

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Table des matières

Liste des figures

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I :Notions et Définitions	3
INTRODUCTION	3
1. La notion de projet :.....	4
1.1. Définition :	4
1.2. Les phases d'un projet :	5
1.2.1. La phase d'avant-projet :.....	5
2. Management des projets :	6
3. Gestion des projets :	8
3.1. Définition :	8
3.2 Les objectifs de gestion des projets :	9
3.3. Contraintes (Gestion de projet, n.d.) :	9
3.3.1 Contraintes de délais :	9
3.3.2. Contraintes dues aux clients :	9
3.3. 3. Contraintes de coûts :	9
3.3.4. Contraintes de qualité :	9
3.4. Les Phases de gestion de projet :	10
3.5. Les Logiciels de gestion de projets :	11
4. La différence entre le management des projets et la Gestion des projets :	11
4.1. Avant le lancement du projet:	11
4.2. Après le lancement du projet :	12

4.3. Les acteurs impliqués :	12
4.4. Conclusion :	12
5. Le Risque – une vue globale :	13
5.1. Le concept.....	13
5.2. Les paramètres des risques projets :	14
5.3. Management des risques :	14
5.3.1. Les approches de management de risque :	15
5.3.1.1. Les approches «quantitatives» :	15
5.3.1.2. Les approches qualitatives :	15
5.4. Processus global de management des risques :	15
6. La planification de projet :	16
6.1. Définition de planification :	16
6.2. Les étapes de la planification :	17
6.3. Les méthodes de planification de délai de projet sous incertitude :	17
6.4. Les avantages:	18
6.5. Les limites:	18
7. L’Optimisation :	19
7.1. Définition de « optimisation » :	19
7.2. Les objectifs :	19
8. Les systèmes stochastiques :	20
8.1. Introduction aux systèmes stochastiques :	20
8.2. Définition des systèmes stochastiques :	20
Conclusion :	21
CHAPITRE II : La méthode PERT probabiliste.....	22
Introduction :	22
1. L’état de l’art:	23
1.1.La méthode CAAN :	24

1.2. La méthode SATM :	23
1.3. La Méthode GERT	23
1.4. La Méthode Q-GERT :	24
1.5. La Méthode CPM :	24
2. La méthode PERT :	26
2.1. Introduction :	26
2.2. Définition :	26
2.3. Le principe de la méthode PERT :	26
2.4. Notions de base :	27
2.5. Le chemin critique :	29
2.6. Diagramme de Gantt :	30
3. PERT probabiliste.....	32
3.1. L'introduction :	32
3.2. Définition :	32
3.3. Les étapes d'application de Pert probabiliste.....	33
3.4. Pourquoi PERT probabiliste :	34
Conclusion :	34
Problématique.....	35
CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise et le cas d'étude.....	36
INTRODUCTION :	36
1. Présentation de l'entreprise :	36
1.1. Définition de l'entreprise :	37
1.2. Historique :	37
1.3. Domaines d'activité de la société :	38
1.4. Les services de l'entreprise :	40
1.4.1. Direction générale :	40
I. Directeur général :	40

II.	Secrétariat et bureau d'ordre général :	41
III.	Directeur Général Adjoint :	41
IV.	Les agents de support :	41
1.4.2.	Direction comptabilité et finance :	42
I.	Service comptabilité générale :	42
II.	Service comptabilité analytique et budget :	42
III.	Service de facturation et recouvrement :	42
IV.	Service de finance et fiscalité :	43
1.4.3.	Direction Commerciale et Engineering:	43
I.	Département commercial :	43
II.	Département Engineering :	43
III.	Département informatique :	44
I.	Le Département de la Production, structuré en 3 services, consiste en des opérations de :	44
II.	Le Département de la Réalisation de Travaux, doté de 3 services, consiste en opérations de :	44
III.	Le Département de la Gestion des Projets, structuré en 2 services, consiste en opérations de :	45
I.	Service du personnel :	45
II.	Service de gestion de la paie :	46
III.	Service de formation et gestion des carrières :	46
I.	Département de Gestion des Matériels-Engins-Equipements :	46
II.	Département des approvisionnements :	47
III.	Département de la maintenance :	47
2.	Présentation du projet : doublement d'une route national :	48
2.1.	LES TACHES GÉNÉRALES :	48
2.2.	TERRASSEMENTS :	49
2.3.	ASSAINISSEMENT :	51

