

III. SUIVI D'AVANCEMENT DE LA REALISATION (VOIR ANNEX C)

INTRODUCTION

Le début de projet PK11+320 ,le suivi rigoureux du projet s'appuie sur un relevé régulier des mesures qu' il doit être en fonction de la taille et de la maturité de l'équipe projet, de la demande du maître d'ouvrage (l'ANA), du comité de pilotage et du comité de projet, des enjeux du projet pour l'entreprise SEROR, des risques identifiés, de l'environnement contractuel du projet ou encore des outils utilisés.

Le but de suivi de projet est la disponibilité d'informations fiables et à jour, qui nous permettent de la bonne qualité de la décision pour ramener le projet sur la trajectoire de la réussite.

1. La pose des poutres

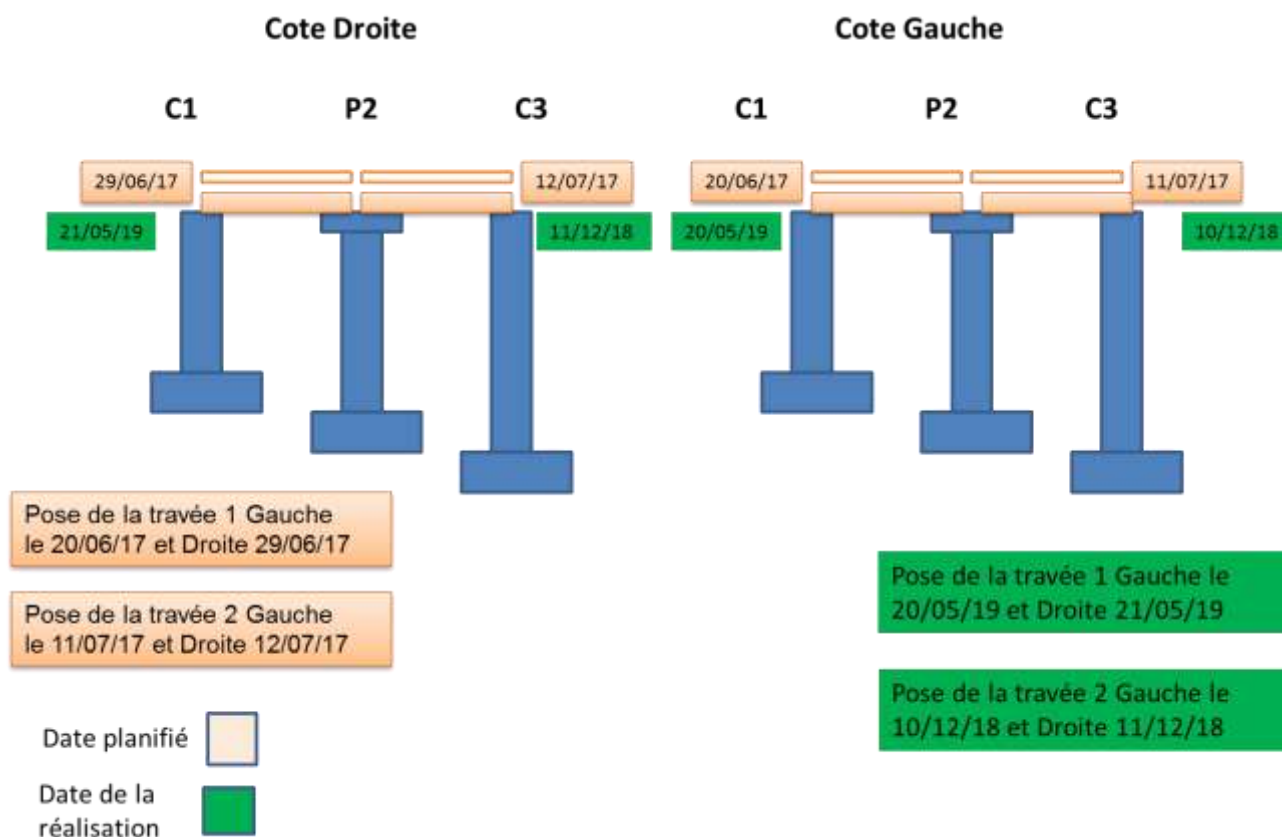




Figure 65: Transport des poutres



Figure 66: La pose de la poutre précontrainte

2. La réalisation des entretoises

