

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique
Université Abou Bakr Belkaid
Faculté de technologie
Département de génie civil

Option : Voie et ouvrage d'art

Thème : Analyse financière d'un projet de pont

Projet
Pénétrante Ghazaouet PK8+760

Présenté par :

- SELADJI Mohamed Lokman
- TALEB Merouane Wahib

Soutenu devant le jury composé de :

- | | |
|----------------|-----------|
| ▪ Mr BEKKOUCHE | Président |
| ▪ Mr HOUMADI | Examineur |
| ▪ Mr BENYELLES | Encadreur |

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a guidé et qui nous a donné la force et la volonté de réaliser ce travail

Au terme de ce travail, il nous est très agréable d'exprimer nos très vifs remerciements à :

- Monsieur BENYELLES d'avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup de disponibilité, son expérience et ses conseils nous ont été d'une grande utilité. Nous lui sommes particulièrement reconnaissants pour la confiance qu'il nous a accordé et la pertinence de ses remarques.
- Monsieur le professeur BEKKOUCHE, qui nous fait le grand honneur en acceptant de présider le jury de notre mémoire, nos hommages les plus respectueux.
- Monsieur HOUMADI d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à tous nos professeurs qui nous ont suivis au fil de notre cursus universitaire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à tout mon entourage pendant mes études :

- A mes parents qui m'ont aidé et soutenu moralement pendant ces années universitaires et au de-là, et que je ne remercierai jamais autant.
- A mon grand frère et meilleur ami qui a toujours été là quand j'en ai eu besoin.
- A mes grands-mères pour leur guidance durant toute ma vie.
- A toutes les personnes qui sont cher à mon cœur et qui se reconnaîtront dans cette phrase.
- A mes professeurs qui m'ont guidé et appris énormément le long de mon cursus universitaire.
- A mes amis de tous les jours et dont l'aide morale a toujours été très importante dans les moments de la vie.
- A tous mes collègues et camarades que j'ai découvert au sein du département de génie civil durant ce cursus.
- A mon camarade de travail TALEB WAHIB MEROUANE avec qui on s'est donnée à fond sur ce travail, et à qui je souhaite d'immenses succès dans la vie.
- A toute personne que je n'ai pu citer et dont l'aide a été importante.

SELADJI Lokman

Dédicaces

Je dédie ce travail :

- A mes parents ; surtout mon père qui n'a jamais cessé de m'encourager pour aller le plus loin possible
- Je dédie un merci particulier du fond du cœur à mes amis de longue date (El hizb)
- A tous mes collègues et camarades que j'ai découvert au sein du département de génie civil durant ce cursus. (Monadama)
- Sans oublier mon binôme Lokman pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet
- Enfin je dédie ce travail à toute ma famille et plus particulièrement à mon grand frère. Je leur serai éternellement reconnaissant pour leur soutien et leur amour

Merci à toute personne qui m'a proposé son aide

TALEB Merouane Wahib

Résumé

L'étude de la faisabilité d'une opération de construction permet au maître d'ouvrage d'étudier toutes les hypothèses nécessaires pour prendre la décision de réaliser l'opération. Les éléments de ces études de faisabilité pourront apporter une aide précieuse à l'entrepreneur qui s'engagera à mener à son terme l'opération de construction dans de parfaits délais.

Cette faisabilité s'articule autour de quatre aspects importants : la faisabilité dans le temps, la faisabilité dans l'espace, la faisabilité technique, et la faisabilité financière. Tout au long de ce travail, nous nous intéresserons à ce dernier point qui concerne le coût de l'opération et qui permet de juger si l'enveloppe financière est conforme aux prévisions, si la rentabilité de l'opération est satisfaisante, et si les moyens de financement de l'opération peuvent être trouvés.

Nous aborderons le cas des ponts, en exposant les différentes choses à savoir sur ce sujet, ainsi que les méthodes de calculs spécifiques de ces derniers en prenant un exemple existant riche en enseignement technique, pour résulter de l'enveloppe financière nécessaire à cet ouvrage spécifique.

Mots clés : Pont , Ouvrage , Béton , Devis , Planification

ملخص

تسمح دراسة جدوى عملية البناء للعميل بدراسة جميع الافتراضات اللازمة لاتخاذ قرار تنفيذ العملية. ويمكن لعناصر دراسات الجدوى هذه أن تقدم مساعدة قيمة للمتعاقد الذي سيضطلع بإنجاز عملية التشييد في الوقت المناسب.

وتتمحور هذه الجدوى حول أربعة جوانب مهمة: الجدوى في الوقت، والجدوى في الفضاء، والجدوى الفنية، والجدوى المالية. خلال هذا العمل، سنكون مهتمين بهذه النقطة الأخيرة، التي تتعلق بتكلفة العملية والتي تجعل من الممكن الحكم على ما إذا كان المغلف المالي يتماشى مع التوقعات، وما إذا كانت ربحية العملية مرضية، وما إذا كان يمكن العثور على وسائل تمويل العملية.

سنتناول حالة الجسور، ونكشف الأشياء المختلفة التي يجب معرفتها حول هذا الموضوع، بالإضافة إلى طرق الحسابات المحددة للأخير مع أخذ مثال موجود غني بالتعليم الفني، لينتج عن الظرف المالي اللازم لهذا العمل المحدد.

كلمات مفتاحية: جسر، عمل، خرسانة، تقدير، تخطيط

Abstract

The feasibility study of a construction operation allows the project owner to study all necessary hypotheses to make the decision to carry out the operation.

The elements of this feasibility studies can provide a valuable help to the builder who will commit to complete the construction operation at his best deadline. This feasibility revolves around four important aspects: the feasibility in time, the feasibility in space, the technical feasibility and the financial feasibility.

Throughout this work, we will focus on this last point, which concerns the cost of the operation and which allows us to judge whether the financial budget is in line with forecasts, if the profitability of the operation is satisfactory, and if the means of financing the operation can be found. We will discuss the case of bridges, explaining the different things to know about this subject, as well as the specific calculation methods of these last, by taking an existing example rich in technical teaching, to resulting the necessary financial budget for this specific work.

Key words : Bridge, Work, Concerte , Estimate, Planning

Table des matières

Chapitre I : GENERALITES SUR LES PONTS	14
I.1 Définition :	15
I.2 Historique des ponts :	16
I.3 Classification des ponts :	18
I.3.1 Selon les matériaux constitutifs :	18
I.3.2 Selon la structure :	20
I.3.3 Selon leur durée de service :	22
I.3.4 Selon leur mobilité (possibilité de bouger) :	22
I.3.5 Selon leurs formes en plan.....	22
I.4 Les composants d'un pont :	22
I.4.1. Infrastructure :	22
I.4.2. Superstructure :	23
Chapitre II : CYCLE DE VIE D'UN PROJET	24
II.1 Définition :	25
II.2 Les phases d'un projet :	25
II.2.1 Avant-projet ou initialisation :	25
II.2.2 Préparation et planification :	25
II.2.3 Réalisation et exécution :	26
II.2.4 Contrôle et suivi :	26
II.2.5 Clôture du projet :	26
II.3 Planification :	26

II.3.1 Les taches :	27
II.3.2 Les ressources :	27
II.3.3 Qualité :	27
II.3.4 Coût :	27
II.3.5 Délai :	28
II.4 Diagramme de Gantt :	29
Chapitre III : CARACTERISTIQUE DU PROJET PENETRANTE GHAZAOUET PK8+760	31
III.1 Localisation de l’ouvrage :	32
III.2 Caractéristiques de l’ouvrage :	32
III.3 Principaux matériaux :	34
III.3.1 Béton :	34
III.3.2 Acier :	36
III.4 Contraintes générales de conception : [4] [5]	53
III.5 Devis estimatif de notre projet :	53
III.5.1 Eléments du devis :	53
Chapitre IV : PLANIFICATION DE LA REALISATION DE NOTRE PROJET	58
IV.1 Work Breakdown Structure WBS :	59
IV.1.1 Définition :	59
IV.1.2 WBS De notre projet :	59
IV.2 MS Project :	60
IV.2.1 Définition :	60
IV.2.2 Utilisation MS Project :	60
IV.2.3 Diagramme de Gantt de notre projet :	63
Chapitre V : RESULTATS DE LA PLANIFICATION	67
V.1 Répartition des couts selon les périodes :	68
V.1.1 Répartition des couts par années :	68
V.1.2 Répartition des couts par trimestres :	69
V.1.3 Répartition des couts par mois :	69
V.2 Répartition des couts selon les phases de construction :	70
V.3 Répartition des couts selon les ressources :	71
V.3.1 Rapport synthétique du cout des ressources :	71
V.3.2 Rapport synthétique du cout des ressources par groupes :	72

V.3.3 Rapport synthétique du cout des matériaux et équipements :	73
V.3.4 Rapport synthétique du cout des ressources humaines :	74
V.3.5 Matériels :	75

Tableau des illustrations

Figures.

Figure I.-1. Pont de la grande dorsale (Martinique, France)	15
Figure I.-2. Pont de Millau (Millau, France)	16
Figure I.-3. Le pont TarrSteps (Exmoor, Grande-Bretagne)	16
Figure I.-4. Pont du Gard (Le Gard, France)	17
Figure I.-5. Pont de Kappelbrucke (Lucerne, Suisse)	17
Figure I.-6. Iron Bridge (Shropshire, Angleterre)	17
Figure I.-7. Golden Gate Bridge (San Francisco, USA)	18
Figure I.-8. Pont de Chaotianmen (Chongqing, Chine)	18
Figure I.-9. Pont de Crest (Rhône-Alpes, France)	18
Figure I.-10. Pont de la Caille (Haute-Savoie, France)	19
Figure I.-11. Pont de Pierre (Saragosse, Espagne)	19
Figure I.-12. Viaduc TGV de Ventabren (Bouche du Rhône, France)	19
Figure I.-13. Viaduc de Garabit (Auvergne, France)	20
Figure I.-14. Viaduc de Trapagaran (Trapagaran, Espagne)	20
Figure I.-15. Pont de Sully sur Loire (Loiret, France)	20
Figure I.-16. Pont de Georges (Paris, France)	21
Figure I.-17. Rainbow Bridge (Niagara, Canada)	21

Figure I.-18. Pont Yavuz Selim (Istanbul, Turquie)	21
Figure I.-19. Pont de Tataro (Hiroshima, Japon)	22
Figure I.-20. Schéma des principaux éléments constructifs d'un pont	23
Figure 0-1 cycle de vie d'un projet [2].....	26
Figure 0-2 Schéma du triangle « qualité, cout, délai ».....	29
Figure III.-1 Plan de situation du pont [3]	32
Figure III.-2 Plan descriptif du pont [3].....	33
Figure III.-3 Coupe schématique longitudinale [3]	33
Figure III.-4 Coupe transversale de la culée C1[3].....	34
Figure III.-5 Coupe transversale de la pile P2 [3]	35
Figure III.-6 Coupe transversale de la pile P5 [3]	36
Figure III.-7 Détails des ferrillages de la semelle de la culée [3]	37
Figure III.-8 Coupe du mur de front de la culée C1 [3].....	38
Figure III.-9 Coupe du mur en retour de la culée C1 [3].....	39
Figure III.-10 Détails du ferrillage des oreilles et socles d'appuis de la culée C1 [3].....	40
Figure III.-11 Détails du ferrillage des semelles des piles P2 et P11 [3].....	41
Figure III.-12 Détails du ferrillage de la pile P2 [3]	42
Figure III.-13 Détails ferrillage du chevêtre [3].....	43
Figure III.-14 Détails du ferrillage d'un pieu d'une pile [3].....	44
Figure V.-1 Histogramme du rapport des flux de trésorerie par année	68
Figure V.-2 Courbe du rapport des flux de trésorerie par trimestre	69
Figure V.-3 Histogramme du rapport des flux de trésorerie par mois.....	69
Figure V.-4 Graphe en secteur de la répartition des couts selon les phases de construction .	70
Figure V.-5 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des ressources.....	71
Figure V.-6 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des ressources par groupes..	72
Figure V.-7 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des matériaux et équipements	73
Figure V.-8 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des ressources humaines	74
Figure V.-9 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des matériels.....	75

Tableaux.

Tableau III-1 Nomenclature des armatures de la semelle d'une culée [3]	37
Tableau III-2 Nomenclature de l'acier du mur de front [3].....	38
Tableau III-3 Nomenclature de l'acier du mur en retour [3].....	39
Tableau III-4 Nomenclature des armatures de la semelle des piles [3].....	41
Tableau III-5 Nomenclature des aciers de la pile P2 [3]	42
Tableau III-6 Nomenclature des aciers du chevêtre [3]	43
Tableau III-7 Nomenclature des aciers du pieu de la pile [3]	45
Tableau III-8 Tableau récapitulatif des quantités de béton et acier de l'ouvrage	52
Tableau III-9 devis estimatif et quantitatif [6]	56
Tableau IV-1 représente la durée de différentes taches	62
Tableau IV-2 Diagramme de notre projet.....	66

INTRODUCTION GENERALE

Dans le contexte du développement économique, l'Algérie a connu une croissance ascendante avec une augmentation du nombre de véhicules. Cette augmentation a conduit à la saturation de la circulation mécanique, qui a conduit à des réseaux routiers existants inadéquats. Pour résoudre ce problème, notre intervention en tant qu'ingénieurs est d'apporter les solutions nécessaires. Nous devons étendre le réseau routier et construire des routes, des autoroutes, des cheminées et des ponts.

Dans notre présent mémoire, nous nous intéresserons à ce dernier ouvrage d'art cité, en nous focalisant spécialement sur son aspect financier.

L'objectif est de faire une étude financière d'un pont à poutre, sur les deux volets quantitatifs et estimatifs, pour pouvoir projeter le planning complet de la réalisation de ce projet gigantesque.

Chapitre I :
GENERALITES SUR LES PONTS

Introduction :

On peut définir un ouvrage d'art comme un ouvrage spécial, par opposition à un bâtiment notamment. Ce sont des constructions de grande taille destinées généralement à établir une voie de communication. Parmi ces différents ouvrages d'art, on retrouve les ponts.

I.1 Définition :

On appelle pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel (cour d'eau, vallée...) ou artificiel (une autre voie de circulation). Cette définition est un peu imprécise dans la mesure où elle ne se réfère à aucune notion de dimension, de forme ou de nature d'ouvrage. Selon le cas, on distingue :

- Pont- route.
- Pont-canal.
- Pont-rail.
- Pont-aqueduc.
- Pont-oléoduc.



Figure I-1. Pont de la grande dorsale (Martinique, France)

Pour les petits ponts hydrauliques, on parle couramment de ponceaux ou des dalots. A l'inverse, on emploie de préférence le terme de viaduc lorsqu'il s'agit d'un ouvrage de grande longueur possédant de nombreuses travées et généralement situé en site terrestre tel que le célèbre viaduc de Millau sur la figure 1-2.



Figure I-2. Pont de Millau (Millau, France)

I.2 Historique des ponts :

L'histoire de la construction des ponts est avant tout celle des matériaux qui les constituent. Nous les résumons selon les grandes périodes de l'histoire de l'humain :

- **Période préhistorique :** Les ponts les plus anciens consistaient principalement à la pose de pierres plates sur des appuis en pierres. Vers la fin de cette période, certaines civilisations ont commencé à maîtriser les principes d'empilement leur permettant de réaliser des éléments voûtés (figure 1-3).



Figure I-3. Le pont TarrSteps (Exmoor, Grande-Bretagne)

- **Période romaine :** La technique romaine est basée sur les voûtes maçonnées et l'utilisation de cintres permettant des portées importantes et des élévations remarquables (figure I-4).



Figure I-4. Pont du Gard (Le Gard, France)

- **Période du moyen-âge :** La période postérieure aux romains se traduit surtout par une évolution des fonctions d'un pont. Il peut être un lieu de commerce, d'habitation ou de contrôle. En chine apparaît les premières techniques d'allègement des structures.



Figure I-5. Pont de Kappelbrucke (Lucerne, Suisse)

- **Révolution industrielle :** La révolution industrielle se traduit par l'apparition des ouvrages métalliques qui permettent des portées plus importantes et un très grand allègement de la structure. Cette période sera marquée par l'utilisation de nouveaux matériaux tels que le béton et une recherche d'optimisation des matériaux traditionnels.



Figure I-6. Iron Bridge (Shropshire, Angleterre)

- **XXe siècle** : Le siècle passé se traduit par l'apparition de nouveaux matériaux, la généralisation à tout type de transport de l'utilisation des ponts, la recherche de performances technologiques...



Figure I-7. Golden Gate Bridge (San Francisco, USA)

- **XXI siècle** : Ce début de millénaire se traduit par une diversification de l'optimisation des ouvrages de par la fonctionnalité, l'esthétisme, les matériaux, les qualités mécaniques ainsi que les techniques de mise en œuvre...



Figure I-8. Pont de Chaotianmen (Chongqing, Chine)

I.3 Classification des ponts :

I.3.1 Selon les matériaux constitutifs :

- Le pont en bois.



Figure I-9. Pont de Crest (Rhône-Alpes, France)

- Le pont en béton armé.



Figure I-10. Pont de la Caille (Haute-Savoie, France)

- Le pont en pierre ou en maçonnerie (pont route).



Figure I-11. Pont de Pierre (Saragosse, Espagne)

- Le pont en béton précontraint

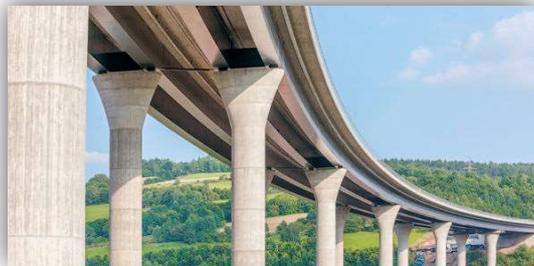


Figure I-12. Viaduc TGV de Ventabren (Bouche du Rhône, France)

- Le pont métallique.



Figure I-13. Viaduc de Garabit (Auvergne, France)

- Le pont mixte (acier-béton) : dalle en béton et poutre métallique.



Figure I-14. Viaduc de Trapagaran (Trapagaran, Espagne)

I.3.2 Selon la structure :

- Ponts à poutres.



Figure I-15. Pont de Sully sur Loire (Loiret, France)

- Ponts à voûtes.



Figure I-16. Pont de Georges (Paris, France)

- Ponts en arc.

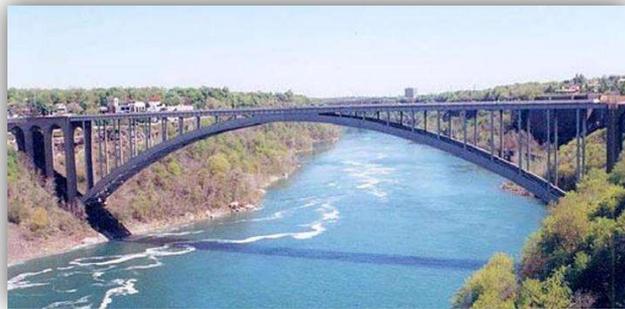


Figure I-17. Rainbow Bridge (Niagara, Canada)

- Ponts suspendus.



Figure I-18. Pont Yavuz Selim (Istanbul, Turquie)

- Ponts à haubans.



Figure I-19. Pont de Tatarashi (Hiroshima, Japon)

I.3.3 Selon leur durée de service :

- Pont provisoire.
- Pont définitif.

I.3.4 Selon leur mobilité (possibilité de bouger) :

- Ponts fixes.
- Ponts mobiles.

I.3.5 Selon leurs formes en plan

- Le pont droit.
- Le pont biais (forme angle aigu).
- Le pont courbe.

I.4 Les composants d'un pont :

Un pont est constitué de deux grandes parties :

I.4.1. Infrastructure :

C'est la partie inférieure ou encrée du pont. Elle comprend les fondations ainsi que les appuis (culées, piles...).

- ❖ Les fondations : qui peuvent être superficielles ou profondes.
- ❖ Les appuis : ce sont les culées (appuis de rive), les piles (appuis intermédiaires) et les pylônes pour les ponts à câbles.

I.4.2. Superstructure :

C'est la partie supérieure du pont qui reçoit les charges dues au trafic et aux actions extérieures. Elle se compose du tablier et des équipements.

- ❖ Tablier : élément sur lequel circulent les véhicules, il est constitué d'une dalle reposant sur un quadrillage de poutres : les poutres principales dans le sens de la circulation et les entretoises placés transversalement.
- ❖ Les équipements : ce sont des éléments indispensables à l'utilisation, au fonctionnement et à la durabilité du pont : appareils d'appui, garde-corps, joints, gargouilles etc...