2.4. CHAUSSEE :	54
2.5. OUVRAGES ET MATERIAUX DE PROTECTION :	57
2.6. DEPLACEMENT DES RESEAUX :	58
2.7. SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS :	59
A. Signalisation Verticale :	59
B. Signalisation Verticale :	60
2.8. MESURES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT :	61
2.9. NOUVELLES TACHES INTRODUITES :	62
Conclusion :	63
CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :	64
INTRODUCTION :	64
1. Rappel sur l'approche probabiliste :	65
2. Présentation et concept de Microsoft Project :	65
2.1. Fonctionnalités principales de MS Project :	66
2.2. Les avantages de MS Project :	67
2.2.1. Gestion des ressources :	67
2.2.2. Attribution d'un coût :	67
2.2.3. Analyse et communication du projet :	67
3. Présentation du model de projet sur Ms Project et l'application de la méthode PERT probabiliste sur le projet :	68
4. Résultat de simulation :	80
4.1. L'analyse des résultats :	80
4.2. La discussion des solutions :	82
4.2.1. Le calcul de cout de risque :	82
4.2.2. Le calcul de cout d'investissement :	85
5. Calcul supplémentaire :	87

5.1. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en moins de 286.17 jours :	87
5.2. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en moins de 247 jours :	87
5.3. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en plus de 310 jours :	87
5.4. Calcule de la durée du projet avec une probabilité de 90.66 % :	88
5.5. Calcul des probabilités et durées précédentes avec le logiciel Microsoft Excel :	89
Conclusion :	90
CONCLUSION GENERALE :	91

Bibliographie

Résumé

Liste des figures :

Figure 1.1. La phase d'avant-projet

Figure 1.2. Comparaison entre l'exécution de projet sans définitions et avec définitions.

Figure 1.3. Processus de management de projet proposés par le PMBok, 4e édition

Figure 1.4. Les Phases de gestion de projet

Figure 1.5. Matrice probabilité-impact

Figure 1.6. Processus de management des risques selon (ISO 31000 2009)

Figure 1.7. Méthodes de planification de projet

Figure 2.1. Marge totale, marge libre

Figure 2.2. Réseau Pert avec les dates au plus tôt et au plus tard

Figure 2.3. Exemple d'un chemin critique

Figure 2.4. Exemple d'un Diagramme de Gantt (avec MS PROJECT)

Figure 3.1. Siège de l'entreprise STARR

Figure 3.2. Rampe de Remchi RN22

Figure 3.3. Travaux terrassement cite Djamel –Oran et Bétons hydrauliques pour un petit barrage EL-ABED

Figure 3.4. Recyclage et traitement au ciment de la RN22 entre Sebdou et el Aricha Wilaya de Tlemcen

Figure 3. 5. L'organigramme de l'entreprise STARR

Figure 4. 1. Exemple d'une application sur MS Project

Figure 4. 2. L'Ouverture d'un fichier sur MS Project

Figure 4. 3. Option calendrier sur MS Project

Figure 4. 4. l'outil Modifier le temps de travail sur MS Project

Figure 4. 5. L'insertion des taches sur MS Project

Figure 4. 6. L'insertion des taches sur MS Project

Figure 4. 7. L'insertion des taches sur MS Project

Figure 4. 8. Définition de la colonne sur MS Project

Figure 4. 9. Définition des prédécesseurs sur MS Project

Figure 4. 10. L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

Figure 4. 11. L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

Figure 4. 12. L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

Figure 4. 13. Boite de dialogue de l'Analyse Pert sur Ms Project

Figure 4. 14. Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

Figure 4. 15. Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

Figure 4. 16. Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

Figure 4. 17. Le calcul des variances sur Microsoft Excel

Figure 4. 18. Le calcul des variances sur Microsoft Excel

Figure 4. 19. Le calcul des risques sur Microsoft Excel

Figure 4. 20. Le calcul des risques sur Microsoft Excel

Figure 4.21. Les taches critiques par Ms Project

Figure 4. 22. La courbe de cout d'investissement et le cout de risque sur Microsoft Excel

Figure 4. 23. Le tableau de la loi normale

Figure 4. 24. Le calcul des probabilités sur Microsoft Excel

Liste des tableaux :

Tableau 1.1. Exemple de calcul d'un chemin critique

Tableau 4.1. Les taches qu'a un risque important

Tableau 4.2. Le cout de risque après l'amélioration

INTRODUCTION GENERALE :