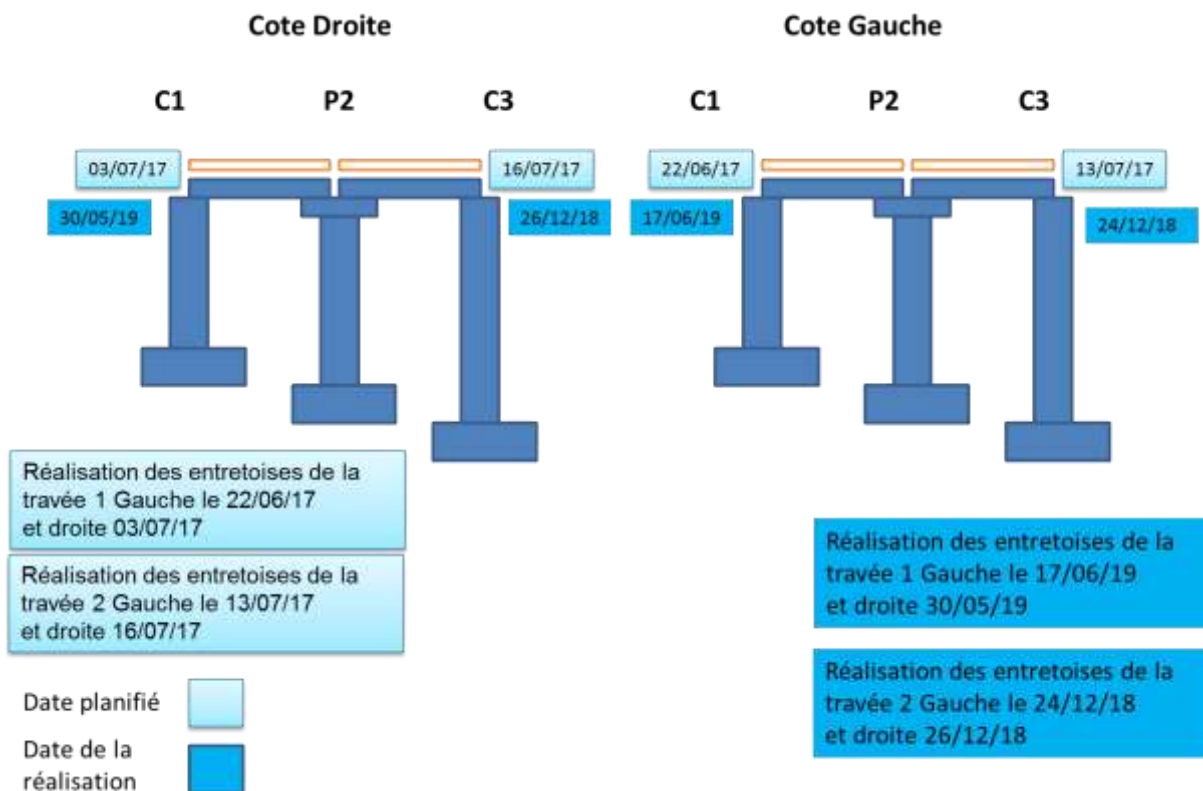


Figure 67: Ferrailage d'entretoise



Figure 68: Coffrage d'entretoise

3. La mise en place des TN40

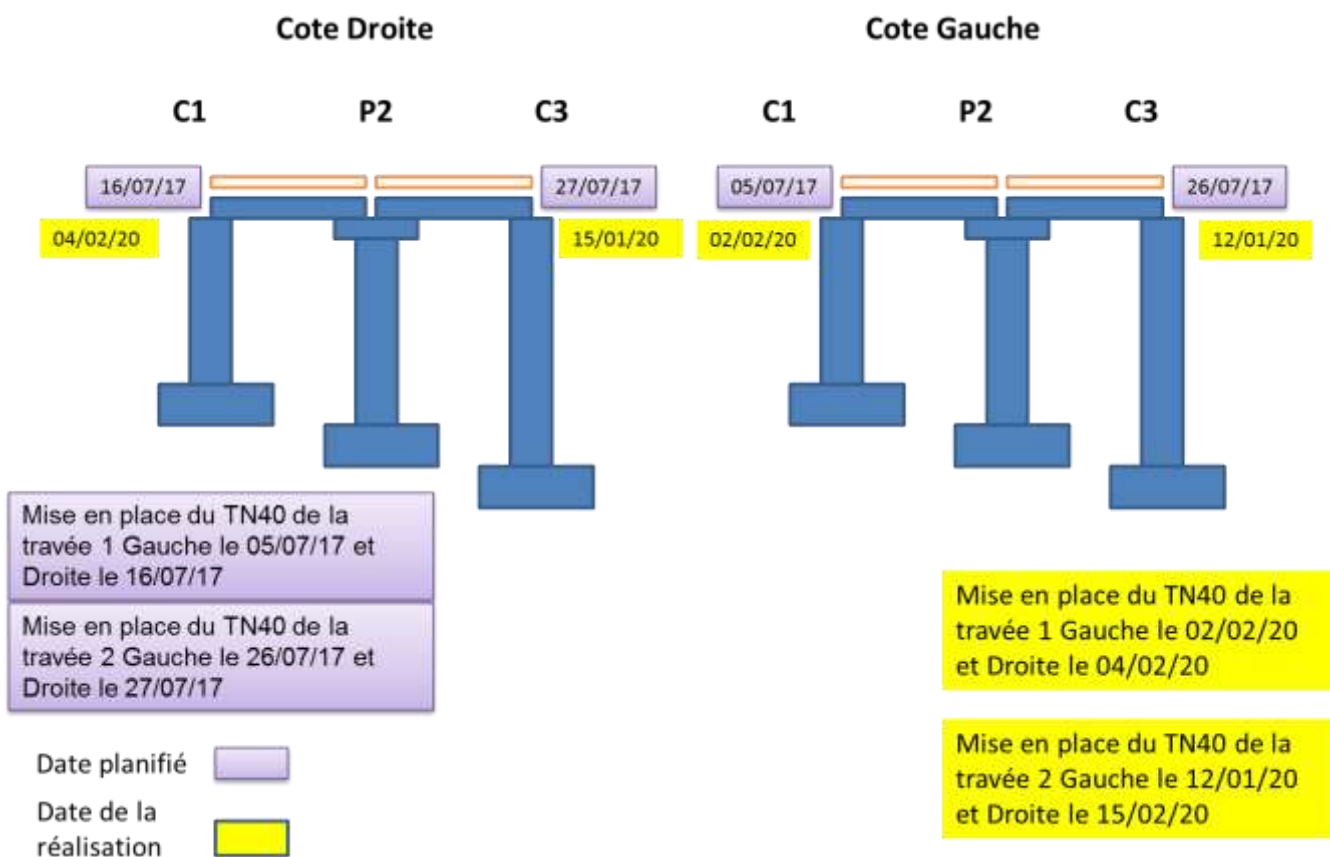




Figure 69 : pose de TN 40

4. La réalisation de la dalle

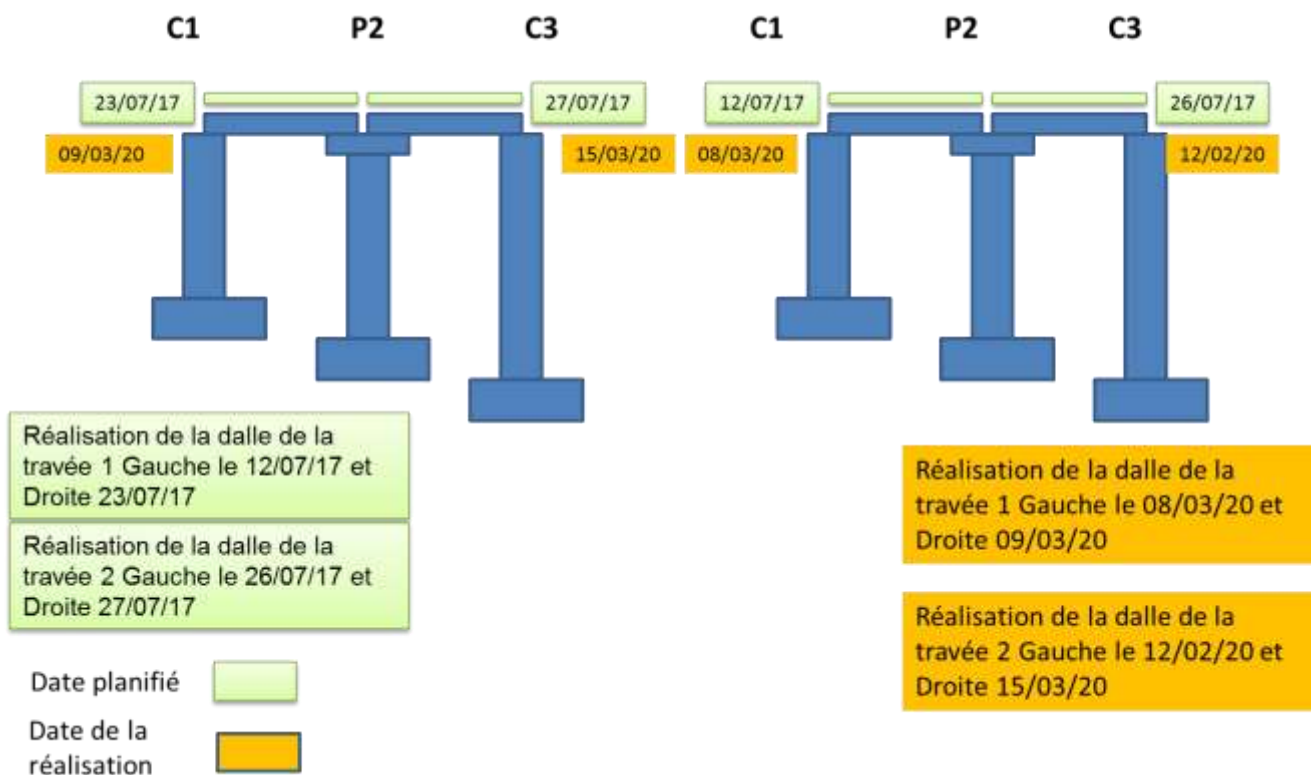


Figure 70: réalisation de la dalle



Figure 71: bétonnage de la dalle 1 gauche

Tableau 20: les taches en retard

Nom	Début	Fin	% achevé	Travail restant	Noms ressources
Pose collecteurs et avaloires	Mer 04/10/17	Mar 24/10/17	0%	120 hr	
Pose garde corp ml	Mer 25/10/17	Lun 30/10/17	0%	32 hr	
Réalisation de glissières de sécurité	Mar 31/10/17	Lun 20/11/17	0%	120 hr	
Pose joint de chaussée	Mar 21/11/17	Dim 26/11/17	0%	32 hr	
Repliment du chantier	Lun 27/11/17	Dim 24/12/17	0%	160 hr	grue mobile; manoeuvre [400%]; Chargeur; Camion 2,5 t[200%]