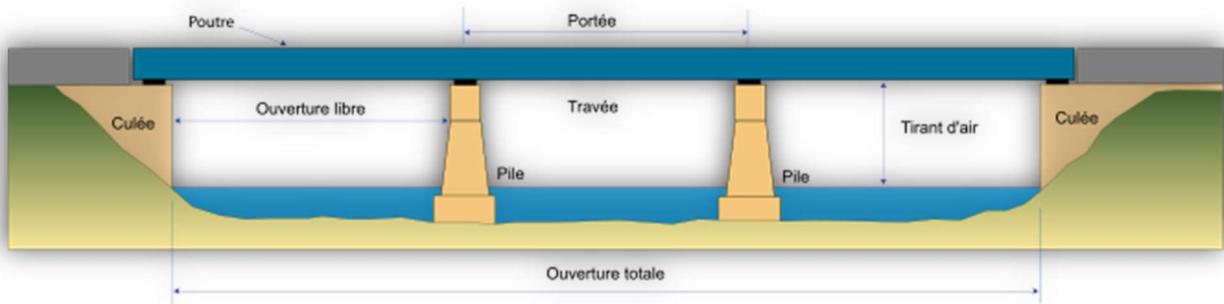


Figure I-20. Schéma des principaux éléments constructifs d'un pont

Conclusion :

Ce chapitre nous aura permis de nous familiariser avec cet ouvrage d'art qu'est le pont, et de connaître brièvement ses différents éléments.

Chapitre II : **CYCLE DE VIE D'UN PROJET**

Introduction :

Le projet se caractérise par son cycle de vie, qui est généralement représenté par des phases. Le nombre d'étapes et leurs noms peuvent varier selon l'application ou le domaine d'application. L'ingénieur en charge du projet doit parfois définir les différentes étapes du projet dont il a la charge, tout en tenant compte des paramètres propres au projet ou à la culture d'entreprise. Dans ce chapitre nous nous attelons à définir les différents paramètres et composantes du cycle de vie des projets.

II.1 Définition :

Le cycle de vie d'un projet est une série de phases par lesquelles passe un projet de son lancement à sa clôture. (Project Management Book of Knowledge (PMBOK))

II.2 Les phases d'un projet :

II.2.1 Avant-projet ou initialisation :

La demande est clarifiée, les objectifs précisés et le projet globalement identifié au regard des objectifs et des livrables.

- L'objectif d'un projet c'est une partie du programme sur lequel porte le changement, petit ou grand, que l'on désire obtenir et qui doit pouvoir se mesurer. Cet objectif doit être suffisamment détaillé pour permettre la planification et l'évaluation des activités de votre projet.
- Un livrable désigne tout produit fourni pendant la réalisation du projet et nécessaires pour atteindre les objectifs. Ils sont fournis dans le cadre des lots de travaux du projet.

Aussi faudrait faire une étude de faisabilité : économique, organisationnelle et technique.

- Faisabilité de marché : concurrence, segmentation et tendances du marché, marché potentiel, positionnement et stratégie marketing.
- Faisabilité technique : contexte et contraintes, choix technologiques, modalités d'approvisionnement, coûts d'investissement.
- Faisabilité financière : hypothèses de durée de vie, taux d'actualisation, inflation, revenus et dépenses du projet, financement, évaluation de la rentabilité.
- Faisabilité environnementale : bilan environnemental du site, actions pour assurer la protection de l'environnement et conformité réglementaire, portrait environnemental du projet.

II.2.2 Préparation et planification :

Le contenu du projet est défini plus précisément, un planning détaillé est établi pour les délais, les budgets, les ressources humaines.

II.2.3 Réalisation et exécution :

Le produit ou le service est effectivement réalisé selon le plan prévu et conformément aux exigences du demandeur.

II.2.4 Contrôle et suivi :

Le suivi d'un projet est un processus continu qui concerne les activités en cours. Cette phase sert à collecter et analyser les données au fil du temps pour mesurer le progrès par rapport aux résultats attendus.

II.2.5 Clôture du projet :

Les livrables sont achevés et le produit ou service est livré au client interne ou externe, l'évaluation du projet est réalisée et sa clôture administrative réalisée.

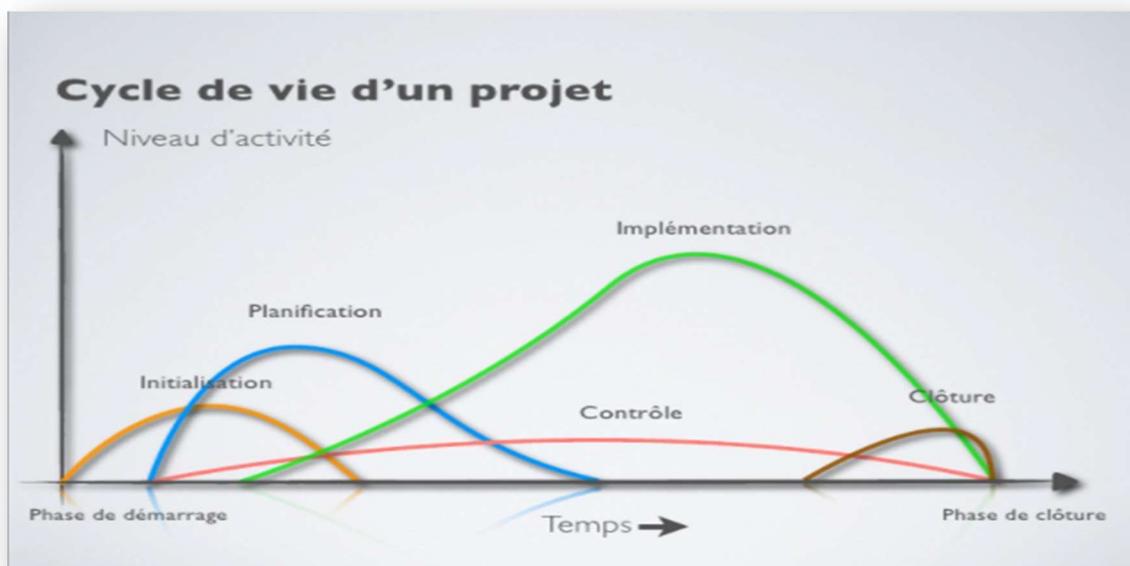


Figure II-1 cycle de vie d'un projet [2]

II.3 Planification :

La planification de projet est l'organisation des tâches à réaliser sur une période donnée. L'objectif du plan est de déterminer le coût, les ressources à mobiliser et la meilleure façon de planifier toutes les tâches à effectuer. Ayez une vision claire de votre projet et réalisez-le dans les plus brefs délais. La planification de projet clarifie également le rôle de chacun dans l'attribution des tâches et le travail attendu. Il renforce la collaboration et la cohésion d'équipe. Les tâches à accomplir par l'organisation peuvent encourager les membres de l'équipe à accomplir leur travail efficacement. Chaque membre doit être conscient qu'être en retard entraînera le retard de ses coéquipiers.

II.3.1 Les tâches :

Une gestion de projet efficace nécessite une gestion des tâches efficace. Les projets sont souvent découpés en parties plus petites et plus faciles à gérer (tâches, activités ou jalons). La réussite de votre projet dépendant essentiellement du fait d'exécuter les tâches dans les délais impartis, celles-ci sont souvent classées par ordre de priorité et programmées sur un échéancier. Pour que le projet se déroule selon le calendrier prévu, il est important de respecter les délais et d'accomplir les tâches en fonction des dépendances et des priorités.

II.3.2 Les ressources :

On distingue trois principaux types de ressources :

- Les ressources humaines : Il s'agit de l'ensemble des acteurs qui travaillent sur le projet. Les ressources humaines sont fondamentales à tous projets car ce sont elles qui exécutent le travail. Le chef de projet doit s'entourer d'une équipe pluridisciplinaire qui possède les compétences, l'expérience et le savoir-faire indispensables à la réalisation du projet. Ces ressources humaines peuvent être recrutées au sein de l'entreprise ou à l'externe. Il peut également s'agir de prestataires ou de consultants qui interviendront ponctuellement ou de façon permanente sur le projet.
- 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 projet : lieux, 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.
- Les ressources financières : On parle ici du budget alloué au projet. 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.

II.3.3 Qualité :

Il s'agit du soin qui est apporté à la réalisation fonctionnelle et technique du projet. Un projet de médiocre qualité remplira les besoins immédiats du client, en s'autorisant un certain nombre de raccourcis. Un projet de bonne qualité aura été spécifié pour couvrir certains besoins futurs identifiables, et offrira une ergonomie adaptée, des performances homogènes, une évolutivité étudiée, une documentation complète.

II.3.4 Coût :

L'évaluation du coût du projet est la plus importante et la plus délicate. En effet, cette phase nécessite beaucoup de rigueur et doit être la plus exhaustive possible afin de fournir un chiffrage précis, fiable et pertinent. Le but est d'établir le coût potentiel du projet, de son lancement jusqu'à sa clôture.

On distingue deux méthodes pour évaluer le coût d'un projet :

- La méthode analogique ou par analogie : Cette méthode consiste à se référer aux coûts réels des projets similaires au vôtre et à les adapter en faisant quelques ajustements. Il est également possible de s'appuyer sur l'avis d'un chef de projet expérimenté qui a travaillé sur un projet semblable. Elle se déroule en trois étapes : Analyse du projet, recherche d'un projet similaire, comparaison et chiffrage.
- La méthode ascendante : Le but de cette méthode est d'estimer le coût de chaque groupement de tâches, puis d'additionner chacune de ces estimations afin d'obtenir le coût global du projet. Cette méthode est plus précise que la précédente car elle s'appuie sur l'expérience et l'avis des personnes qui exécutent les tâches en question. Cette méthode s'utilise lors de l'élaboration du budget. Une fois que tous les éléments du projet ont été chiffrés, on les additionne afin d'obtenir le coût total du projet.

II.3.5 Délai :

Le planning du projet doit être défini avec beaucoup de soin, même s'il est important de garder de la souplesse afin de faire face aux imprévus. Si les délais sont trop courts, la qualité attendue risque d'être difficile à atteindre. Le retard de l'équipe projet risque également de faire augmenter le budget initialement prévu. Il est essentiel, avant même le début du projet, d'identifier le temps nécessaire à sa réalisation. Bien évidemment, il n'est pas toujours facile d'identifier la durée d'un projet. C'est pourquoi il est conseillé d'utiliser des méthodes pointues de planification et de conserver une certaine souplesse sur les marges. Cela évitera ainsi de prendre trop de retard.

Ces trois derniers points sont interdépendants et forment le triangle d'or en gestion de projet, ils doivent être pris en compte soigneusement. Il faut donc comprendre – et faire comprendre – qu'il existe 3 possibilités :

Rapide et pas cher => Mauvaise qualité

C'est ce que demandent beaucoup de clients, sans se rendre compte qu'un projet vite fait et à moindre coût aura forcément des lacunes. Cela peut être satisfaisant pour un prototype qui doit valider un concept. Mais il faut bien expliquer les risques que cela peut faire prendre à moyen terme.

Rapide et de bonne qualité => Cher

Si le client peut se le permettre, c'est la solution parfaite. Un projet très important sera traité de manière prioritaire sur les autres, se verra affecter plus de moyens humains et techniques. Et donc forcément, cela a un coût important.

Bonne qualité et pas cher => Lent

Un projet bien fait, mais qui ne coûte pas cher ? Il va prendre du temps à être réalisé. Pour diminuer les coûts, ce projet va se retrouver à jouer le « bouche-trou » ; sa priorité est plus faible, et « on y travaille quand on a du temps ». Pareil pour les ressources techniques, qui sont disponibles d'abord pour les autres projets.

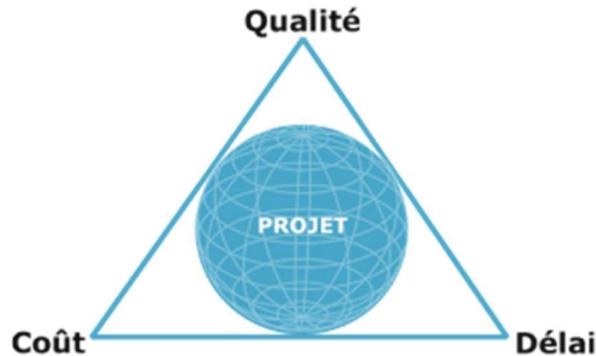


Figure II-2 Schéma du triangle « qualité, cout, délai »

II.4 Diagramme de Gantt :

Le diagramme de Gantt est un outil utilisé en ordonnancement et gestion de projet et permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet.

Cet outil répond à deux objectifs : planifier de façon optimale et communiquer sur le planning établi et les choix qu'il impose.

Voici les étapes à suivre :

- Définir les tâches du projet et les jalons :

Partez des grandes étapes en les décomposant en petites tâches. La difficulté est de trouver la bonne échelle, ni trop précis, ni trop large. Choisissez les jalons : en fonction des livrables en fin d'étape et des événements validant la continuation ou l'arrêt du projet, pour rendre ce travail encore plus rigoureux. Organisez-les par ordre chronologique.

- Estimer la durée des tâches :

Le temps prévu pour chaque intervention est une donnée importante pour la planification. Choisissez l'unité la plus pertinente : heure, jour, semaine... suivant le projet et conservez la même référence pour l'ensemble du tableau.

- Identifier les interactions entre chaque activité :

Certaines tâches ne peuvent être menées qu'après la fin ou le début d'une autre (on parle de "tâches séquentielles"). Par ailleurs, d'autres sont traitables en parallèle. Il convient donc d'identifier les dépendances. Il s'agit de la phase d'ordonnancement.

4 types de dépendance :

- Fin à fin (FF) : les 2 tâches doivent se terminer en même temps
- Fin à début (FD) : une tâche ne peut débuter que lorsque la précédente sera terminée. Il s'agit du mode d'enchaînement standard.
- Début à fin (DF) : une tâche ne peut pas se terminer tant que la précédente n'a pas démarré.
- Début à début (DD) : une tâche ne peut débuter que si la précédente a démarré

➤ Affecter les ressources

Définir les ressources aussi bien humaines que matérielles affectées à chaque tâche. Cette donnée est utile lorsqu'il est nécessaire d'effectuer un suivi précis de l'allocation des ressources. Ou bien simplement afin de savoir qui fait quoi.

Pour des projets plus complexes, l'utilisation en amont de la méthode PERT s'impose pour lister les tâches, définir les dépendances, prendre en compte les contraintes.

Conclusion :

A travers l'étude de ce chapitre, nous pourrions désormais définir le contenu de notre futur projet de façon plus précise, avec une planification détaillée qui sera établie pour sa durée ; ses échéances, ses ressources et ses dépenses, ainsi que ses politiques et ses procédures de gestion.

Chapitre III :
CARACTERISTIQUE DU PROJET PENETRANTE
GHAZAOUET PK 8+760

Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons l'ouvrage étudié dans ce mémoire. C'est la pénétrente de Ghazaouet PK 8+760.

III.1 Localisation de l'ouvrage :

L'exemple étudiée dans ce travail est un grand pont de 11 travées jumelé, il s'agit de la pénétrente PK 8+760 qui sert à relier le port de Ghazaouet (Tlemcen, Algérie) à l'autoroute « Est-Ouest ».

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 d'eau permanente au fond de la vallée, la géomorphologie de la zone de l'ouvrage d'art est une basse-montagne et colline dont le relief est assez accidenté

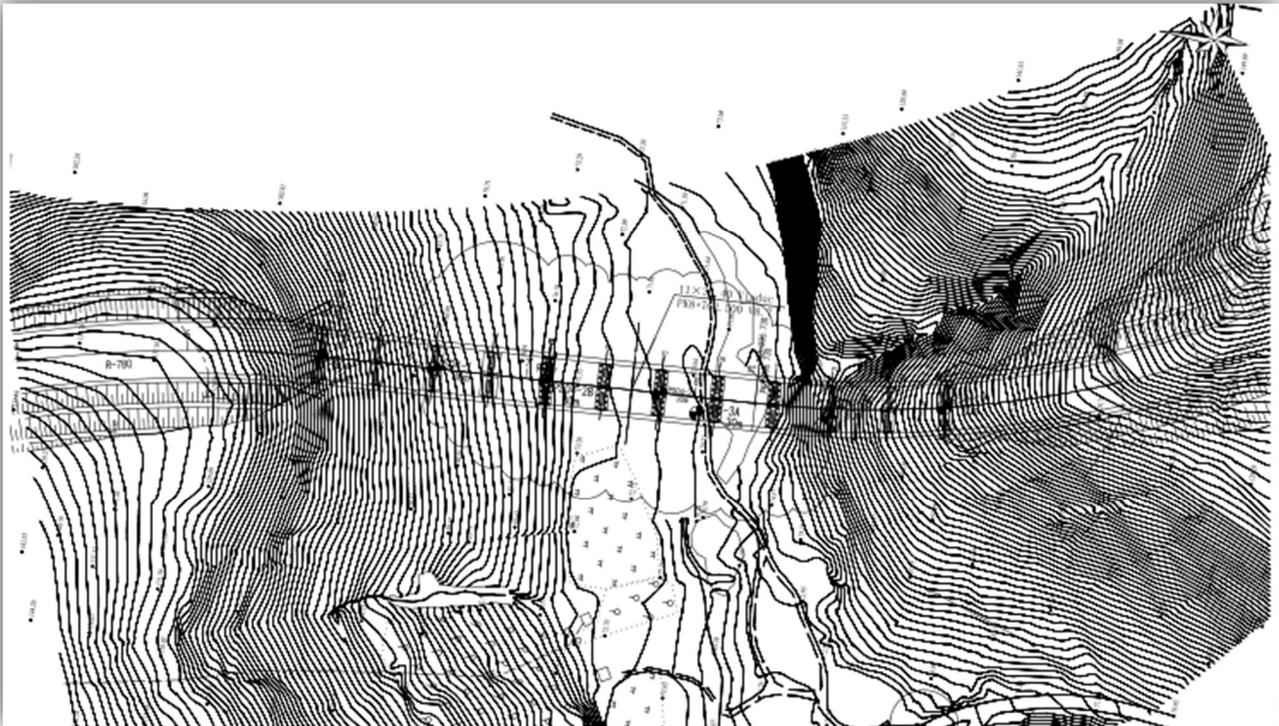


Figure III-1 Plan de situation du pont [3]

III.2 Caractéristiques de l'ouvrage :

Cet ouvrage est un viaduc jumelé qui se compose de :

- 4 culées.
- 22 travées.
- 20 piles.
- 154 poutres.
- 308 appareils d'appuis.
- Une dalle continue de 367.4 m.