Pour des étudiants en master management de l'ingénierie, quel serait le meilleur choix que d'aller vers une étude théorique approfondie de l'une des méthodes les plus utilisées et les plus adéquates dans son domaine qui sera par la suite appliquée pratiquement dans un milieu professionnel ou le besoin de ce genre de projets s'agrandie de jour en jour. C'est pour cette raison et bien d'autres qui seront détaillées dans ce mémoire que nous avons choisi de réaliser notre projet de fin d'études de cette manière en appliquant l'une des méthodes que nous avons apprises lors de notre cursus universitaire dans une entreprise qui soiffe d'incuber ce genre de travaux qui apportent de nouvelles idées et connaissance à l'entreprise, à son personnel et à son système de travail.

L'idée de notre projet est née de la volonté de réaliser un travail où nous pouvons exploiter nos connaissances théoriques dans la résolution des problématiques pratiques que fait face les entreprises. Ces connaissances qui sont en général basées sur la formation que nous suivons et les stages pratiques que nous avons effectués.

L'apparition de l'approche processus a ouvert la porte pour le concept de projet à prendre sa véritable place et importance chez les entreprises, les gouvernements et les différents organismes. Toute amélioration, développement, extension, réalisation, mise en place, mise à jour.... Ont pris un seul nom et ont été incluses sous un seul concept qui est « le projet ».

« *Les sociétés modernes sont des sociétés à projets* » (A. ASQUIN, 2005).

L'Association Francophone de Management de Projet (AFITEP) définit le projet comme étant un « *Ensemble d'actions à réaliser avec des ressources données, pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquelles on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin* ». A la lumière de cette définition, le concept de projet est lié à quatre mots clés : **objectifs - activités - résultats - délais**. De façon générique, il répond au découpage suivant : **phase préparatoire, phase de réalisation, phase de fin de projet**. Ces trois phases sont également connues sous l'appellation « 3C » : Cadrer, Conduire, Conclure. Ceci revient à dire que le projet est d'abord conçu, ensuite, exécuté et enfin évalué.

L'entreprise que nous avons choisie est la STARR (La société de terrassement, d'aménagement et de revêtement routier) Tlemcen spécialisée dans la réalisation des projets de travaux publics routiers. Et comme la majorité des entreprises Algérienne publiques, cette entreprise à son tour souffre d'une gestion et d'un management traditionnel et avec une absence de l'outil informatiques et des méthodes scientifiques de management de ses projets ; ce qu'il nous a encore donné plus de volonté pour réaliser notre projet en collaboration avec le service planification de l'entreprise.

Après la consultation des projets et des méthodes de planification de l'entreprise et en comparaison avec les différentes méthodes que nous avons en main, nous avons choisi la méthode PERT probabiliste pour l'appliquée sur l'un des types de projets que réalise l'entreprise.

Comme méthodologie de travail, nous avons fait des études théoriques bien détaillées sur le management et la gestion des projets, sur la méthode PERT et ensuite sur la méthode PERT probabiliste pour donner plus d'explications et pour avoir plus de maîtrise de cette méthode et des différents concepts qui interviennent dans notre travail.

Ensuite, nous avons effectué un stage pratique au sein de l'entreprise STARR pour plus d'intégration dans le domaine des travaux publics et pour la définition du type de projets sur lequel nous allons appliquer la méthode et le bien maîtrisé.

L'étape de la collecte des données était la suivante, ou nous avons sollicité l'entreprise pour nous communiquer les données relatives aux projets de ce genre pour pouvoir tirer les informations et les données nécessaires pour une application logique, réelle et bénéfique de la méthode et pour avoir les meilleurs résultats en termes de chiffres et proximité à la réalité.

Ces données seront transformées en un modèle de gestion de projet informatisé sur le logiciel MS Project et le logiciel Microsoft EXCEL.

Enfin, les résultats de la simulation seront analysés et des solutions seront adoptées aux retards liés aux tâches critiques selon les résultats obtenus. Et une valorisation des solutions apportées sera faite pour donner plus de légitimité à nos propositions.

Avec l'espérance que le modèle proposé, les résultats obtenus et les solutions proposées seront pris en considération et adoptées par l'entreprise et même par d'autres étudiants comme repère pour plus de projets en ce genre qui visent à inciter les entreprises à utiliser les méthodes scientifiques et les adaptées à leurs systèmes pour garantir l'amélioration continue et le développement durables dans ces entreprises.