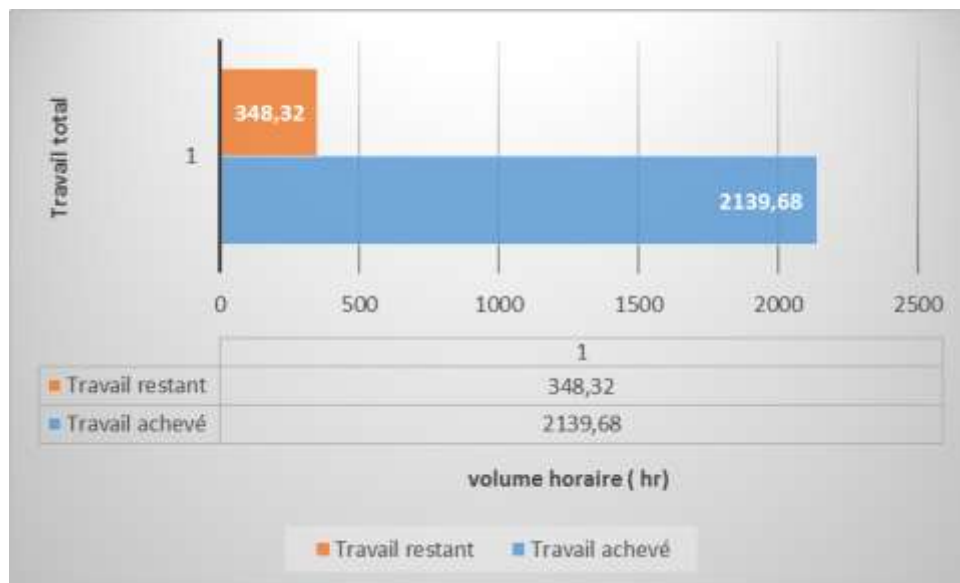


Figure 72: Représentation graphique de l'état d'avancement du travail

IV. SUIVI DE CONSOMMATION DE MATERIAUX

Tableau 21: la consommation des matériaux

quantité des matériaux consommés				
Béton armé		Théorique	Réel	Unité
	Poutres 33.4 ml	530	602	M3
	Entretoises	17.28	24	M3
	Dalle 1 droite	110.88	108	M3
	Dalle 1 gauche	111.21	150	M3
	Dalle 2 gauche	130.12	154	M3
	Dalle 2 droite	111.21	121	M3
	TN40	1222.24 (204 u)	1200 (200 u)	M2

Tableau 22: le cout des matériaux consommés

cout des matériaux consommés				
Béton armé		Théorique	Réel	Unité
	Poutres 33.4 ml	35879940,00	38111940,00	DA
	Entretoises	566696,00	690344,00	DA
	Dalle 1 droite	4185211,824	4080020,40	DA
	Dalle 1 gauche	4054049,34	5478720,00	DA
	Dalle 2 gauche	4752606,976	5624819,20	DA
	Dalle 2 droite	4054049,34	5478720,00	DA
	TN40	1224000,00	1200000,00	DA
Total	54716550,48	60664563,00	DA	

CONCLUSION

Ce chapitre concerne le mode de la réalisation et le suivi de l'ouvrage PK11+320.

La conception de l'ouvrage est très précise et fait souvent l'objet d'un long travail, afin d'assurer la pérennité du savoir et la transmission des connaissances au sein de l'entreprise pour la bonne exécution.

Il est important que le suivi du mode de la réalisation soit défini par des tâches qui représentent les différentes phases de l'exécution du projet.



CONCLUSION
GENERALE

Ces notes sont une expérience qui nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et d'appliquer de véritables concepts de base pour la planification et le suivi de projets de ponts et leur application avec différents programmes de gestion (projet MS).

Au regard de la situation pratique, l'ingénieur civil doit apporter des solutions raisonnables et efficaces sur le terrain, en général, une conception justifiée doit d'abord tenir compte de la sécurité pour éviter les dommages humains et matériels, sans oublier l'économie, la qualité et le temps de mise en œuvre.

Dans le domaine des réalisations de projets, il nous semble nécessaire de faire quelques observations qui nous semblent importantes afin d'améliorer l'avancement du projet:

- Pour respecter les délais, les équipes doivent travailler 3 x 8
- Renforcer la maîtrise du travail qui doit être conforme à la règle.
- L'efficacité et l'efficience devraient être nécessaires compte tenu des conditions financières qui peuvent affecter l'achèvement du projet.