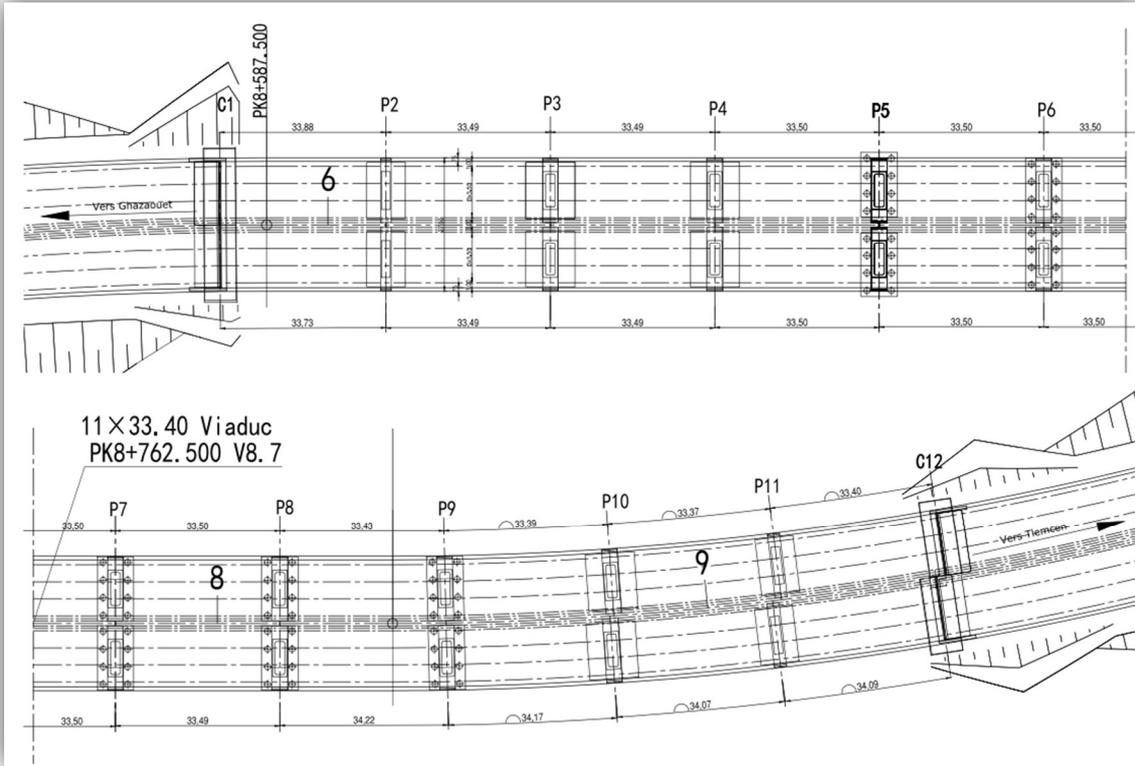


Figure III-2 Plan descriptif du pont [3]

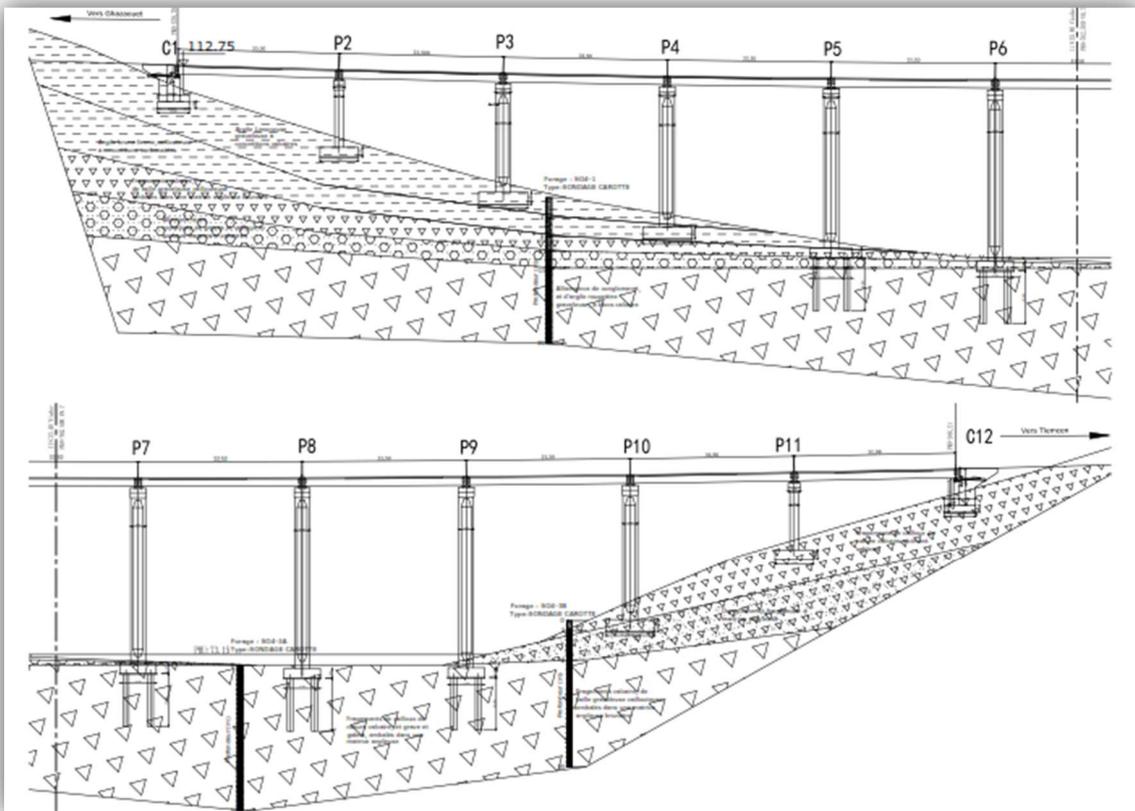


Figure III-3 Coupe schématique longitudinale [3]

III.3 Principaux matériaux :

III.3.1 Béton :

- Poutres en T précontraintes préfabriquées : Béton RN35
 - ❖ Quantité de béton pour une poutre : $V_{b1}=18,50m^3$
 - Quantité de béton pour 154poutres : $V_{b2}=2849m^3$
- Tablier en béton armé coulé en place : Béton RN35
 - ❖ Quantité de béton pour la dalle : $V_{b3}=\text{Largeur (deux travées)} * \text{longueur} * \text{nombre de travée} * \text{épaisseur de la dalle}$
 $V_{b3}=27,5*33,4*11*0,25=2\ 525,88m^3$
- Culées, piles, chevêtres, semelles, pieux de fondation : Béton RN27
 - ❖ Quantité de béton pour une culée :
 - Quantité de béton pour une semelle : $V_{b4}=\text{Epaisseur} * \text{longueur} * \text{largeur}$
 $V_{b4}=1,5*15,78*6,4=151,49m^3$
 - Quantité de béton pour mur de front : $V_{b5}=\text{Epaisseur} * \text{largeur} * \text{longueur}$
 $V_{b5}=1,2*5,21*13,5=84,40m^3$
 - Quantité de béton pour mur en retour : $V_{b6}=\text{Somme des volumes des partie du mur (Figure III-4)}$
 $V_{b6}=3,75*0,65*3,45+(1,25*0,65*3,45)+(2*3,04*0,65)=15,17m^3$
 - Quantité de béton pour MGG+oreil : $V_{b7}=\left(\left(2,49+1,84\right)*0,8*0,2\right)+\left(0,4\right)*13,5=14,75m^3$
 - Quantité de béton pour socle d'appui : $V_{b8}=\left(\left(0,6*0,6*0,6*7\right)+\left(1,3*0,6*0,6*3\right)+\left(0,44*1,2*1,2\right)\right)=3,55m^3$

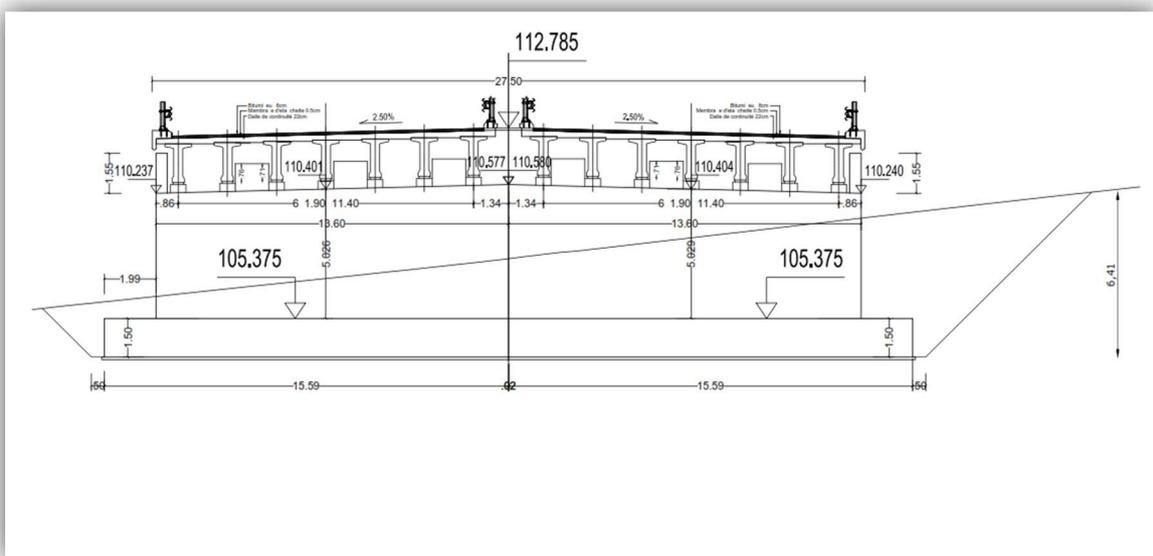


Figure III-5 Coupe transversale de la culée C1[3]

❖ Quantité de béton pour une pile sans pieux :

- Quantité de béton pour une semelle : $V_{b9}=2*11.5*7.8=179,4m^3$
- Quantité de béton pour les levées : $V_{b10}=7.7*4.4*1.8+ 7.7*4.4*1.8+ 27.72=149,688m^3$
- Quantité de béton pour chevêtre : $V_{b11}=47,6m^3$

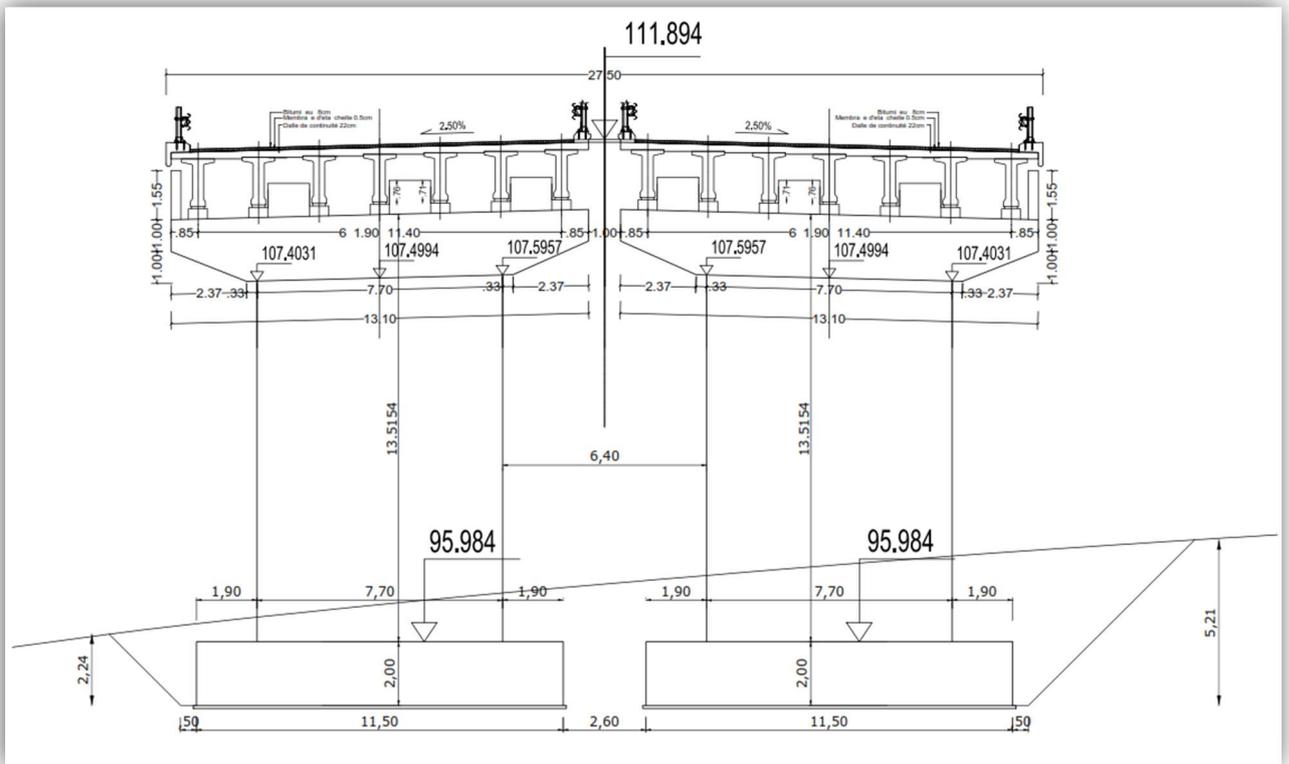


Figure III-6 Coupe transversale de la pile P2 [3]

❖ Quantité de béton pour une pile avec pieux :

- Quantité de béton pour un pieu : $V_{b12}= (3.14*(1.2^2)/4)*9.6=10,85m^3$
- Quantité de béton pour une semelle : $V_{b13}=393,82m^3$
- Quantité de béton pour les levées : $V_{b14}= 34.38+ 12.33+ 17.36+ 46.57+ 46.57+ 46.57+ 46.57+ 27.74=324,66m^3$
- Quantité de béton pour chevêtre : $V_{b15}=47,6m^3$

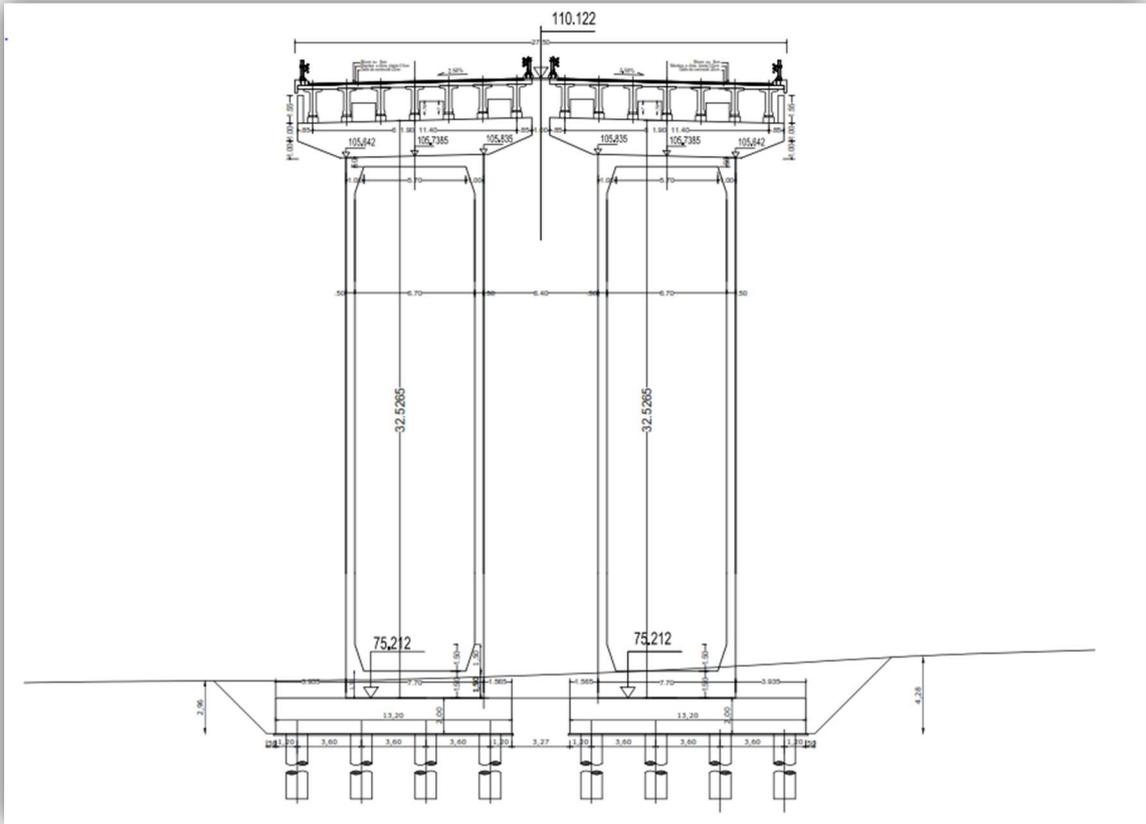


Figure III-7 Coupe transversale de la pile P5 [3]

Les piles P2, P3, P4, P10, P11 reposent sur des semelles isolées, tandis que les piles centrales P5, P6, P7, P8, P9 qui se situent au fond de la vallée disposent de fondations profondes et reposent sur des pieux pour renforcement en cas d'inondation.

III.3.2 Acier :

- Poutres en T :

- ❖ Quantité d'acier pour une poutre : $Pa1=721.89+577.59+26.09+250.37+110.97+1020.81=2707.72 \text{ kg}$

- Quantité de béton pour 154poutres : $Pa2=416\ 988.88 \text{ kg}$

- Tablier :

- ❖ Quantité d'acier pour la dalle : $Pa3=255\ 117.70 \text{ kg}$

- Culées, piles, chevêtres, semelles, pieux de fondation :

- ❖ Quantité d'acier pour une culée :

- Quantité d'acier pour une semelle :

$$Pa4=2504.52+167.49+874+(1929.12+747)+7205.78+4845.62=18273.53 \text{ kg}$$

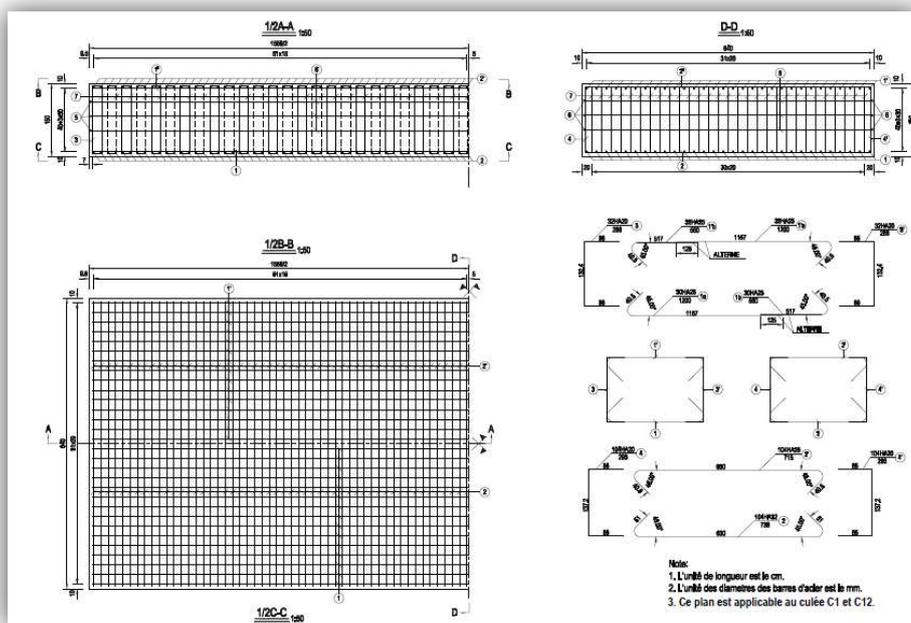


Figure III-8 Détails des ferrillages de la semelle de la culée [3]

REP	TYPE	Dia m (mm)	Esp (m)	NOMBRE			Longueur Unitaire (cm)	Long total (m)	Poids Unitaire (kg)	Poids (kg)
				Par Eléments	d'éléments	Nbre				
2	HA	32	0.15	104	1	104	738	767.52	6.313	4845.62
1a	HA	25	0.2	32	1	32	1200	384	3.853	1479.69
1b	HA	25	0.2	32	1	32	560	179.2	3.853	690.52
1'a	HA	25	0.2	32	1	32	1200	384	3.853	1479.89
1b	HA	25	0.2	32	1	32	560	179.2	3.853	690.52
2'	HA	25	0.15	104	1	104	715	743.6	3.853	2865.36
3	HA	20	0.2	32	1	30	288	864	2466	213.06
3'	HA	20	0.2	32	1	30	288	88.4	2466	213.06
4	HA	20	0.15	104	1	104	293	304.72	2466	75149
4'	HA	20	0.15	104	1	104	293	304.72	2466	75149
5	HA	14	0.3	6	1	6	1200	72	1.208	87.01
6	HA	14	0.3	6	1	6	1110	66.6	1.208	8048
7	HA	12	0.2	806	1	806	350	2821	0.888	2504.52
Bâton RN27 (HT)	149.7	Béton de propreté RN10	10.0	Poids total ada (KO)	HA32	4845.62	TOTAL (Kg)	16652.5		
					HA25	7205.78				
					HA20	1929.12				
					HA14	16749				
					HA12	2504.52				

Tableau III-1 Nomenclature des armatures de la semelle d'une culée [3]

▪ Quantité d'acier pour mur de front : $Pa5=2468.64+2559.80+1346.4$
=6374.88kg

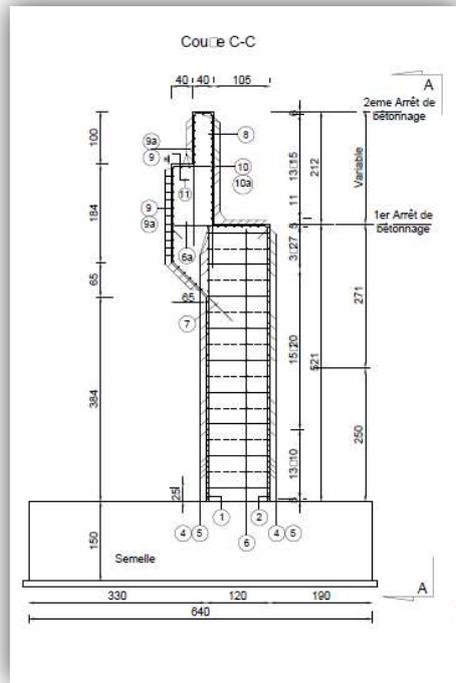


Figure III-9 Coupe du mur de front de la culée C1 [3]