CHAPITRE I :

Notions et Définitions

CHAPITRE I :

Notions et Définitions :

INTRODUCTION :

Les entreprises de nos jours donnent à la science du management une très grande importance vue son intérêt à l'optimisation de l'utilisation des ressources humaines, matérielles et financières. Cet intérêt a pour objet de maximiser la rentabilité de l'effort consacré et de profiter au maximum de l'investissement en place et de le rendre plus opportun. Cette science se base sur plusieurs approches et techniques pour avoir une meilleure organisation, gestion, amélioration et optimisation. Une nouvelle notion est apparue dans les dernières décennies pour répondre aux problématiques de management global des entreprises qui est la notion de la gouvernance d'entreprises.

D'un point de vue fonctionnel, les fonctions principales de l'entreprise sont : la fonction recherche et développement, la fonction marketing, la fonction industrielle, la fonction finance, la fonction ressources humaines...etc. Le management peut être découpé en modes et en niveaux de décisions : stratégiques, tactiques, et opérationnels qui visent à améliorer l'efficacité de la réalisation de la fonction pilotée. La politique générale de l'entreprise et ses objectifs sont transmis par les instances et les ordres de la direction et chaque pilote d'une fonction s'attache à appliquer et à réaliser ces objectifs dans son organisme ou sa fonction, à assurer le pilotage des acteurs d'une telle façon à respecter les objectifs déclinés et pour atteindre les résultats voulues. Ce pilotage vise à optimiser l'utilisation de toutes les ressources de toutes les fonctions dans une même perspective qui peut être considéré comme une perspective locale.

La complexité, l'incertitude et l'extrême concurrence de l'environnement économique et industriel, dans lequel les entreprises évoluent aujourd'hui; de même que les difficultés rencontrées dans le management de leurs projets, sont à l'origine de nouveaux défis et de problèmes croissants. Il n'est pas rare de voir des projets aboutir à des échecs graves et coûteux, à une dégradation ou à une remise en cause de leurs principaux objectifs (coûts, délais et performances techniques), et parfois à leur abandon pur et simple. C'est pourquoi, la gestion des risques dans les projets est devenue ces dernières années, pour beaucoup d'entreprises une préoccupation majeure. (SAKR, 2006)

Enfin, l'objectif de ce chapitre est de dresser un bilan de notions générales sur les notions que nous allons voir par la suite et que nous allons utiliser dans la partie pratique du présent travail qui sont : la notion du projet, le management des projets, la gestion des projets, puis nous allons faire une comparaison entre ces deux dernière notion et voir la différence entre elles.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacrée à des généralités sur le risque et sa gestion.

Des notions générales sur la planification des projets seront données dans la troisième partie.

1. La notion de projet :

Une organisation sans projet est l'ennemie du développement économique et humain. Aucun projet de redressement ambitieux (mais fondé) n'est irréalisable.

DESCARPENTRIES², Jean Marie

Depuis les anciens temps, les êtres humains se sont organisés pour imaginer, inventer, construire et réaliser de nombreuses œuvres et ouvrage sur tous les plans (technique, organisationnel, culturel, scientifique...etc.) Bien avant l'apparition du terme « projet », ils ont organisé et structuré leurs actions et tâches pour passer du mode imaginaire au mode réel. Depuis plus de six mille ans, les sociétés ont entrepris des projets de toute taille (Gerald et al. 2008). Citons parmi les réalisations plus connues, les plus anciennes et les plus emblématiques : Stonehenge, les pyramides égyptiennes, la Grande Muraille de Chine, la tour de Babel, les cathédrales... Tous ces chantiers peuvent être considérés comme les premiers projets du monde encore connus de nos jours. Ils ont nécessité de nombreuses ressources, ouvriers, esclaves, contremaîtres, architectes se sont étalés sur plusieurs années ou dizaines d'années et ont consommé de gros moyens financiers.

1.1. Définition :

Le mot *projet* provient du mot latin *projectum* de *projicere*, « jeter quelque chose vers l'avant » dont le préfixe *pro*= signifie « qui précède dans le temps » (par analogie avec le grec $\pi\rho\acute{o}$) et le radical *jacere* signifie « jeter ». Ainsi, le mot «projet» voulait initialement dire « quelque chose qui vient avant que le reste ne soit fait ».