LISTE
BIBLIOGRAPHIQUE

- Froman B., Gourdon C., Dictionnaire de la qualité, AFNOR Éditions, 2003, p. 149.
- Piloter les risques d'un projet, Groupe Eyrolles, Henri-Pierre Maders et Jean-Luc Masselin, 2009 ,ISBN : 978-2-212-54385-8
- De l'ingénierie d'affaires au management de projet, Groupe Eyrolles, 2007, ISBN :978-2-212-53802-1
- Le guide du chef de projet ; Maxima, Paris, 2007 pour cette 2e édition, p11.
- « Pieux forés, recueil des règles de l'art », SETRA-LCPC, 1978, 195 p
- Roger AÏM ; « Les fondamentaux de la gestion de projet », AFNOR – 11, 2011, p6.
- BELAID, (Mohand cherif) : « le management de projets mis en œuvre avec MS-Project », pages bleues internationales, Alger, 2010, P.35
- Mlle. BENARBIA Sarah : « Stratégie de la gestion des délais dans la gestion de projet d'une entreprise publique dans le secteur sidérurgique (Cas : BATIRIM Spa) »,2014/2015, université d'Oran 2
- M. BOUKLI HACENE Hemza : « Management de projet de la conception a la realisation Cas de l'ouvrage d'art pk8+762 penetrante ghazaouet – autoroute (wilaya de tlemcen) »,2016/2017, université de Tlemcen
- Diagnostic et gestion de projet - Université libre de Bruxelles
homepages.ulb.ac.be/~sodorcha/doc/DGP/cours_1_17022011.pdf
- BELAID, (Mohan Cherif) :Op.cit., P.37.
- CNRS/DSI/conduite-projet/developpement/gestion-projet/guide-planfi-suivi-projet
- Cours organisation de chantier, chapitre1, Mr BENAMAR Abderrahmane, Univ Tlemcen Départ. G.C.
- Project Management Institute, Inc. :« Guide du corpus des connaissances en management de projet », p 212.
- ISO 31000:2009, parue début 2010 dans sa version française (NF ISO 31000:2010), Paragraphe 2.19.

- Gérer les risques - pourquoi ? Comment?, AFNOR Éditions, 2010, 2e édition (Mention spéciale au prix du livre Qualité/Performance 2006).p.18.
- (Abdelaziz Yazid, 2005/2006)
- Gestion de projet Vers les méthodes agiles,Groupe Eyrolles, 2008, ISBN : 978-2-212-12165-0
- La-Boite-a-outils-du-Chef-de-projet-Cultura-DUNOD-Ebook, Dunod, Paris, 2013, ISBN 978-2-10-070350-0
- Guide du Corpus des connaissances en management de projet (Guide PMBOK®)—Quatrième édition, PMI, 2008, ISBN : 978-1-933890-65-4.

LISTE WEBOGRAPHIE

- <https://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/conseils-pratiques/comment-realiser-un-forage-106948.html> consulter le 19/03/2020.
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%A9trise_d%27ouvrage consulter le 03/03/2020
- <http://www.houri-architecte.fr/les-missions-et-les-responsabilites-du-controleur-technique> consulter le 16/03/20
- <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/glossaire/cycle-de-vie-d-un-projet> consulter le 08/03/2020.
- <https://support.office.com/fr-fr/article/Bref-historique-de-la-gestion-de-projet-A2E0B717-094B-4D1E-878A-FCD0978891CD> consulté le 12/02/2020
- <https://www.piloter.org/projet/methode/planifier-ordonnancer.htm> consulté le 13/02/2020
- <https://www.piloter.org/projet/methode/wbs.htm> consulter le 15/02/2020
- <https://se-realiser.com/work-breakdown-structure-wbs/> consulter le 15/02/2020
- <http://concept.va.over-blog.com/article-37136015.html> consulté le 20/02/2020

- <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/ti-it/conn-know/cout-cost-fra.html?fbclid=IwAR0XZ9kgcg4J9qxjZiCWcLz4BnpGiLtPKkvpxy8Hh7jMdXhLOWtJXrbfcy8> consulté le 30/03/2020
- <https://bivi.afnor.org/notice-details/methodologie-du-management-du-risque-en-gestion-de-projet/1300553> consulté le 28/03/2020
- <http://www.africmemoire.com/part.2-chapitre-i-generalites-sur-les-ponts-1121.html>.
- <https://www.matiere-tp.fr/la-construction-dun-pont-un-chantier-en-5-etapes/>
- <https://www.planzone.fr/blog/determiner-ressources-necessaires-projet>
- <https://www.endvawnow.org/fr/articles/331-pourquoi-le-suivi-et-valuation-est-il-important-.html>
- <https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/suivi-de-projet>
- https://cyberlearn.hesso.ch/pluginfile.php/201211/mod_resource/content/0/marges_libres_et_totales.pdf