Rep	Diam (mm)	Esp (m)	Nombre	Longueur unitaire (cm)	Longueur Totale (m)	Poids Unitaire (Kg)	Poids Total (Kg)	
1	HA 20	0.15	91	600	546.00	2.466	1347.00	
6a		0.15	91	240	546.00		540.00	
11	ADX 20	0.20	65	80	52.00		128.00	
2	HA 16	0.15	91	530	482.00	1.578	761.00	
3		0.15	06	530	32.00		51.00	
3a		0.15	06	560	34.00		54.00	
4		0.10 - 0.20	66	1200	792.00		1.208	1250.00
		0.15 - 0.27						
5		0.10 - 0.20	66	428	283.00			446.00
		0.15 - 0.27						
9		0.15	27	1200	324.00			511.00
9a	0.15	27	250	68.00	107.00			
7	HA 14	0.15	87	550	479.00	1.208		579.00
8		0.15	91	565	514.00			621.00
10		0.15	21	1200	252.00		305.00	
10a		0.15	21	240	51.00		61.00	
6	HA 12	0.30/0.60	1390	200	4031.00	0.888	3580.00	
Poids total acier (Kg)							10341.00	

Tableau III-2 Nomenclature de l'acier du mur de front [3]

- Quantité d'acier pour mur en retour : $Pa6=64.16+456.83+306.28=827.27$ kg

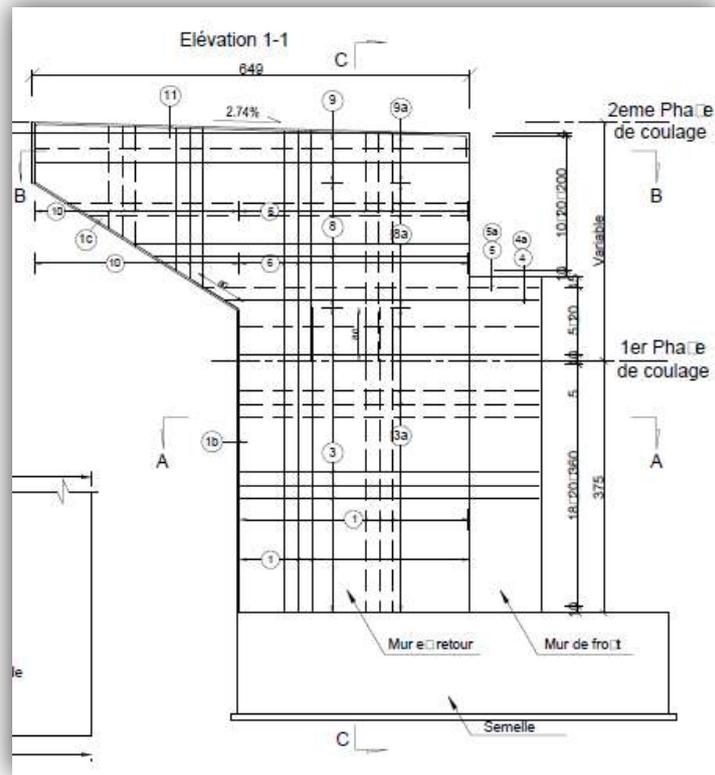


Figure III-10 Coupe du mur en retour de la culée C1 [3]

ReP	Diam (mm)	Em(m)	Nombre	Longueur unitaire(cm)	Longueur totale(m)	Poids unitaire(Kg)	Longueur totale(m)	Poidstotal(Kg)
3a	HA 20	0.20	23	540	124.20	2.466	170.00	419.00
4a		-	01	560	5.60			
5a		-	01	590	6.00			
8a		0.20	07	628	44.00			
9a		0.20	04	740	30.00			
1	HA 16	0.20	34	455	155.00	1.578	599.00	945.00
3		0.20	23	540	124.00			
4		-	01	560	5.60			
5		-	01	590	6.00			
6		0.20	34	385	131.00			
8		0.20	07	628	44.00			
9		0.20	04	740	30.00			
10		0.20	30	225	68.00			
1b	0.174	02	530	11.00				
1c	0.174	02	430	9.00				
11	0.174	02	750	15.00				
12	HA 12	0.40x0.40	171	85	145.00	0.888	145.00	129.00
Poids total acier (Kg)								1493.00

Tableau III-3 Nomenclature de l'acier du mur en retour [3]

- Quantité d'acier pour MGG+oreil : $Pa7=1580.43+617.79+666.97=2865.18\text{kg}$
- Quantité d'acier pour socle d'appui : $Pa8=29.62+247.75+389.77=637.52\text{kg}$

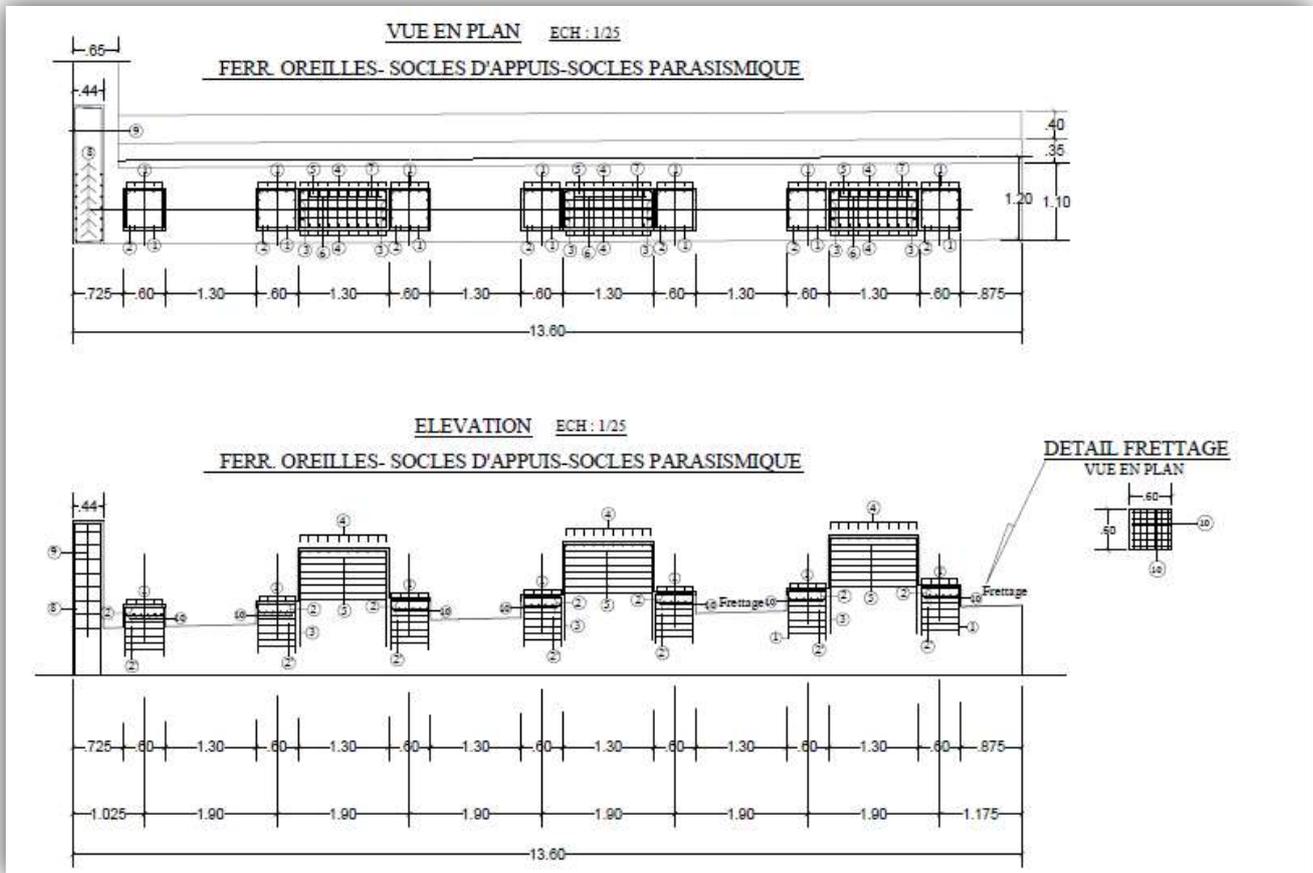


Figure III-11 Détails du ferrailage des oreilles et socles d'appuis de la culée C1 [3]

- ❖ Quantité d'acier pour une pile sans pieux :
 - Quantité d'acier pour une semelle : $Pa9=4477.13+1260.38+5210.46+14478.96=25426.96\text{kg}$

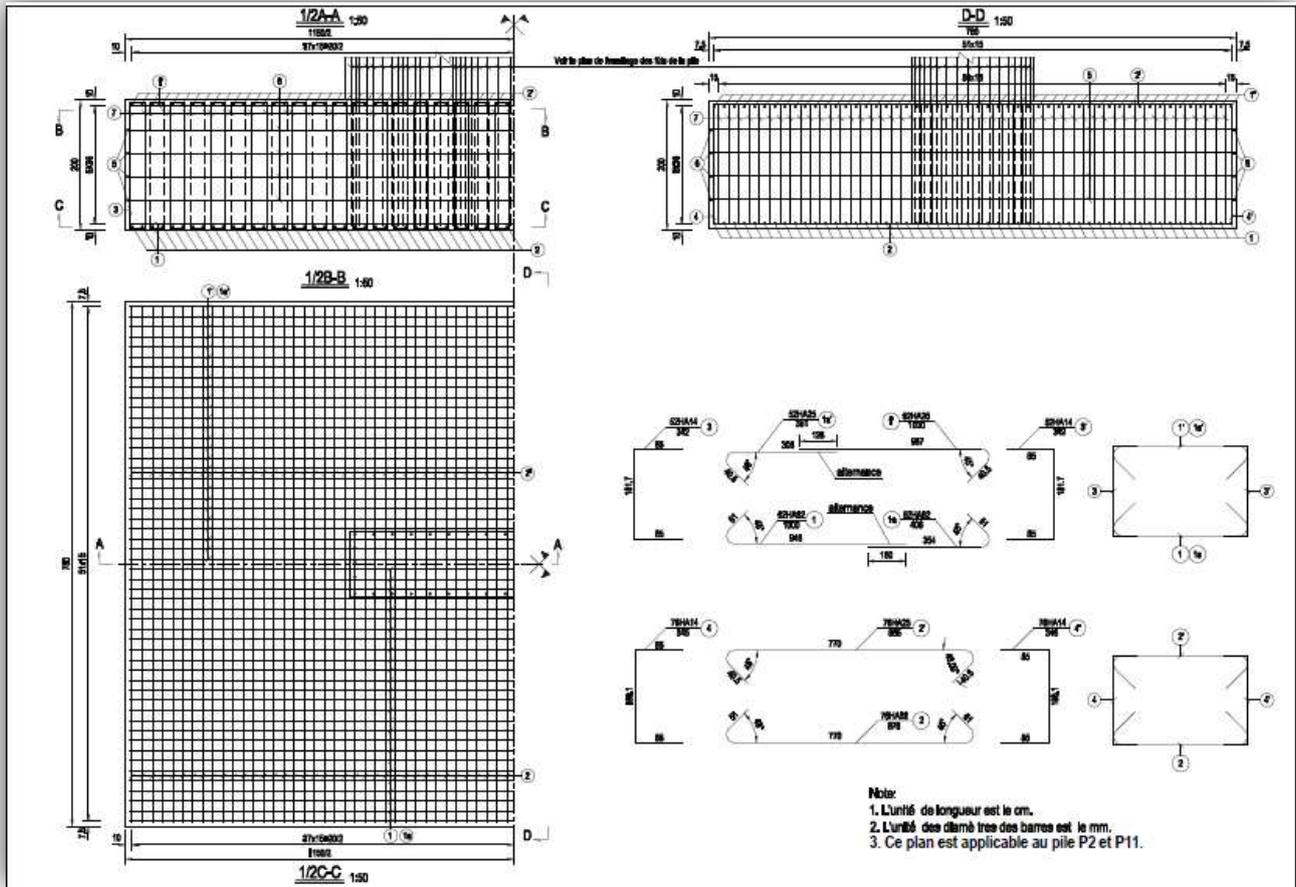


Figure III-12 Détails du ferrailage des semelles des piles P2 et P11 [3]

N°	TYPE	<D (mm)	NOMBRE			Esp (m)	Long Unitaire (m)	Long TOTAL (m)
			Par Eléments	d'éléments	TOTAL			
1	HA	32	52	1	52	0.15	10.00	520.00
1a	HA	32	52	1	52	0.15	4.08	212.16
1'	HA	25	52	1	52	0.15	10.00	520.00
1a'	HA	25	52	1	52	0.15	3.51	182.52
2	HA	32	76	1	76	0.15	8.78	66728
2'	HA	25	76	1	76	0.15	8.55	649.80
3	HA	14	52	1	52	0.15	342	177.84
3'	HA	14	52	1	52	0.15	342	177.84
4	HA	14	76	1	76	0.15	345	26220
4'	HA	14	76	1	76	0.15	345	26220
5	HA	14	8	1	8	0.36	12.00	96.00
6	HA	14	8	1	8	0.36	841	6728
7	HA	12	989	1	969	0.15	4.51	4389.57

Tableau III-4 Nomenclature des armatures de la semelle des piles [3]

- Quantité d'acier pour les levées :
 $Pa_{10}=7098.91+6042.61+1581.73=14723.25\text{kg}$

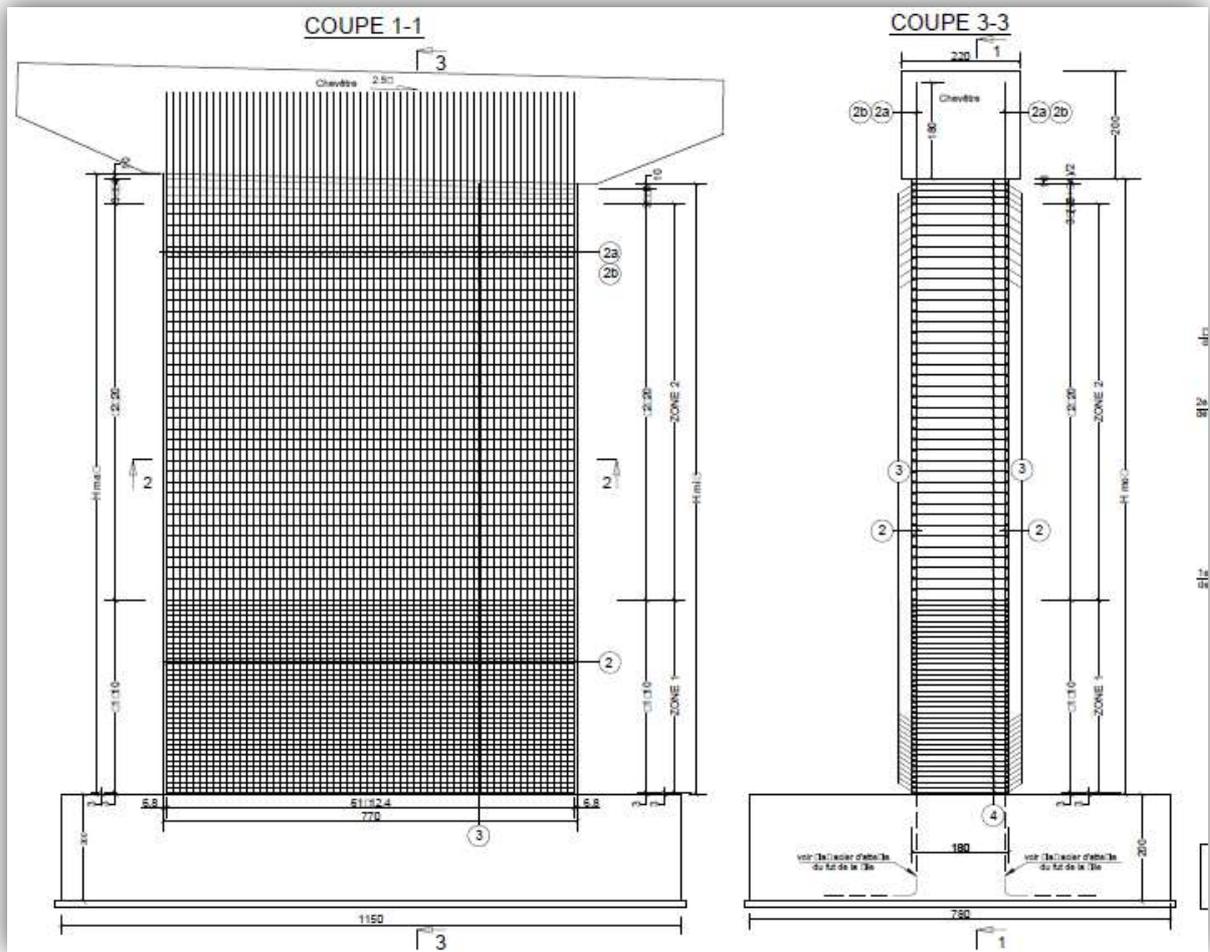


Figure III-13 Détails du ferrailage de la pile P2 [3]

REP	TYPE	DIAM (mm)	ESP (m)	NBRE PAR ELEMENT	LONG UNITAIRE (Cm)	LONG TOTAL (m)	POIDS UNITAIRE (kg)	POIDS TOTAL (kg)
2	HA	25		3X88=264	600	1584.00	3.853	6105.00
2a	HA			88	300	264.00		1018.00
2a	HA			88	670	590.00		2274.00
3	HA	12	03^20	154	984	1516.00	0.888	1346.00
4	HA		03^40	1180	239.50	2826.00		2510.00
Poids total acier (Kg)					HA 25	9397.00	TOTAL (Kg)	13253.00
					HA 12	3856.00		

Tableau III-5 Nomenclature des aciers de la pile P2 [3]

- Quantité d'acier pour chevêtre : $Pa11=3028.46+2518.68=5547.14\text{kg}$

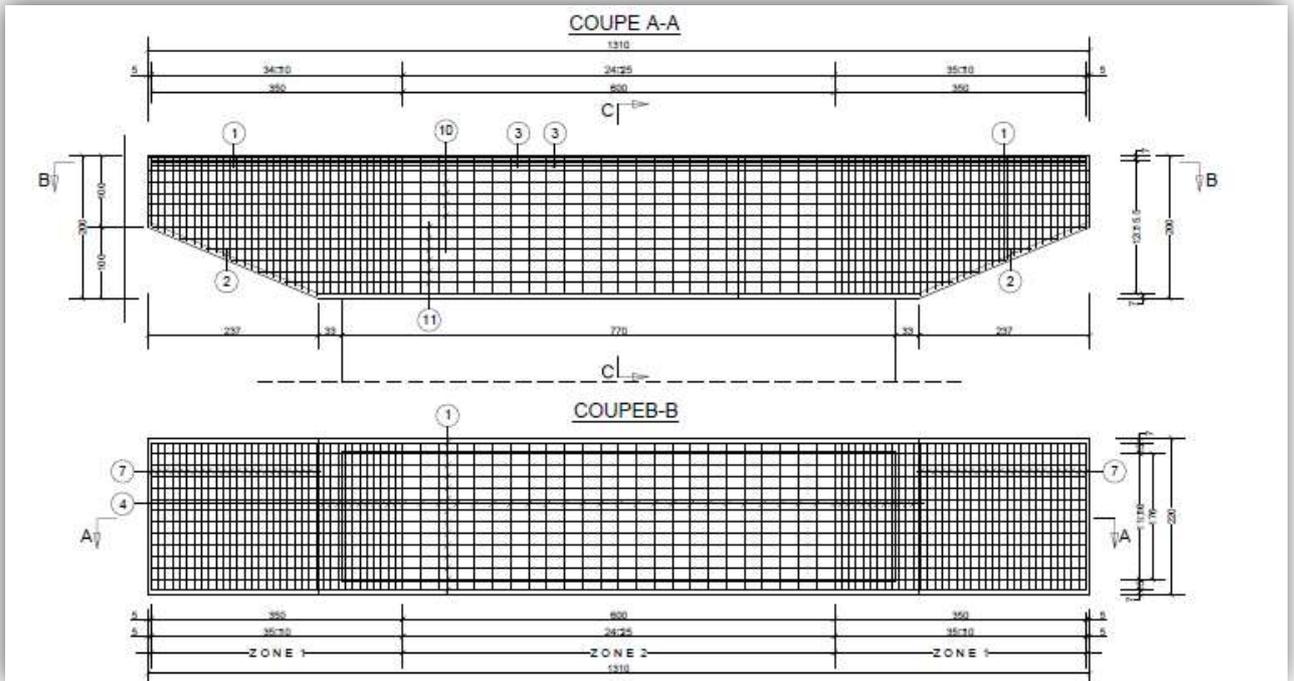


Figure III-14 Détails ferrailage du chevêtre [3]