Nous retiendrons ici les définitions de :

1- l'AFNOR :

"Un projet est une action spécifique, nouvelle, qui structure méthodiquement et progressivement une réalité à venir, pour laquelle on n'a pas encore d'équivalent"

2- AFITEP, Dictionnaire de management de projet [1996] :

« Le projet est un ensemble d'actions à réaliser pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation des quelles on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin. »

3-ISO 10006 (2003)

Un projet est « un 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 telles que des contraintes de délais, de coûts et de ressources. »

1.2. Les phases d'un projet :

Le déroulement classique d'un projet suit un enchaînement logique de phases et d'étapes, depuis l'identification du besoin jusqu'à la mise en oeuvre. Selon l'ampleur du projet, du délai imparti et des ressources disponibles, les phases seront détaillées avec plus ou de moins de précision

Le déroulement du projet est résumé en 6 phases simples et pratiques pour bien saisir les principes du management de projet.

1.2.1. La phase d'avant-projet :

Permet de passer de l'idée initiale au projet formalisé elle aboutit à la décision du maître d'ouvrage de démarrer ou non le projet.

Le maître d'ouvrage doit vérifier la faisabilité de l'idée en réalisant ou en faisant réaliser une étude de faisabilité technico-économique ; si la décision de poursuivre est prise, un cahier des charges plus précis doit être établi.

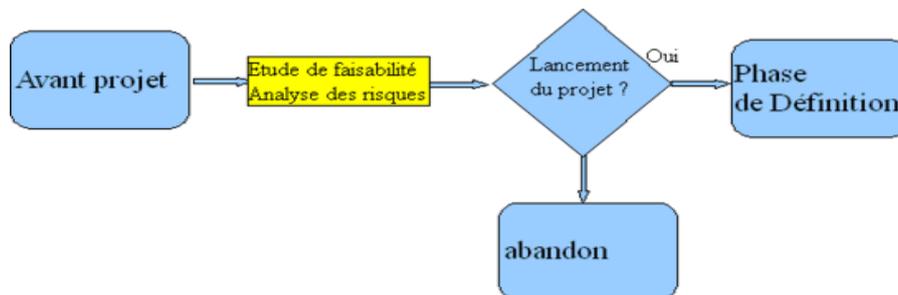


Figure 1.1. La phase d'avant-projet (ressources.aunege)

1.2.2. La phase de définition du projet :

Est celle de la mise en place du projet, de l'organisation du projet et des outils de gestion associés.

Le maître d'ouvrage a décidé de démarrer le projet, il a choisi un maître d'œuvre et le chef de projet a été désigné.

Celui-ci doit constituer l'équipe projet, préciser le contenu du projet et élaborer le référentiel de gestion ou le plan du projet qui servira de guide tout au long du projet.

Cette phase est parfois négligée pour pouvoir débiter plus rapidement la phase de réalisation du projet. On voit dans la Figure ci-dessous (Figure 2) que c'est une erreur car la réalisation du projet va forcément prendre du retard s'il n'est pas correctement défini au départ.

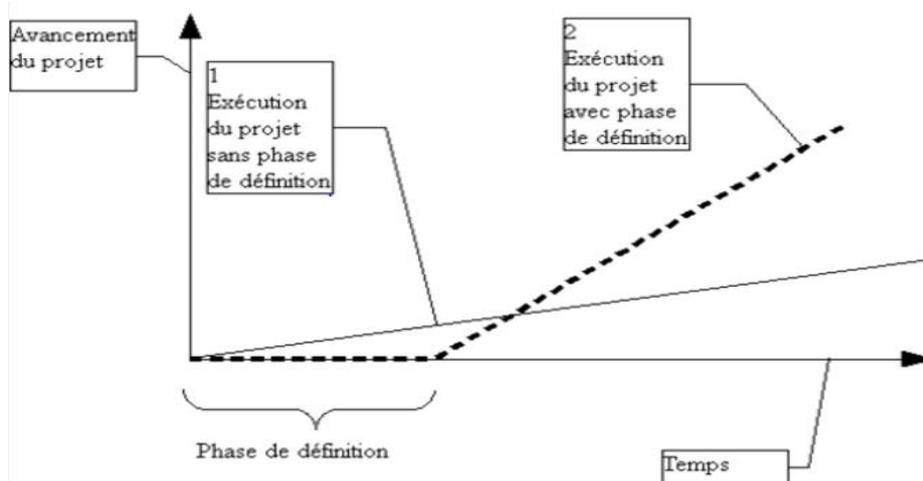


Figure 1.2. Comparaison entre l'exécution de projet sans définitions et avec définitions.

1.2.3. La phase de réalisation du projet :

La phase de réalisation est pour le chef de projet, une phase de pilotage à l'aide du référentiel ou du plan de projet élaboré dans la phase de définition.

Il supervise l'exécution des différentes tâches nécessaires à la réalisation du projet et gère les modifications qui apparaissent au fur et à mesure de la réalisation.

1.2.4. La phase de clôture :

Livraison et réception du produit du projet transfert aux utilisateurs prévoir le reclassement des membres de l'équipe clôture des contrats avec les fournisseurs et sous-traitants capitalisation.

Un bilan doit être réalisé en fin de projet, afin de capitaliser les savoir-faire et l'expérience acquise.

Souvent négligée cette phase est très importante pour l'organisation car elle permet pour les projets futurs de capitaliser à la fois sur les erreurs à éviter pour de futurs projets similaires et aussi sur des bonnes pratiques ou de bonnes solutions.

2. Management des projets :

Visant à gérer le changement dans les entreprises et les organisations pour accroître l'efficacité, le management par projet modifie profondément la gestion du travail, les rôles et les relations des salariés devenus des «acteurs». C'est un mode de gestion exigeant qui demande à être pensé et accompagné.

Historiquement, la *gestion de projet* désigne l'approche instrumentale du pilotage des projets d'ingénierie (militaires, spatiaux, BTP, nucléaire...) à partir des années 1960.

Le *management de projet* est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin de définir/concevoir un projet, de le lancer et de le réaliser. Il ne relève pas seulement de l'application d'outils de gestion, mais d'un système de gestion à part entière.

Cette application de connaissances nécessite le management efficace de processus de management de projet.

La Figure (3) présente les processus que nous reprenons ci-dessous. Ils ont été proposés par le PMI dans son Project Management Body of Knowledge (PMBoK) (PMI 2008). Le PMBoK comporte neuf processus, qui correspondent aux dimensions que le management de projet doit considérer pour assurer le pilotage d'un projet :

1. Management de l'intégration,
2. Management du contenu,
3. Management des délais,
4. Management des coûts,
5. Management de la qualité,
6. Management des ressources humaines,
7. Management de la communication,
8. Management des risques,
9. Management des approvisionnements.