REP	DIAM (mm)	ESP (m)	LONG UNITAIRE (Cm)	NBRE	LONG TOTAL (m)	POIDS UNITAIRE (kg)	LONG TOTAL (kg)	POIDS TOTAL (kg)
1	25	16	1200	14	168.00	3.853	780.00	3005.00
1a		16	365	14	51.00			
3		16	1200	22	264.00			
3a		16	315	22	70.00			
2		16	600	14	84.00			
2a		16	1020	14	143.00			
4	14	10 et 25	840	47	395.00	1.208	2085.00	2519.00
5		20 et 50	450	46	207.00			
6		20 et 50	450	118	531.00			
7		10	740	48	355.00			
8		20 et 50	355	48	171.00			
9		20 et 50	355	120	426.00			
10	12	15	1200	10	120.00	0.888	335.00	298.00
10a		15	424	10	43.00			
11		15	1200	6	72.00			
11a		15	340	6	21.00			
12		15	600	6	36.00			
12a		15	720	6	43.00			
Poids total acier (Kg)						5822.00 Kg		

Tableau III-6 Nomenclature des aciers du chevêtre [3]

❖ Quantité de béton pour une pile avec pieux :

- Quantité d'acier pour un pieu : $Pa_{12}=303+10+259+40+555=1167\text{kg}$
- Quantité d'acier pour une semelle :
 $Pa_{13}=5096.14+1331.63+577+1359+5834.97=14198.74\text{kg}$
- Quantité d'acier pour les levées :
 $Pa_{14}=5535.53+2647.55+1784.88+9329.34+7114.24+6483.40+6325.70+6325.70+3282.17=48\ 828.51\ \text{kg}$
- Quantité d'acier pour chevêtre : $Pa_{15}=2540.57+3406.05=5946.62\ \text{kg}$

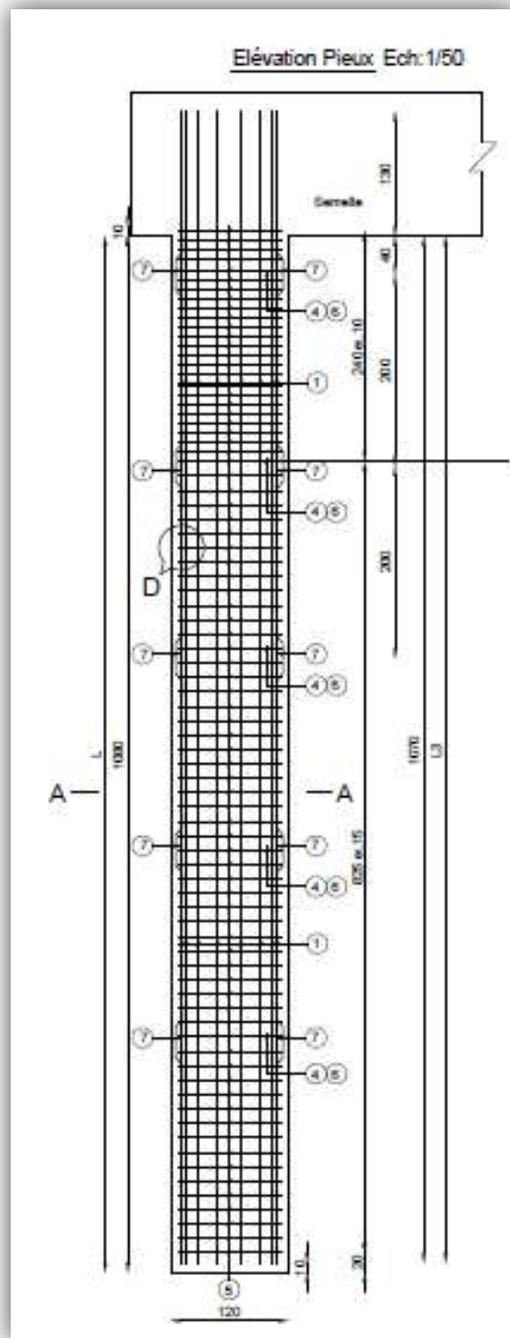


Figure III-15 Détails du ferrailage d'un pieu d'une pile [3]

REP	O	LONG	NOMBRE	LONGUEUR TOTALE					
				O 10	O 12	O 14	O 16	O 20	O 25
©	HA2 5	12.00	12						144.00
©	HA1 6	12.00	12				144.00		
©	HA2 0	3.95	05					20.00	
(5)	HA1 6	4.32	79				341.00		
(6)	HA1 4	0.52	15			8.00			
CD	HA2 0	0.80	20					16.00	
LONGUEUR TOTALE EN ml//				*	*	8.00	485.00	36.00	144.00
POIDS EN Kg/ml/O				0.617	0.888	1.208	1.578	2.466	3.853
POIDS EN Kg/O				*	*	10.00	765.00	89.00	555.00
POIDS TOTAL POUR 01 PIEUX				1419.00 Kg					

Tableau III-7Nomenclature des aciers du pieu de la pile [3]

PARTIE DE L'OUVRAGE												BETON		
		Φ10	Φ12	T10	T12	T14	T16	T20	T25	T32	T/ACIER (Kg)	B.P	y	
Poutres	Poutre 1 de 33,40		0,00	0,00	721,89	577,59	26,09	250,37	110,97	0,00	1020,81	2707,72		18,50
	Poutres 154 (RAR 94)		0,00	0,00	111171,06	88948,86	4017,86	38556,98	17089,38	0,00	157204,74	416988,88		3070,76
	About de poutre		22,16	2,30	4,20	2,83	32,11	34,72	0,00	0,00	0,00	98,31		0,15
	About de poutre 154*2		6825,28	706,92	1293,91	871,64	9888,65	10692,84	0,00	0,00	0,00	30279,23		46,20
TOTAL POUTRES		6825,28	706,92	112464,97	89820,50	13906,51	49249,82	17089,38	0,00	157204,74	447268,11	0,00	3116,96	
CULEE 1D=5,21 m + variable	Semelle*2 superficielle		0,00	0,00	0,00	5009,04	334,98	1748,00	5352,24	14411,56	9691,24	36547,06	20,64	302,98
	MUR DE FRONT	LEVÉE 1 5,21 m	0,00	0,00	0,00	2468,64	0,00	2559,80	1346,44	0,00	0,00	6374,88		84,40
	MUR EN RETOUR	LEVÉE1 3,75m	0,00	0,00	0,00	64,16	0,00	456,83	306,28	0,00	0,00	827,27		8,41
		LEVÉE2 variable	0,00	0,00	0,00	64,91	0,00	484,54	209,76	0,00	0,00	759,21		6,76
	M.G.G + OREIL		0,00	0,00	0,00	0,00	1580,43	617,79	666,97	0,00	0,00	2865,18		14,75
	Socle d'appui		0,00	0,00	29,62	247,75	0,00	389,77	0,00	0,00	0,00	637,52		3,55
CULEE 1G=5,21 m + variable	MUR DE FRONT	LEVÉE 1 5,21 m	0,00	0,00	0,00	2468,64	0,00	2559,80	1346,44	0,00	0,00	6374,88		84,40
	MUR EN RETOUR	LEVÉE1 3,75m	0,00	0,00	0,00	64,16	0,00	456,83	306,28	0,00	0,00	827,27		8,41
		LEVÉE2 variable	0,00	0,00	0,00	64,91	0,00	484,54	209,76	0,00	0,00	759,21		6,76
	M.G.G + OREIL		0,00	0,00	0,00	0,00	1580,43	617,79	666,97	0,00	0,00	2865,18		14,75
	Socle d'appui		0,00	0,00	29,62	247,75	0,00	389,77	0,00	0,00	0,00	667,13		3,55
Pile 2= 11,51m (D+G)	Semelle *2 superficielle e=2m		0,00	0,00	0,00	8954,26	2520,76	0,00	0,00	10420,98	28957,92	50853,92	18,10	358,80
	LEVÉE 1 0 à 4,75 m		0,00	0,00	0,00	6060,28	0,00	0,00	0,00	8137,54	0,00	14197,82		121,97
	LEVÉE 2 4,75 à 9,5 m		0,00	0,00	0,00	3473,00	0,00	0,00	0,00	8612,23	0,00	12085,23		121,97

	LEVEE 3 9,50 à variable	0,00	0,00	0,00	912,60	0,00	0,00	0,00	2034,38	0,00	2946,98		55,44	
	CHEVETRE	0,00	0,00	0,00	0,00	2518,68	0,00	0,00	3028,46	0,00	5547,14	2,77	47,60	
Pile 3=20m	Semelle*2 superficielle e=2,5m	0,00	0,00	0,00	12137,72	557,62	0,00	5559,16	39629,44	0,00	57883,94	18,10	358,80	
	AMORCE PILE (3m)	LEVEE1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2563,70	0,00	1962,40	4821,03	8972,11	0,00	18319,24		69,30
		LEVEE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	3118,19	0,00	0,00	0,00	6163,68		24,66
	levée 03 3m à 4,75	0,00	0,00	0,00	2715,50	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4950,11	17,36	34,72	
	levée 04 4,75m à 9,5m	0,00	0,00	0,00	6340,32	0,00	4469,21	4821,03	8972,11	0,00	24602,67		93,14	
	levée 05 9,5 à 14,25m	0,00	0,00	0,00	3879,14	0,00	3064,60	4434,85	4140,78	0,00	15519,38		93,14	
	levée 06 14,25m à 20m	0,00	0,00	0,00	5423,90	0,00	4858,85	2346,15	4370,44	0,00	16999,34		135,56	
	CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		152,00	
	Pile 4 D+G = 26m	Semelle*2 superficielle e=2,5m	0,00	0,00	0,00	12137,72	557,62	0,00	5559,16	39629,44	0,00	57883,94	75,62	358,80
AMORCE PILE (3m)		LEVEE1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2524,27	0,00	1915,38	4475,20	7492,18	0,00	16407,02		68,70
		LEVEE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6035,70		24,66
levée 03 3m à 4,75		0,00	0,00	0,00	2666,66	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4901,27		34,72	
levée 04 4,75m à 9,5m		0,00	0,00	0,00	5333,33	0,00	4469,21	4475,20	7492,18	0,00	21769,91		93,14	
levée 05 9,5 à 14,25m		0,00	0,00	0,00	4987,40	0,00	3064,60	4475,20	7492,18	0,00	20019,38		93,14	
levée 06 14,25m à 19m		0,00	0,00	0,00	3942,61	0,00	3064,60	4475,20	7492,18	0,00	18974,59		93,14	
levée 07 19m à 23,75m		0,00	0,00	0,00	3634,09	0,00	3064,60	4688,80	8116,52	0,00	19504,02		93,14	
levée 08 23,75 m à 26,31 m		0,00	0,00	0,00	2911,65	0,00	2798,68	1225,60	2185,22	0,00	9121,14		70,02	
CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		152,00		
	Pieux	0,00	0,00	0,00	303,00	10,00	259,00	40,00	555,00	0,00	1167,00		10,85	

Pile 5 D+G =30,50m	Pieux * 16		0,00	0,00	0,00	4848,00	160,00	4144,00	640,00	8880,00	0,00	18672,00		173,63
	Semelle*2		0,00	0,00	0,00	10192,28	2663,26	1154,00	2718,00	11669,94	0,00	28397,48	20,37	393,82
	AMORCE PILE (3m)	LEVEE1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2285,71	0,00	1915,38	4026,98	7492,18	0,00	15720,24		68,76
		LEVEE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3370,49	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6360,71		24,66
	levée 03 3m à 4,75		0,00	0,00	0,00	2670,32	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4904,93		34,72
	levée 04 4,75m à 9,5m		0,00	0,00	0,00	5340,65	0,00	4469,21	4026,98	7492,18	0,00	21329,01		93,14
	levée 05 9,5 à 14,25m		0,00	0,00	0,00	5204,53	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	19788,29		93,14
	levée 06 14,25m à 19m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14
	levée 07 19m à 23,75m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14
	levée 08 23,75 m à 28,5 m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14
	levée 09 28,5 m à 30,5 m		0,00	0,00	0,00	1391,25	0,00	2565,26	1050,52	1873,04	0,00	6880,07		55,48
	CHEVÊTRE		0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		47,60
Pile 6 D+G = 32,92m	Pieux * 16		0,00	0,00	592958,00	4848,00	160,00	4144,00	640,00	8880,00	0,00	611630,00		173,63
	Semelle*2		0,00	0,00	0,00	10192,28	2663,26	1154,00	2718,00	11669,94	29465,60	57863,08	23,94	393,82
	AMORCE PILE (3m)	LEVEE1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2285,71	0,00	1915,38	4026,98	7492,18	0,00	15720,24		68,76
		LEVEE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6035,70		24,66
	levée 03 3m à 4,75		0,00	0,00	0,00	2670,32	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4904,93		34,72
	levée 04 4,75m à 9,5m		0,00	0,00	0,00	5340,65	0,00	4469,21	4026,98	7492,18	0,00	21329,01		93,14
	levée 05 9,5 à 14,25m		0,00	0,00	0,00	5332,40	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	19916,16		93,14
	levée 06 14,25m à 19m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14
levée 07 19m à 23,75m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
levée 08 23,75 m à 28,5 m		0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	5602,75	6555,65	0,00	18850,45		93,14	

	levée 09 28,5 m à 32,92 m	0,00	0,00	0,00	6325,33	0,00	5816,54	1925,95	3433,91	0,00	17501,73		297,86	
	CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		47,60	
Pile 7 D+G =34,02m	Pieux * 16	0,00	0,00	0,00	4848,00	160,00	4144,00	640,00	8880,00	0,00	18672,00		173,63	
	Semelle*2	0,00	0,00	0,00	10192,28	2663,26	1154,00	2718,00	11669,94	29465,60	57863,08	23,94	393,82	
	AMORCE PILE (3m)	LEVÉE 1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2765,23	0,00	1915,38	4026,98	7492,18	0,00	16199,76		68,76
		LEVÉE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6035,70		24,66
	levée 03 3m à 4,75	0,00	0,00	0,00	2670,32	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4904,93		34,72	
	levée 04 4,75m à 9,5m	0,00	0,00	0,00	5340,65	0,00	4469,21	4026,98	7492,18	0,00	21329,01		93,14	
	levée 05 9,5 à 14,25m	0,00	0,00	0,00	5385,68	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	19969,44		93,14	
	levée 06 14,25m à 19m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 07 19m à 23,75m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 08 23,75 m à 28,5 m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	5952,92	7492,18	0,00	20137,15		93,14	
	levée 09 28,5 m à 34,02 m	0,00	0,00	0,00	6402,41	0,00	9774,98	2276,12	3433,91	0,00	21887,43		297,86	
	CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		152,00	
Pile 8 D+G = 35,03m	Pieux * 16	0,00	0,00	0,00	4848,00	160,00	4144,00	640,00	8880,00	0,00	18672,00		173,63	
	Semelle*2	0,00	0,00	0,00	10192,28	2663,26	1154,00	2718,00	11669,94	29465,60	57863,08	23,94	393,82	
	AMORCE PILE (3m)	LEVÉE 1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2285,71	0,00	1915,38	4026,98	7492,18	0,00	15720,24		68,76
		LEVÉE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6035,70		24,66
	levée 03 3m à 4,75	0,00	0,00	0,00	2670,32	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4904,93		34,72	
	levée 04 4,75 m à 9,5 m	0,00	0,00	0,00	5340,65	0,00	4469,21	4026,98	7492,18	0,00	21329,01		93,14	
	levée 05 9,5 à 14,25m	0,00	0,00	0,00	5385,68	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	19969,44		93,14	
	levée 06 14,25 m à 19m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	

	levée 07 19m à 23,75m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 08 23,75m à 28,5m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 09 28,5m à 33,25m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4289,61	7804,35	0,00	18786,00		93,14	
	levée 10 33,25 m à 35,03m	0,00	0,00	0,00	2571,65	0,00	2624,25	1050,52	1873,04	0,00	8119,45		52,98	
	CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		152,00	
Pile 9 D+G=35,03m	Pieux * 16	0,00	0,00	0,00	4848,00	160,00	4144,00	640,00	8880,00	0,00	18672,00		173,63	
	Semelle*2	0,00	0,00	0,00	10192,28	2663,26	1154,00	2718,00	11669,94	29465,60	57863,08		393,82	
	AMORCE PILE (3m)	LEVÉE 1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2285,71	0,00	1915,38	4026,98	7492,18	0,00	15720,24		68,76
		LEVÉE 2 1,5m à 3m	0,00	0,00	0,00	3045,48	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	6035,70		24,66
	levée 03 3m à 4,75	0,00	0,00	0,00	2670,32	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4904,93		34,72	
	levée 04 4,75 m à 9,5 m	0,00	0,00	0,00	5340,65	0,00	0,00	4026,98	7492,18	0,00	16859,80		93,14	
	levée 05 9,5 à 14,25m	0,00	0,00	0,00	5385,68	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	19969,44		93,14	
	levée 06 14,25 m à 19m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 07 19m à 23,75m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 08 23,75m à 28,5m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4026,98	7492,18	0,00	18211,20		93,14	
	levée 09 28,5m à 33,25m	0,00	0,00	0,00	3627,44	0,00	3064,60	4289,61	7804,35	0,00	18786,00		93,14	
	levée 10 33,25 m à 35,03m	0,00	0,00	0,00	2571,65	0,00	2624,25	1050,52	1873,04	0,00	8119,45		52,98	
	CHEVÊTRE	0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		47,60	
Pile D+G 10=25,49m	Semelle*2 superficielle e=2,5m	0,00	0,00	0,00	12137,72	557,62	0,00	5559,16	39629,44	0,00	57883,94	18,10	358,80	
	AMORCE PILE (3m)	LEVÉE 1 0 à 1,5m	0,00	0,00	0,00	2184,30	0,00	1915,38	4475,20	7492,18	0,00	16067,05		68,70
		LEVÉE 2 1,5m à 3m	0,00	300,00	0,00	2944,08	0,00	2990,22	0,00	0,00	0,00	5934,29		24,66

	levée 03 3m à 4,75		0,00	0,00	0,00	2565,25	0,00	2234,61	0,00	0,00	0,00	4799,86		34,72	
	levée 04 4,75m à 9,5m		0,00	0,00	0,00	26889,71	0,00	4469,21	4475,20	7492,18	0,00	43326,29		93,14	
	levée 05 9,5 à 14,25m		0,00	0,00	0,00	4849,23	0,00	3064,60	4475,20	7492,18	0,00	19881,20		93,14	
	levée 06 14,25m à 19m		0,00	0,00	0,00	3587,91	0,00	3064,60	4475,20	7492,18	0,00	18619,89		93,14	
	levée 07 19m à 23,75m		0,00	0,00	0,00	3587,91	0,00	3064,60	4688,80	8116,52	0,00	19457,84		93,14	
	levée 08 23,75 m à 26,31 m		0,00	0,00	0,00	2888,20	0,00	2798,68	1225,60	2185,22	0,00	9097,70		70,02	
	CHEVÊTRE		0,00	0,00	0,00	2540,57	0,00	0,00	0,00	3406,05	0,00	5946,62		47,60	
Pile D+G 11=11,45m	Semelle *2 superficielle e=2m		0,00	0,00	0,00	8954,26	2520,76	0,00	0,00	10420,98	28957,92	50853,92	18,10	358,80	
	LEVÉE 1 0 à 4,75 m		0,00	0,00	0,00	6060,28	0,00	0,00	0,00	8137,54	0,00	14197,82		121,97	
	LEVÉE 2 4,75 à 9,5 m		0,00	0,00	0,00	3473,00	0,00	0,00	0,00	8612,23	0,00	12085,23		121,97	
	LEVÉE 3 9,50 à variable		0,00	0,00	0,00	1584,48	0,00	0,00	0,00	2034,38	0,00	3618,86		55,44	
	CHEVETRE		0,00	0,00	0,00	297,48	2817,06	0,00	0,00	3513,94	0,00	6628,47		47,60	
CULEE 12 D	Semelle*2 superficielle		0,00	0,00	0,00	5009,04	334,98	1748,00	5352,24	14411,56	9691,24	36547,06	20,64	302,98	
	MUR DE FRONT	LEVÉE 1 7,37 m	0,00	0,00	0,00	2472,19	0,00	2556,55	1341,95	0,00	0,00	6370,69		120,28	
	MUR EN RETOUR	LEVÉE1 3,75m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	411,86	239,70	0,00	0,00	651,55		7,80	
		LEVÉE2 variable	0,00	0,00	0,00	141,90	0,00	569,50	326,99	0,00	0,00	1038,39		8,59	
	CORBEAU+M.G.G			0,00	0,00	0,00	0,00	1569,68	617,79	666,81	0,00	0,00	2854,27		26,84
	Socle d'appui			0,00	0,00	29,62	247,75	0,00	389,77	0,00	0,00	0,00	637,52		3,55
CULEE 12 G	MUR DE FRONT	LEVÉE 1 5,30 m	0,00	0,00	0,00	2468,64	0,00	2616,43	1353,17	0,00	0,00	6438,24		86,50	
	MUR EN RETOUR	LEVÉE1 3,75m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	411,86	239,70	0,00	0,00	651,55		7,80	
		LEVÉE2 variable	0,00	0,00	0,00	141,90	0,00	529,39	281,62	0,00	0,00	952,91		8,59	

	CORBEAU+M.G.G	0,00	0,00	0,00	0,00	1580,43	617,79	666,81	0,00	0,00	2865,02		26,84
	Socle d'appui	0,00	0,00	29,62	247,75	0,00	389,77	0,00	0,00	0,00	637,52		3,55
	APPAREILS D'APPUI (dm3) 308 U	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		5684,73
	DALLE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255117,70		2525,88
	TOTAL INFRASTRUCTURE	0,00	0,00	592958,00	129348,87	18837,38	28832,00	41453,96	259633,16	195160,72	1266224,09	301,61	4843,38
	TOTAL SUPERSTRUCTURE	0,00	300,00	118,46	331245,05	11646,69	229444,15	214472,96	430279,85	0,00	1217118,31		7532,90
	TOTAL	6825,28	1006,92	705541,43	550414,42	44390,58	307525,97	273016,30	689913,01	352365,46	2930610,52	301,61	18019,11

Tableau III-8 Tableau récapitulatif des quantités de béton et acier de l'ouvrage

III.4 Contraintes générales de conception : [4] [5]

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

III.5 Devis estimatif de notre projet :

III.5.1 Eléments du devis :

III.5.1.1 Forfait :

- Installation et Repliement du chantier : installation d'ensemble des dispositifs provisoires nécessaires au fonctionnement d'un chantier pendant les travaux (clôture, grues, réseaux, circulations, aires de stockage et de préfabrication, centrale à béton, silo à mortier, cantonnements, etc.). L'entreprise doit replier les installations du chantier et remettre en état les emplacements qui ont été occupés par le chantier, avant la réception des travaux.
- Laboratoire de chantier.
- Etude d'exécution : Etablir tous les plans d'exécution et spécifications à l'usage des exécutants du chantier.