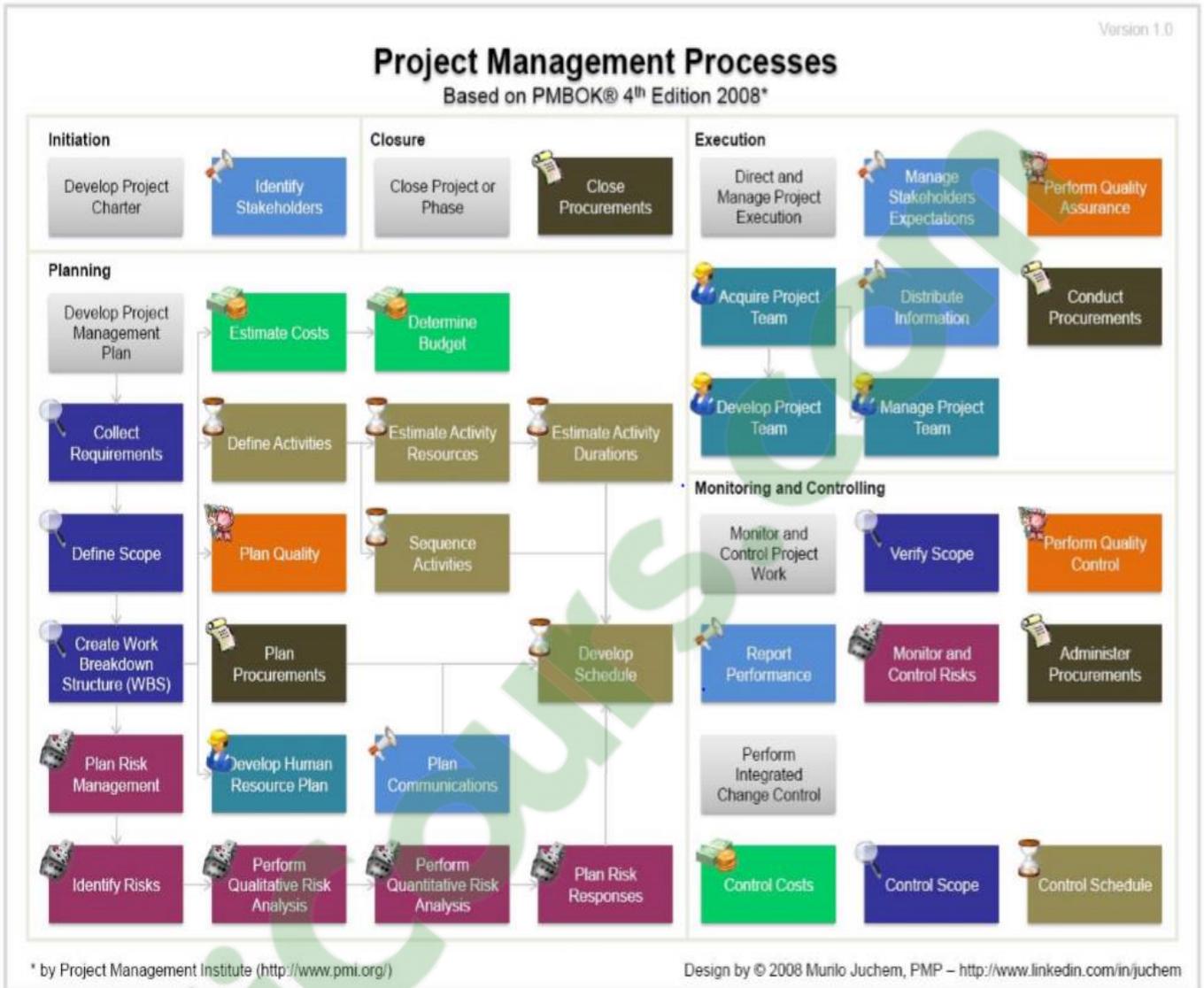


Figure 1.3. Processus de management de projet proposés par le PMBok, 4e édition

3. Gestion des projets :

Nous gérons tous des projets dans nos vies privés : déménagement, préparation d'un mariage ou préparation d'un voyage à l'étranger ...

3.1. Définition :

En termes simples, la gestion est la compétence ou la pratique qui consiste à contrôler, mener ou planifier quelque chose; c'est «l'acte de diriger ou de mener dans un objectif précis». Autrement dit, la gestion concerne les efforts déployés pour planifier, organiser et mobiliser les individus et les ressources pour un objectif donné. Dans le cas de la gestion de projet, les capacités et les compétences requises sont celles qui rendent le projet faisable et concret.

L'Organisation Mondiale de Normalisation selon la norme ISO 10006 (version 2003) a défini la gestion des projets comme étant :

« un 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. ».

3.2 Les objectifs de gestion des projets :

Le formalisme de la gestion de projet se repose sur les objectifs suivants :

-L'objectif de performance fonctionnelle et de spécifications techniques pour

(Fiabilité, maintenabilité, facilité d'usage, etc)

-le respect d'un délai imparti pour exécuter le projet Est une composante importante de l'expression des besoins car un retard peut diminuer l'intérêt du projet et, dans certain cas, conduire à des surcoûts, sous forme de pénalité de retard, notamment.

-l'objectif économique peut, suivant le périmètre du projet, prendre différentes formes (coûte, rentabilité).

3.3. Contraintes (Gestion de projet, n.d.) :

3.3.1 Contraintes de délais :

Fenêtre temporelle à l'intérieur de laquelle le projet doit être réalisé
Contraintes
Contrainte externe absolue : contraintes externes au projet qui s'imposent à tous. Si elle n'est pas respectée, le projet n'a plus de sens
Exemple : un salon ou une manifestation sportive à une date donnée, une clôture de compte, le passage à l'an 2000.

3.3.2. Contraintes dues aux clients :

- Contrainte externe « fixe » : Elle est souvent contractuelle, généralement moins forte que la contrainte externe absolue, elle est souvent assortie d'une pénalité de retard.
- Contrainte externe « variable » Elle concerne la réalisation d'une partie du projet qui est liée à un événement dont la date n'est pas absolument fixe. Exemple : les projets de sous-traitance.

3.3.3. Contraintes de coûts :

Budget pour réaliser le projet :

- Contrainte de rentabilité : Marge entre les rapports du projet et les coûts engagés pour sa réalisation
- Contrainte pour l'équilibre financier de l'entreprise

3.3.4. Contraintes de qualité :

- Contraintes fortes, leur non-respect est susceptible de remettre en cause le projet lui-même. Par exemple, des impératifs légaux, de santé ou de sécurité publique.