Etablir sur la base des plans d'exécution, un devis quantitatif détaillé par lot ou corps d'état.

Etablir le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux par tranche, lot et corps d'état.

Effectuer la mise en cohérence technique des documents fournis par les entreprises lorsque les documents pour l'exécution des ouvrages sont établis partie par la maîtrise d'œuvre, partie par les entreprises titulaires de lots.

- Epreuve générale de l'ouvrage : L'épreuve d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage est un essai de comportement statique et/ou dynamique en vraie grandeur réalisé.
- Reconnaissance géotechnique, géologique et hydrologique.
- Sécurité active.

III.5.1.2 Unité :

III.5.1.2.1 Infrastructure :

- Déblais pour fouilles en terrain ordinaire.
- Déblais pour fouille en terrain rocheux.
- Remblais pour fouilles.
- Forage des pieux verticaux 1200mm en terrain non rocheux.
- Forage des pieux verticaux 1200mm en terrain rocheux.
- Tube métallique 50/60 pour auscultations sonique.
- Essai d'auscultation sonique.
- Recepçage des têtes de pieux.
- Béton RN 35 pour pieux.
- Béton de propreté dosé à 150 kg/m³ de 10cm d'épaisseur.
- Béton RN 27 pour semelle, piles et culées, dalle de transition.
- Coffrage fin pour partie non vues.
- Coffrage fin pour partie vues.
- Acier FeE40 pour infrastructure (pieux, semelles, radier, piles).
- Badigeonnage des parties enterrées.

III.5.1.2.2 Superstructure :

- Béton RN 35 pour hourdi.
- Béton RN 35 pour poutres+dalle en béton précontraint.
- Béton pour corniche et trottoir.
- Acier pour hourdi.
- Acier FeE40 pour poutres+dalle en béton précontraint.
- Acier précontrainte FeE40 pour poutres+dalle.
- Acier FeE40 pour corniche et trottoirs.
- Fourniture et mise en place d'appareils d'appuis en élastomère fretté.

III.5.1.2.3 Equipement :

- Chape d'étanchéité sur l'ouvrage.
- Garde-corps.
- Glissière.
- Barriere de sécurité de niveau H4-b.

- Gaine PVC.
- Avaloirs en acier 200mm.

PROJET : Pénétrante GHAZAOUET PK 8+760

N°	DESIGNATIONS	UNITE	PU SEROR	Qte	Montant
	INSTALLATION DU CHANTIER				
2B-1.01	Epreuve générale de L'ouvrage	F	12 640 000,00	1,0	12 640 000,00
1,01	Installation et Replieement du chantier	F	147 623 804,00	1,0	147 623 804,00
1.02	Laboratoire de chantier		14 762 385,10	1,0	14 762 385,10
1.03	Etude d'exécution	F	73 288 600,00	1,0	73 288 600,00
1.04	Reconnaissance géotechnique, géologique et hydrologique	F	29 315 500,00	1,0	29 315 500,00
1.05	Sécurité active	F	6 449 105,00	1,0	6 449 105,00
1.06	Panneau d'identification de l'opération de surface 6 m2	U	152 916,00	2,0	305 832,00
	INFRASTRUCTURE				-
02B-2.01.01	Déblais pour fouille en terrain ordinaire	M3	700,00	53886,5	37 720 550,00
02B-2,02	Remblai pour fouilles	M3	900,00	26270,7	23 643 639,00
	Plus-value pour fouille en terrain rocheux	M3	1 700,00	2694,2	4 580 140,00
02B-2.07.01	Forage des pieux verticaux 1200mm en terrain non rocheux	ML	17 000,00	960,0	16 320 000,00
02B-2,07,02	plus-value pour forage terrain rocheux	ML	45 000,00	348,6	15 685 200,00
	Tube métallique 50/60 pour auscultations soniques	ML	1 120,00	2880,0	3 225 600,00
02B-2.09	Essai d'auscultation sonique	U	16 450,00	240,0	3 948 000,00
02B-2.10	Recepape des têtes de pieux	U	5 600,00	80,0	448 000,00
02B-2.12	F/P béton de propreté dosé à 150 kg/m3 de 10cm d'épaisseur	M2	1 014,00	301,6	305 832,10
02B-2.13	Béton RN 35 pour pieux	M3	16 000,00	868,1	13 890 355,20
02B-2,14	Béton RN 27 pour semelle, piles et culées, dalle de transition	M3	16 500,00	14601,5	240 924 090,00

02B-2.15	Coffrage fin pour partie non vues	M2	776,00	1200,0	931 200,00
02B-2.16	Coffrage fin pour partie vues	M2	1 200,00	1200,0	1 440 000,00
	Acier FeE40 pour infrastructure (pieux, semelles,radier,piles)	T	118 000,00	1266,2	149 414 442,62
02B-2.19	Badigeonnage des parties entérées	M2	1 100,00	1100,0	1 210 000,00
	SUPERSTRUCTURE				-
02B-3.02	BETON RN 35 pour hourdi	M3	18 400,00	2525,9	46 476 100,00
02B-3.02	Béton RN 35 pour poutres+dalle en béton précontraint	M3	31 000,00	3117,0	96 625 760,00
02B-3.03	BETON pour corniche et trottoir	M3	16 500,00	467,6	7 715 400,00
02B-3.04	Acier pour hourdi	T	118 000,00	255,1	30 103 888,60
02B-3.05	Acier FeE40 pour poutres+dalle en béton précontraint	T	118 000,00	447,3	52 777 637,40
02B-3.06	Acier précontrainte FeE40 pour poutres+dalle	T	350 000,00	199,0	69 638 800,00
02B-3.07	Acier FeE40 pour corniche et trottoirs	T	118 000,00	54,9	6 473 026,88
02B-3.08	Treillis soudés 150*150*10	T	123 000,00		-
02B-3.09	Fourniture et mise en place d'appareils d'appuis en élastomère fretté	DC3	3 650,00	308,0	1 124 200,00
	EQUIPEMENT				-
02B-3.11	Chape d'étanchéité sur l'ouvrage	M2	2 550,00	9185,0	23 421 750,00
02B-3.12.01	Garde-corps	M1	15 900,00	1336,0	21 242 400,00
02B-3.12.02	Glissière	ML	24 500,00	1336,0	32 732 000,00
02B-3.12.03	Barriere de sécurité de niveau H4-b	ML	26 000,00	1336,0	34 736 000,00
02B-3.13	Gaine PVC	ML	1 350,00	888,7	1 199 772,00
02B-3.14	Avaloirs en acier 200 mm	U	2 900,00	330,0	957 000,00
				TOTAL HT	1 223 296 009,91
				TVA 17%	207 960 321,68
				TOTAL TTC	1 431 256 331,59

Tableau III-9 devis estimatif et quantitatif [6]

Conclusion :

L'étude ainsi développée permet donc de déterminer le devis exact du projet et de faire également une étude préalable des quantités de matériaux nécessaires à la réalisation de ce projet. Le produit des quantités déduites de cette étude et des prix unitaires de chaque article que nous donne le coût global du projet.

Chapitre IV :
PLANIFICATION DE LA REALISATION DE NOTRE
PROJET

Introduction :

Le succès de toute activité, quelle que soit, dépend de l'organisation, de la gestion et de l'encadrement de projet dont il est issu. La gestion de projet est donc un métier plus précisément, une connaissance approfondie du sujet est également requise technologique, droit, finance et ressources humaines.

Ce chapitre a pour objet de décrire le fonctionnement de la gestion de projet, en insister sur la partie planification, qui est l'étape clé pour le bon déroulement du projet.

IV.1 Work Breakdown Structure WBS :

IV.1.1 Définition :

La méthode WBS est une technique de gestion de projet qui consiste à décomposer un projet mère en tâches enfants, elles-mêmes divisées en sous-tâches. L'objectif est de :

- Structurer le projet.
- Identifier son architecture dans sa globalité.
- Visualiser l'ensemble des livrables attendus et des tâches à réaliser.

IV.1.2 WBS De notre projet :

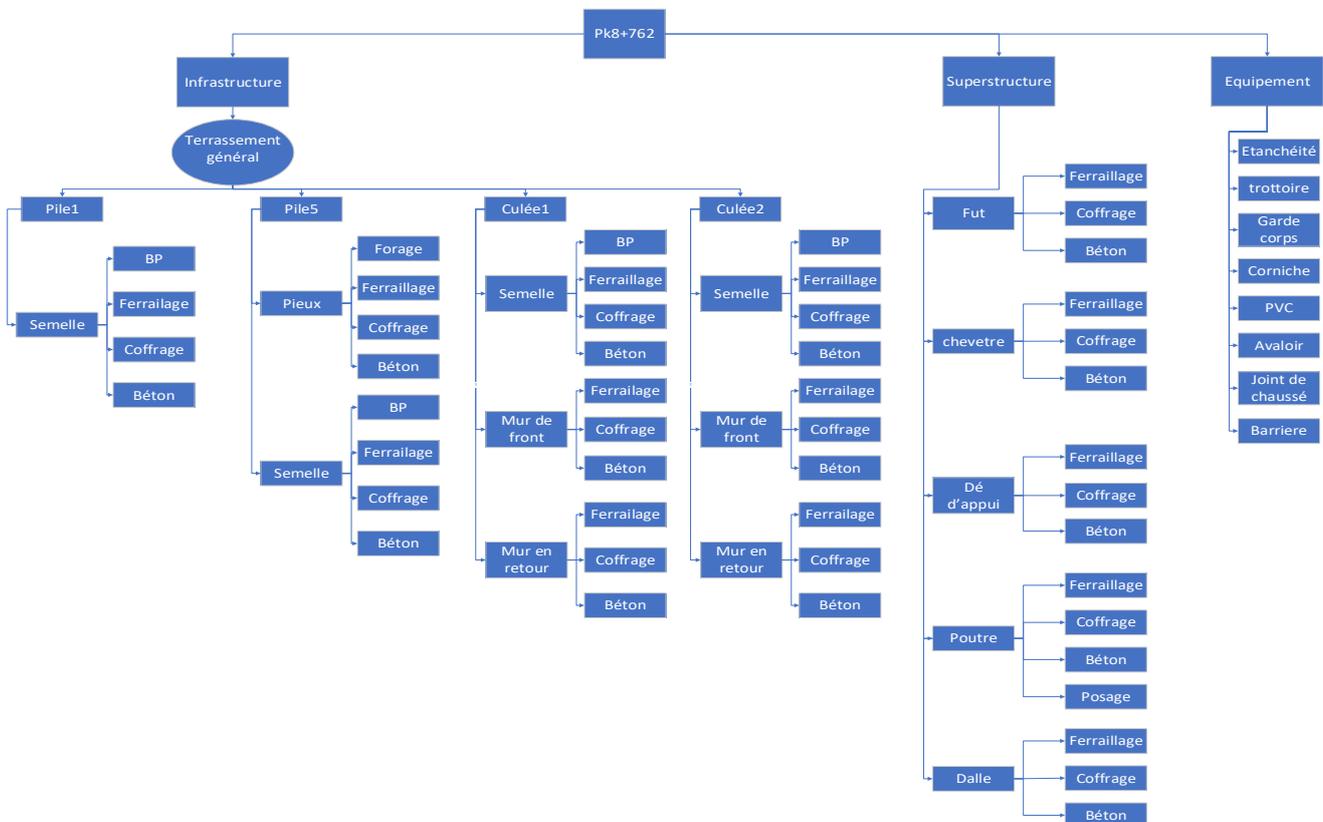


Figure IV-1 WBS de notre projet

IV.2 MS Project :

IV.2.1 Définition :

Microsoft Project est un logiciel de gestion de projet publié par Microsoft. MS Project vous permet de planifier des projets et des ressources, et de surveiller les projets pendant l'exécution du projet. Par conséquent, Project permet aux chefs de projet d'assurer une gestion de projet professionnelle basée sur la technologie la plus avancée, garantissant ainsi le respect des délais et des budgets.

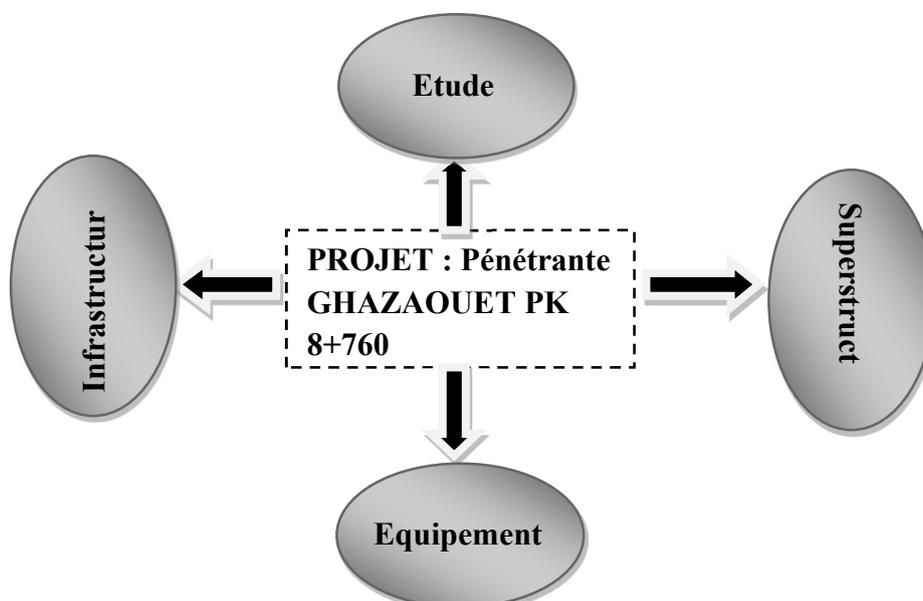
IV.2.2 Utilisation MS Project :

IV.2.2.1 Calendrier :

Pour notre projet on a fixé le calendrier suivant :

- Nombre d'heures par journée : 8h. De 8h00 a 12h00 et de 13h00 a 17h00.
- Nombre d'heure par semaine : 40h.
- Nombre de jour par mois : 22 jours.
- Jour de week end : vendredi et samedi.
- Les jours fériés :
 - Jour de l'an : 01 janvier
 - Yennayer : 12 janvier
 - Fete du travail : 01 mai
 - Aid el fitr : 13 mai
 - Aid el fitr 2eme jour : 14 mai
 - Fete de l'indépendance : 05 juillet
 - Aid el-adha : 20 juillet
 - Aid el-adha 2eme jour : 21 juillet
 - Awal moharam : 10 aout
 - Achoura : 19 aout
 - Mewlid ennabawi : 19 octobre
 - Anniversaire de la révolution : 1 Novembre

IV.2.2.2 Projet :



IV.2.2.3 Taches de l'infrastructure :

Les fondations sont la base du pont qui transmettent toutes les charges de la superstructure au sol. On a deux types de fondations dans notre projet :

Les fondations superficielles (semelles) : Apres la préparation de la fouille de la semelle selon les dimensions optées en étude la pose d'une couche de béton de propreté avec une épaisseur de 10 à 15 cm. En suite l'opération de ferrailage de la semelle selon les plans génie civil et puis le coffrage et enfin le bétonnage.

Les fondations profondes (pieux) : Implantation des axes de pieux, forage des pieux, chemisage des pieux forés, préparation de la cage du ferrailage, mise en place du ferrailage dans le tube chemisé enfin bétonnage.

Les contraintes :

Pour la semelle obligée de commencer par le béton de propreté ensuite le ferrailage qui précède le coffrage et on termine par bétonnage.

Le béton de propreté d'une pile ne commence pas jusqu'à l'achèvement du ferrailage de la semelle de la pile précédente.

IV.2.2.4 Taches de Superstructure :

Les appuis (piles et culée) : c'est des éléments qui supporte le tablier du pont et transmette les efforts aux fondations, la pile est un élément vertical intermédiaire et la culée est un élément vertical située à l'extrémité du pont (appui de rive). Pour leurs réalisations on passe par ces étapes suivantes : ferrailage, coffrage et bétonnage.

Pour réalisation du tablier : étaieement, pose des poutres longitudinale et transversale et coulage de la dalle.

Les contraintes :

On ne peut pas commencer les travaux de la superstructure jusqu'à avancement des travaux de l'infrastructure.

On débutera le ferrailage des levées de la culée une fois que le bétonnage de la semelle de la pile 3 est fini.

Une fois que deux levées d'une pile sont achevées on commence le ferrailage des levées de la pile suivante.

IV.2.2.5 Méthode d'estimation de la durée des tâches :

Pour estimer la durée d'une tâche il y a plusieurs méthodes :

- Activités similaires.
- Données historiques.
- Expert.
- La loi de BETA : $DM = (DO + 4.DC + DP) / 6$
DM = Durée moyenne DO = Durée optimiste DC = Durée la plus probable DP = Durée pessimiste

Pour notre projet on a utilisé des données historiques obtenu au sein de l'entreprise SERROR :

	Pieux	Semelle	Levée	Chevêtre
Forage	3 jours	-	-	-
Ferraillage	3 jours	5 jours	4 jours	6 jours
Coffrage	-	3 jours	2 jours	3 jours
Béton	1 jour	1 jour	1 jour	1 jour

Tableau IV-1 représente la durée de différentes tâches

On pose 14 appareils d'appuis par jour équivalent d'une travée par jour.

Le lanceur de poutre a une capacité de poser 7 poutres par 2 jours équivalents à une travée par 2 jours.

Ce qui concerne le bétonnage de la dalle on coule une travée par jours.

IV.2.2.6 Définition des ressources :

Sans ressources, la réalisation du projet est impossible. La planification, la disponibilité et l'optimisation des ressources sont considérées comme les clés de la réussite du projet. On doit donc déterminer précisément toutes les ressources nécessaires à l'accomplissement de notre projet afin de ne pas en manquer en cours de projet, ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes sur son succès.

Dans notre projet on a besoin de :

❖ **Ressources humaines :**

- Main d'œuvre.
- Ferrailleur.
- Coffreur.
- Conducteur.
- Grutier.
- Ingénieur.

❖ **Ressources matérielles :**

- Grue.
- Camion.
- Central a béton.
- Pompe a béton.
- Foreuse.
- Outils manuels.

❖ **Ressources matériaux :**

- Acier.
- Béton.
- Chape d'étanchéité.
- Gaine pvc.
- Appareil d'appui.
- Garde-corps.
- Joint de chaussée.
- Glissière de sécurité.
- Avaloir.

IV.2.3 Diagramme de Gantt de notre projet :

Le diagramme de Gantt sert à représenter visuellement l'état d'avancement des différentes tâches qui constituent notre projet. La colonne de gauche du diagramme énumère toutes les tâches à effectuer, tandis que la ligne d'en-tête représente l'unité de temps. Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin.

ID	Task Mode	Task Name	Half 1, 2022					Half 2, 2022					Half 1, 2023					Half 2, 2023					Half 1, 2024									
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A		
1	➔	PENETRENTE GHAZAOUET VIADUC PK8+772																														
2	➔	Etude																														
3	➔	Etude APS																														
4	➔	Etude géotechnique																														
5	➔	Infrastructure																														
6	➔	Superstructure																														
7	➔	Equipements																														
8	➔	Installation de chantier																														
9	➔	Travaux de terrassement																														
10	➔	Amené du matériel																														
11	➔	Installation et Replie ment du chantier																														
12	➔	Laboratoire de chantier																														
13	➔	Panneau d'identification de l'opération surface 6m2																														
14	➔	Installation baraquement																														
15	➔	Préfabrication de poutres																														
16	➔	Travaux d'infrastructure côté droit																														
17	➔	culée 1D																														
23	➔	pile 2D																														
29	➔	pile 3D																														
35	➔	pile 4D																														
41	➔	pile 5D																														
47	➔	pile 6D																														
57	➔	pile 7D																														
67	➔	pile 8D																														
77	➔	pile 9D																														
87	➔	pile 10D																														

Chapitre V :
RESULTATS DE LA PLANIFICATION

Introduction

Après avoir conclu les différents résultats de planification du chapitre précédent, nous pouvons et devons à présent évaluer les différents résultats et évaluer les répartitions des différents coûts et leurs raisons.

V.1 Répartition des coûts selon les périodes :

Pour commencer, nous analyserons les rapports des flux de trésorerie en allant du macro au micro, de l'échelle annuelle à l'échelle mensuelle.

V.1.1 Répartition des coûts par années :

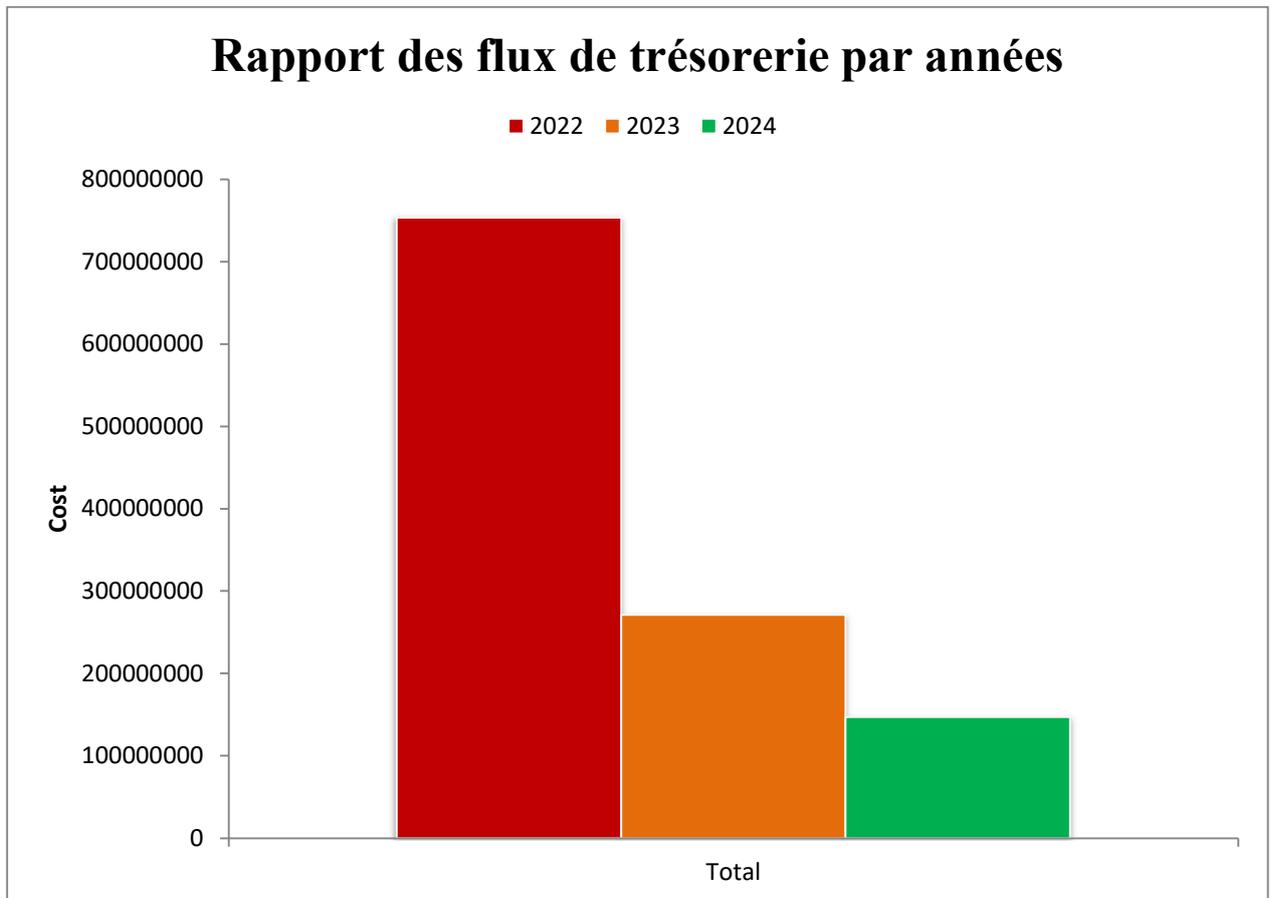


Figure V-1 Histogramme du rapport des flux de trésorerie par année

Dans ce rapport de comparaison, nous constatons que la première année (2022) sera globalement la plus coûteuse, loin devant la deuxième année (2023) puis la troisième et dernière année (2024) qui arrive en dernière position.

V.1.2 Répartition des couts par trimestres :

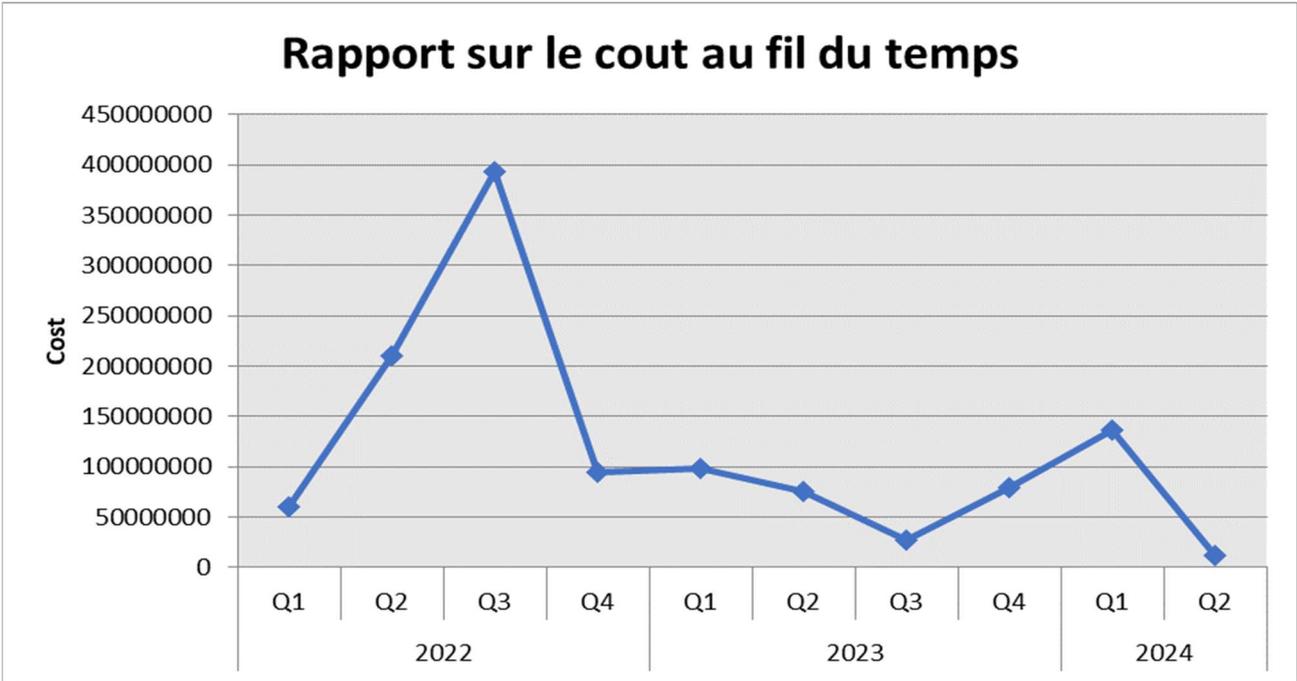


Figure V-2 Courbe du rapport des flux de trésorerie par trimestre

Dans ce graphe nous confirmons le dernier rapport des coûts annuels et la focalisation du plus gros budget lors de la première année et spécialement le troisième trimestre ou on remarque le plus gros pic des coûts, suivi par un autre pic, plus minime, lors du premier trimestre de la dernière année.

V.1.3 Répartition des couts par mois :

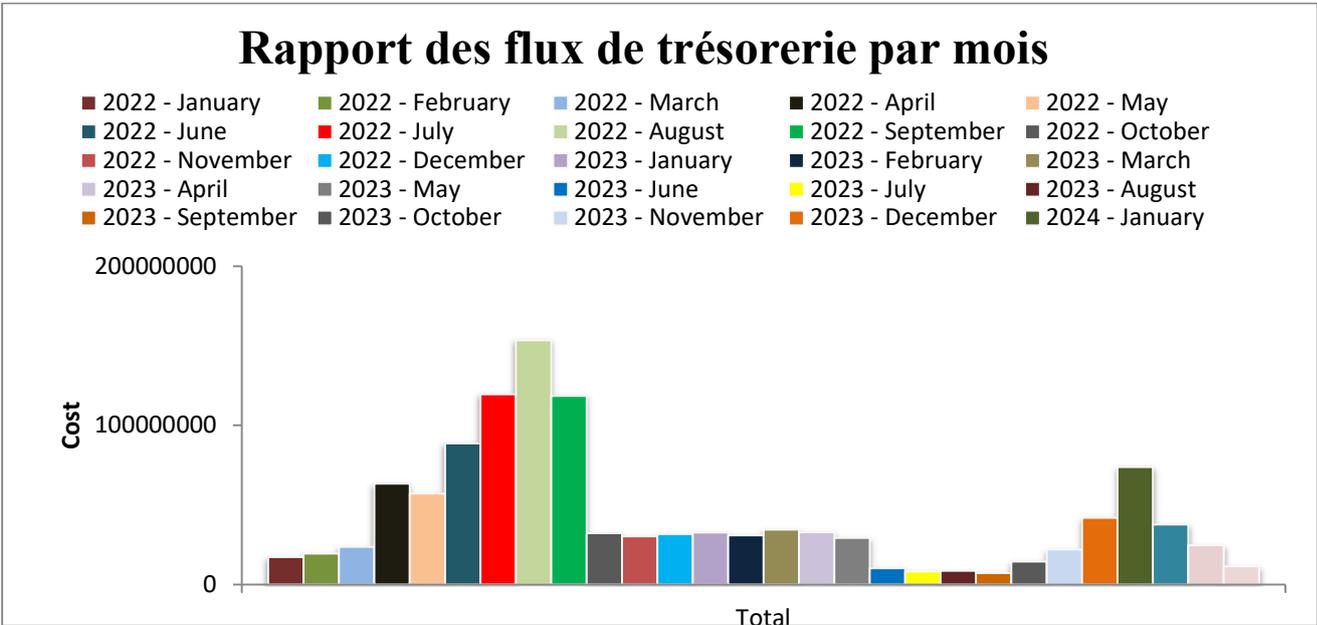


Figure V-3 Histogramme du rapport des flux de trésorerie par mois

Ce graphe complète et confirme l'analyse faite lors des deux derniers rapports, avec les coûts les plus élevés du projet durant la période d'été de la première année (2022) avec la valeur la plus élevée pour le mois d'août spécialement. Les coûts financiers seront plutôt stables par la suite jusqu'au mois de janvier de la troisième année (2024) où on retrouvera encore une consommation élevée du budget du projet.

Cette courbe descendante des coûts dans le temps peut s'expliquer par le fait que la première année (2022) sera réservée essentiellement à la partie infrastructure avec le coffrage, ferailage et coulage des semelles composé du béton et de l'acier qui tiennent la plus grande partie du budget comme vu sur le devis du chapitre 3, ainsi que la partie superstructure droite et gauche avec le coffrage, ferailage et coulage des levées.

Le coût élevé constaté durant le premier semestre de la dernière année (2024) et spécialement le mois de janvier coïncide avec la mise en place des différents équipements, avec les plus coûteux d'entre eux les corniches et l'étanchéité.

V.2 Répartition des coûts selon les phases de construction :

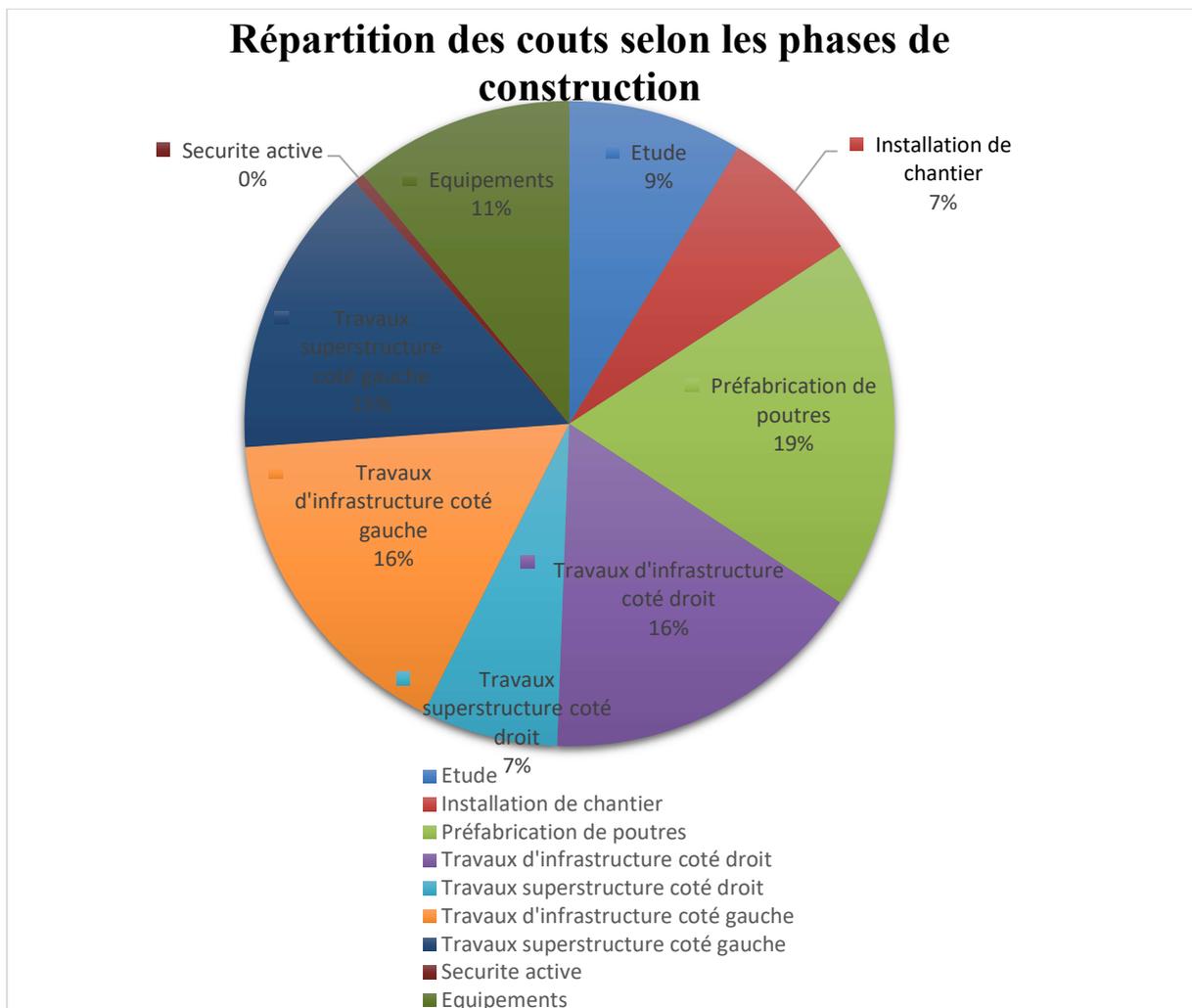


Figure V-4 Graphe en secteur de la répartition des coûts selon les phases de construction

Dans ce rapport de répartition des coûts selon les phases de construction, nous notons que la préfabrication des poutres détient la plus grande marge du budget, suivi par les travaux d'infrastructure de chaque côté du projet, puis par les travaux de superstructure côté gauche, ainsi que les équipements. Le reste du classement est complété par le coût des différentes études, des travaux de superstructure côté droit ainsi que les installations de chantier qui sont plus ou moins équitables. Le coût de la sécurité active du projet a une valeur très minime (0.49%) dans le budget de notre projet.

La préfabrication des poutres, les travaux d'infrastructure et les travaux de superstructure tiennent les plus grandes parts du budget par rapport aux autres phases de construction comme les équipements, l'installation de chantier et les études, du fait de leur longue durée de travaux comme vu sur le dernier rapport, de leur composition par les matériaux les plus coûteux (béton-acier) ainsi que l'utilisation d'une multitude de machines et engins.

V.3 Répartition des coûts selon les ressources :

Par la suite, nous analysons les coûts des différentes ressources, qu'elle soit humaine ou matérielles.

V.3.1 Rapport synthétique du coût des ressources :

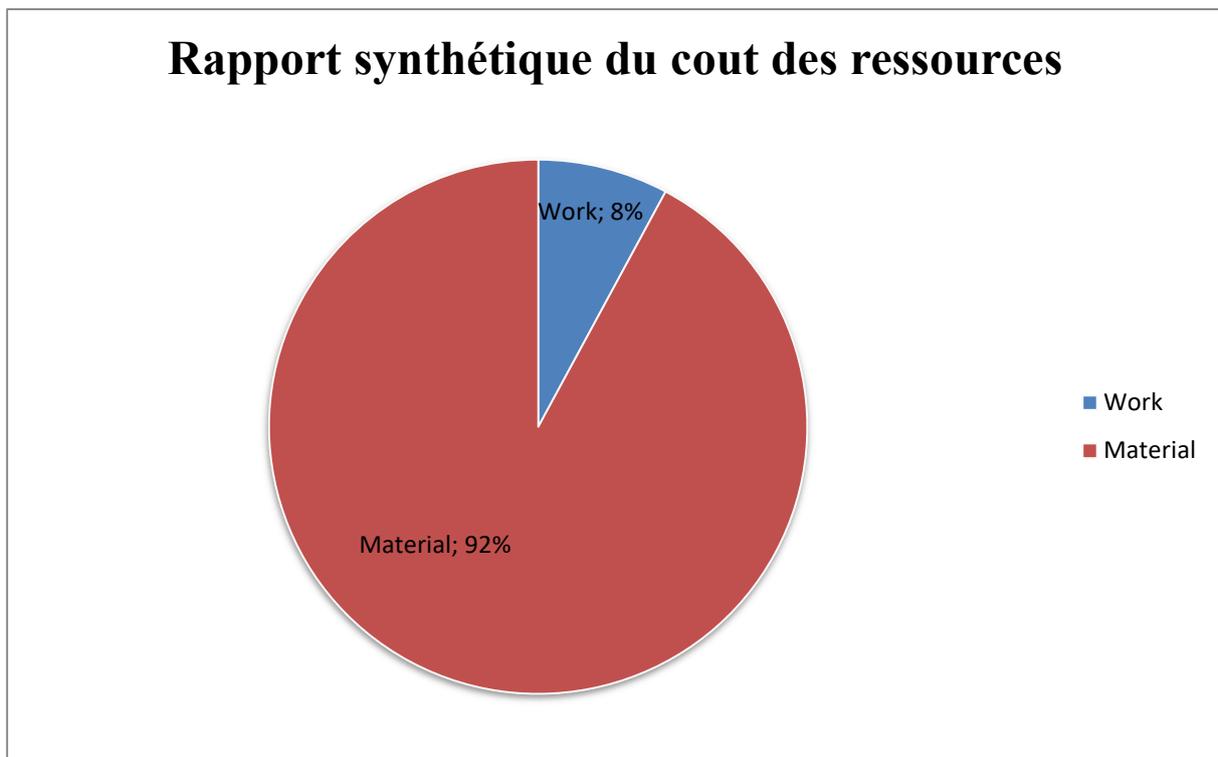


Figure V-5 Graphe en secteur du rapport synthétique du coût des ressources

Dans ce rapport de répartition des coûts des ressources entre les différents matériaux composés essentiellement du béton et de l'acier, et les différents engins nécessaires ainsi que leurs conducteurs et intervenants humains du projet, nous pouvons constater que les matériaux tiennent une part largement majoritaire dans la répartition du budget du fait de leurs coûts exorbitants par rapport à des engins et des intervenants qui appartiennent pour la majorité à l'entreprise de réalisation.

V.3.2 Rapport synthétique du cout des ressources par groupes :

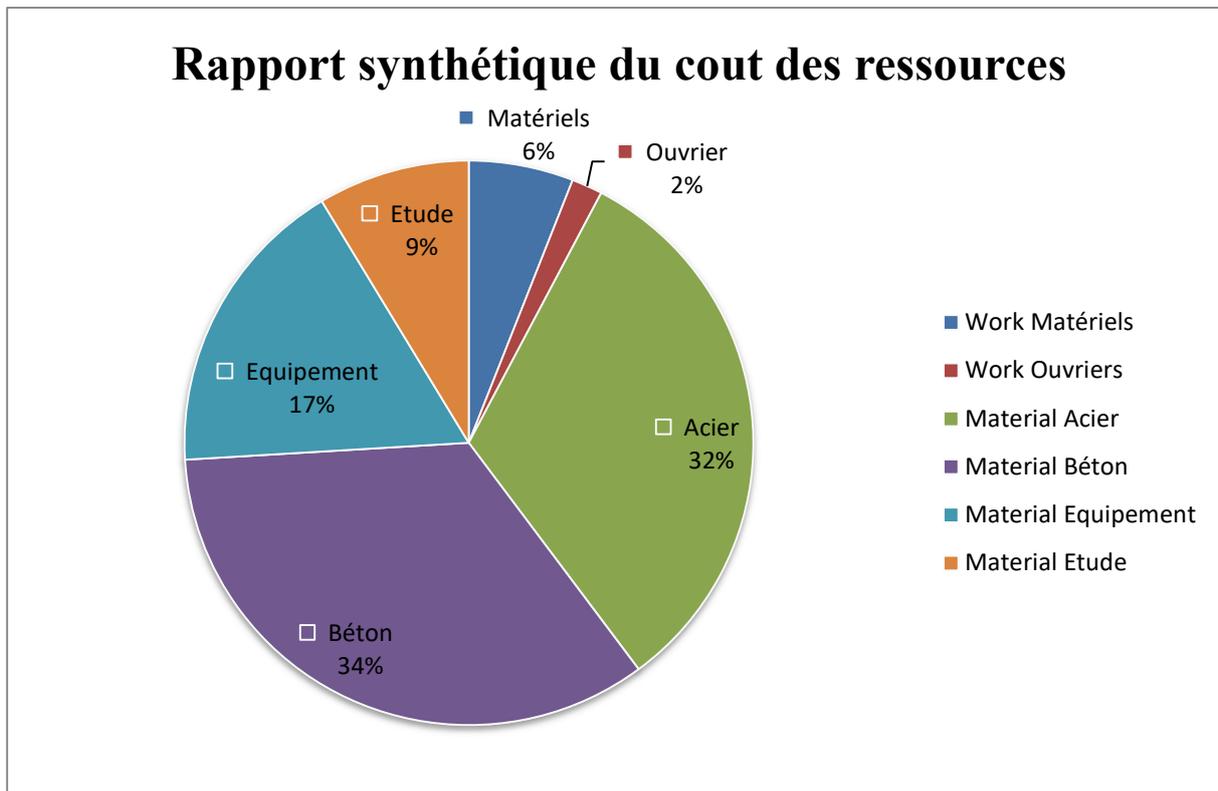


Figure V-6 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des ressources par groupes

Dans ce rapport de répartition des coûts des ressources par groupes, nous notons que les groupes de matériaux répartis entre béton et acier tiennent la plus grande part du budget, suivi par les coûts des équipements puis par le coût des différentes études. Les matériels et à un degré très moindre les ouvriers du chantier tiennent la part la moins coûteuse du budget.

Nous pouvons confirmer à travers ce rapport encore une fois le coût très élevé des matériaux principaux du projet qui sont les bétons et aciers par rapport à leur prix et leurs quantités dans cet ouvrage.

V.3.3 Rapport synthétique du cout des matériaux et équipements :

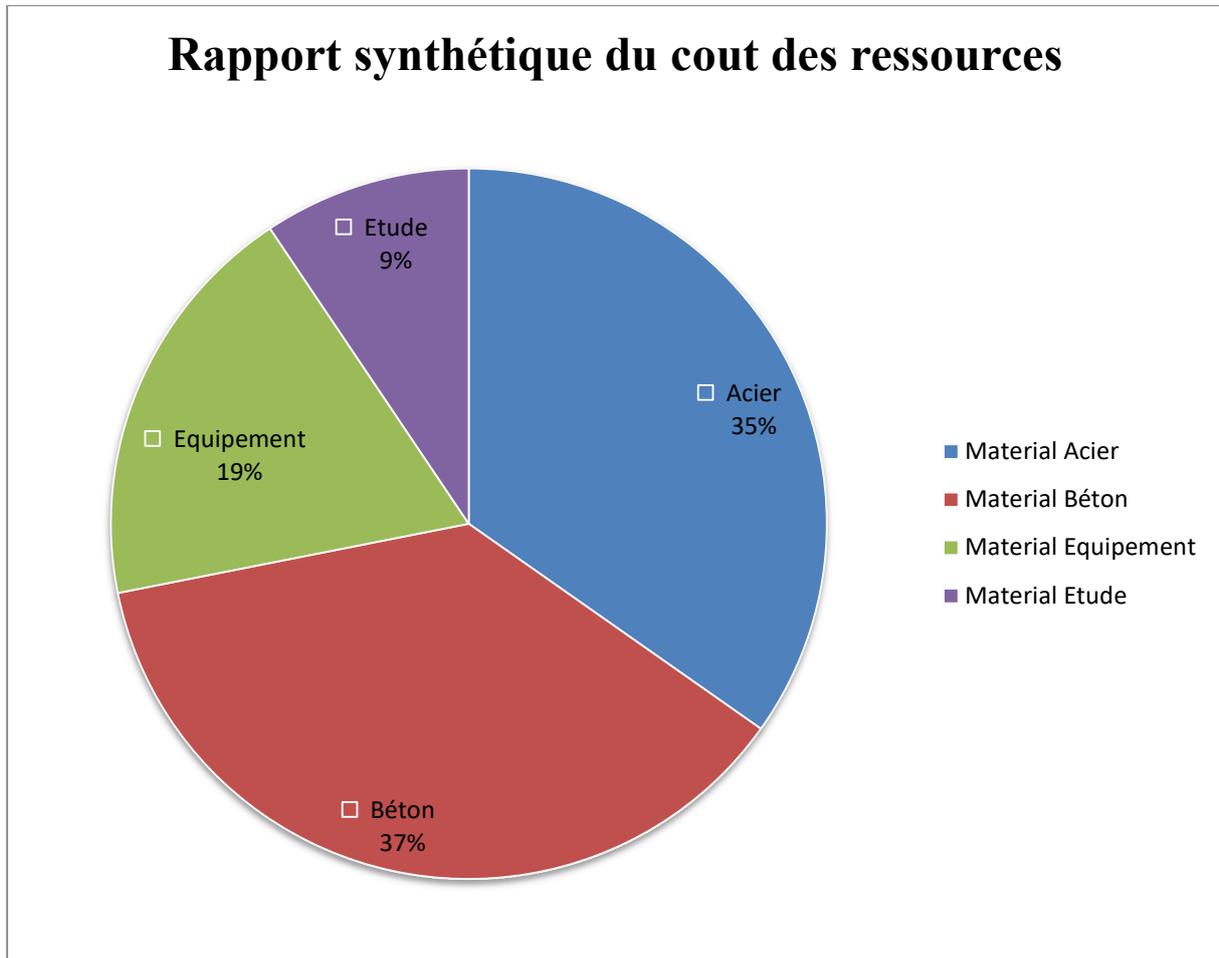


Figure V-7 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des matériaux et équipements

Dans ce rapport quelque peu similaire au précédent, nous pouvons constater encore une fois que les matériaux béton et acier tiennent les plus grandes parts du budget de notre projet par rapport aux équipements qui arrivent derrière suivi par le coût des études.

Nous pouvons confirmer à travers ce rapport ainsi que le rapport précédent encore une fois le coût très élevé des matériaux principaux du projet qui sont les bétons et aciers du fait de leur prix et leurs quantités dans cet ouvrage, par rapport aux équipements finaux et aux différentes études qui sont beaucoup moins coûteuse.

V.3.4 Rapport synthétique du cout des ressources humaines :

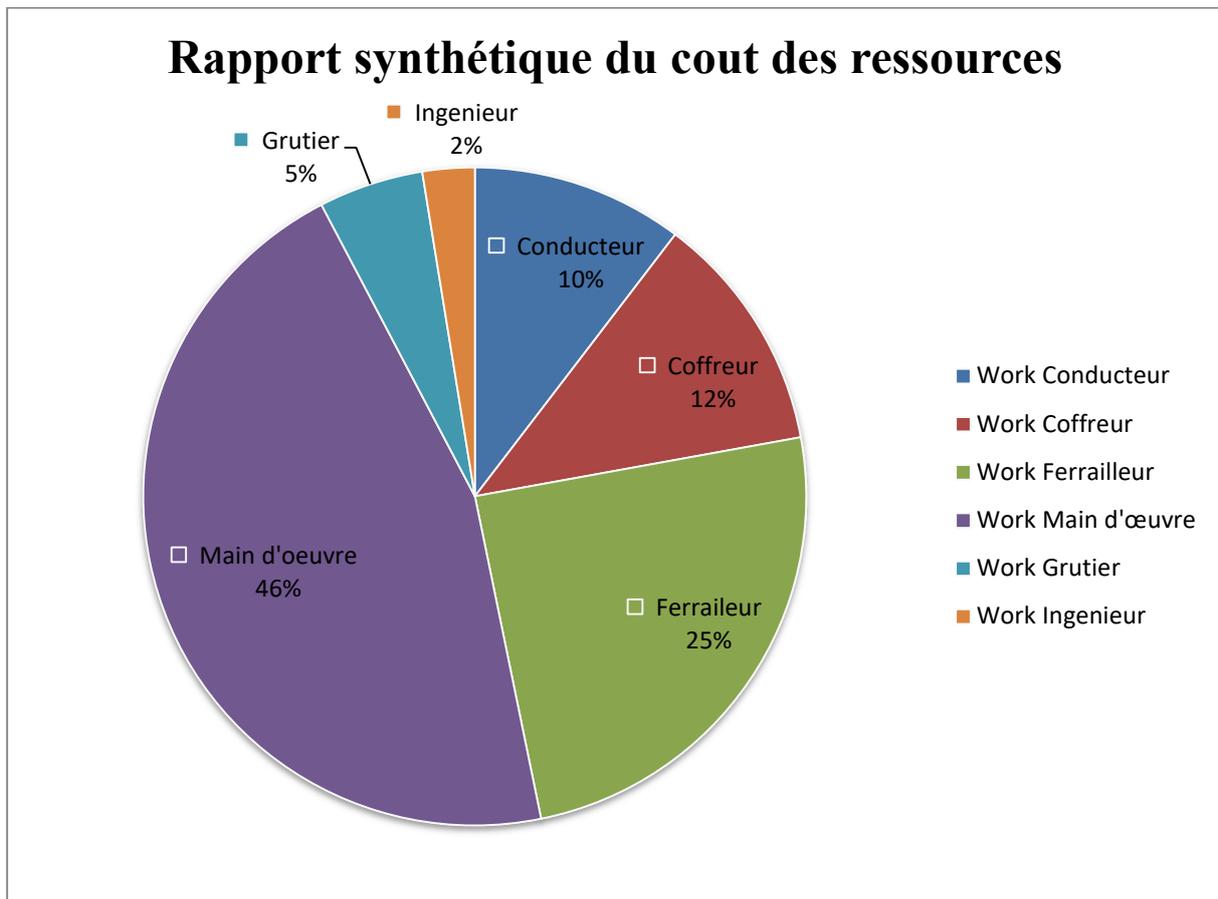


Figure V-8 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des ressources humaines

Dans ce rapport de répartition des coûts des ressources humaines, nous constatons que la main d'œuvre tient pratiquement la moitié du budget, suivi par les ferrailleurs, les coffreurs puis les conducteurs. Les grutiers et les ingénieurs complètent la répartition avec des taux minimes.

Cette répartition s'explique par le fait que les manœuvres participent à toutes les étapes du projet, de l'infrastructure jusqu'à la superstructure, spécialement dans le coulage du béton. On peut justifier cela également par la dimension gigantesque du projet et la nécessité d'avoir un très grand nombre de manœuvres sur le chantier tout au long des 3 années nécessaires à la construction de notre pont. Les ferrailleurs et les coffreurs sont tout aussi nombreux et coûteux du fait de la quantité de ferrailage et d'éléments à coffrer sur le chantier, tandis que les conducteurs et les grutiers sont nécessaires par rapport à l'utilisation d'une multitude d'engins et de la hauteur très importante de notre projet.

V.3.5 Matériels :

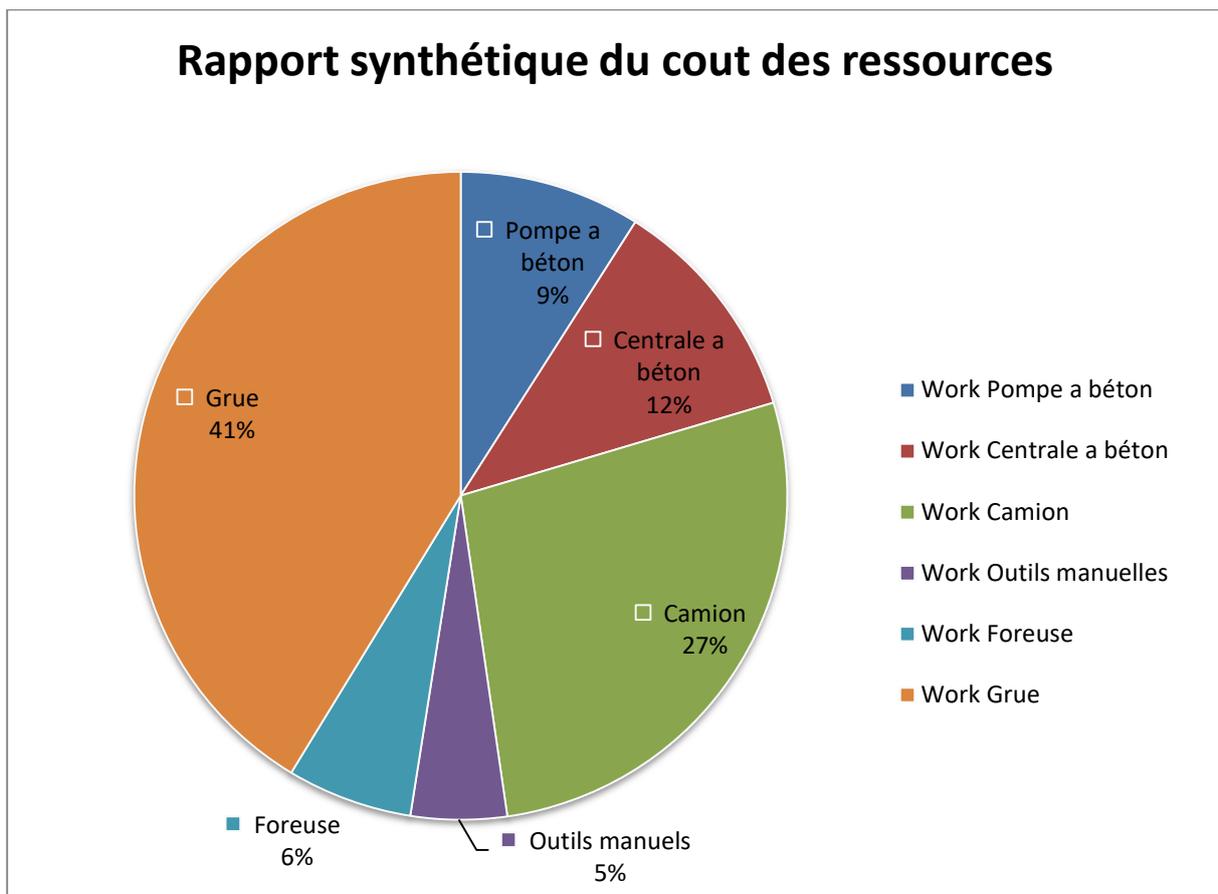


Figure V-9 Graphe en secteur du rapport synthétique du cout des matériels

Dans ce rapport de répartition des coûts d'utilisation des différents matériaux, nous constatons qu'une grande part est réservée à la grue, suivie par les camions, la centrale à béton et la pompe à béton. La foreuse et les outils manuels tiennent une part plutôt minime dans cette répartition.

L'utilisation des grues est la plus coûteuse du fait de leurs installations et leurs utilisations du début jusqu'à la fin du projet par rapport aux dimensions et aux hauteurs très importantes de notre pont. Les camions viennent juste après par rapport à la quantité de matériaux transportés utilisés sur notre chantier, tandis que les centrales et les pompes à béton sont justifiées par la quantité de ce matériau utilisé sur toute la réalisation de ce projet. Le coût de la foreuse n'est pas très conséquent du fait de son utilisation seulement dans l'étape de l'infrastructure et de la réalisation des pieux.

Conclusion :

Les matériaux principaux que sont le béton et l'acier sont majoritairement les plus coûteux dans notre projet par à cause de leurs quantités très élevés utilisés dans toutes les parties de construction, de l'infrastructure à la superstructure, et du fait de la dimension de notre pont. Cette partie des matériaux est beaucoup plus coûteuse par rapport aux différentes autres ressources, qu'elle soit humaine ou matérielle qui sont moins coûteuses.

Conclusion générale

Ce mémoire avait pour ambition d'étudier un ouvrage d'art exceptionnel qu'est le pont, et de faire son étude financière pour connaître les différentes phases de sa construction et leurs coûts.

Il a fallu dans un premier temps définir la notion de pont, d'en connaître les différents modèles existants et d'en déduire ses principaux composants.

L'étude de son cycle de vie aura permis d'en connaître les différentes phases de sa réalisation ainsi que les différents points à considérer lors de sa planification.

A travers les nombreux calculs réalisés tout au long de ce mémoire, qu'ils soient quantitatifs puis estimatifs, nous avons pu estimer un budget prévisionnel à octroyer à la construction du pont étudié, en analysant et en évaluant quels sont les différents éléments les plus coûteux, qui sont essentiellement les matériaux principaux de la construction que sont l'acier et le béton.

Enfin, grâce au logiciel de gestion de projet qu'est MS Project, nous avons pu tracer la planification de la future organisation de notre projet, son pilotage, sa durée qui s'étend sur 587 jours, la gestion de ses ressources qu'elles soient humaines ou matérielles, son budget qui s'élève à 1183467088.18 DA et enfin l'analyse de ces données.

Bibliographie

[1] : Typologie des ponts <https://bit.ly/3q0ba9G>

[2] : Cycle de vie d'un projet <https://bit.ly/3xqzQuo>

[3] : Plan Infrastructure pk8+760 SERROR

[4] : Document technique réglementaire D.T.R règle parasismiques applicable au domaine des ouvrages d'art RPOA 2008, ministre des travaux public

[5] : BAEL 91 : Règles technique de conception et de calcul des ouvrages et construction on béton armé, suivant la méthode des Etats limites, 3eme tirage, Ed.Eyrolles,1994.

[6] : Devis estimatif de la SERROR

Logiciels utilisés :

- Ms project 2016
- Ms excel 2016
- Ms visio 2016