- Des impératifs de nature commerciale, des engagements contractuels existent : le projet doit s'y conformer.
- La certification de l'entreprise dans un système d'assurance qualité faite qu'elle se doit de respecter certaines règles.

3.4. Les Phases de gestion de projet :

Possibilité de découper tout projet en quatre phases Conception -> Planification -> Réalisation -> Terminaison

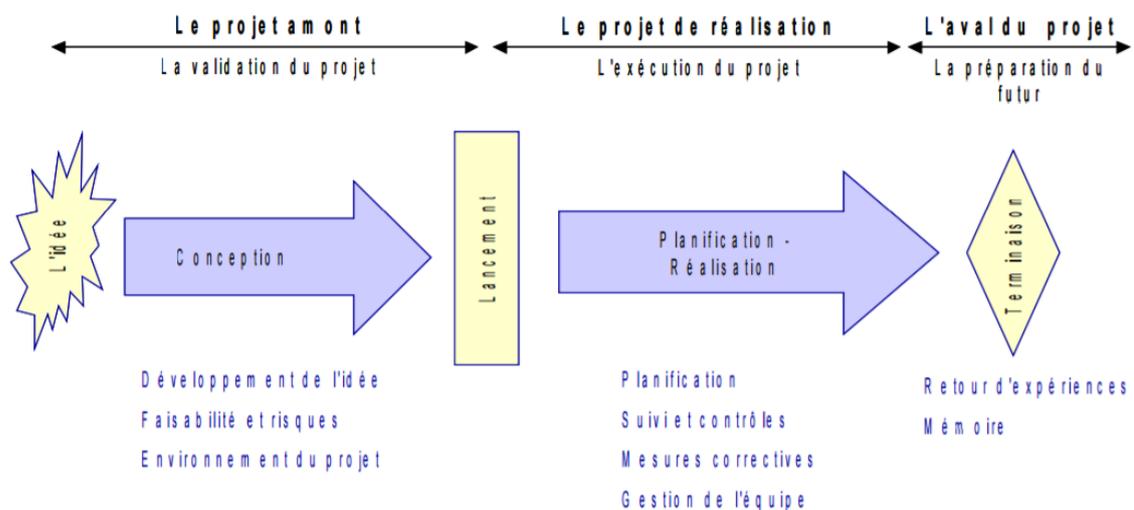


Figure 1.4. Les Phases de gestion de projet (Gestion de projet, n.d.)

3.4.1. Conception :

Chaque projet doit commencer par l'étude de faisabilité de l'idée (des études de détaillées pour évaluer l'ensemble des coûts. Au lieu d'estimer à la baisse, il vaut toujours mieux estimer à la hausse, pour savoir si le projet est toujours rentable selon le pire scénario) puis l'identification des objectifs. Il faut penser aux contraintes qui pourraient menacer son bon déroulement, notamment celles liées au marché, à la technologie, aux ressources humaines, au budget et aux délais.

3.4.2. Planification :

Lorsque vous savez que le projet est faisable et qu'il sera utile pour l'entreprise, vous pouvez passer à la planification de toutes les activités et déterminer l'échéancier. À cette étape, il faut décrire en détail les activités, en suivant l'ordre chronologique. Qui fera quoi? Possédez-vous à l'interne toutes les compétences nécessaires?

Ainsi qu'il est nécessaire de divisez les grands projets en petites étapes. Cela permet de mieux naviguer dans la complexité et d'éviter de revenir en arrière parce que nous avons

oublié une activité préalable. C'est également un excellent facteur de motivation pour les employés, qui voient les progrès accomplis.

3.4.3. Réalisation :

Ensuite, il faut exécuter le plan. Des réunions hebdomadaires ou trimestrielles, selon la complexité du projet, vous aideront à faire le point sur les progrès et à éviter les retards.

3.4.4. Terminaison :

On dit souvent que c'est au cours des derniers dix pour cent du projet qu'on perd l'élan. Les gens ont l'impression d'avoir tout terminé et ils oublient les derniers détails dont la réalisation exige beaucoup de temps.

Donc il faut réunissez l'équipe de projet pour évaluer les bons et les mauvais coups, afin d'éviter le négatif à l'avenir.

3.5. Les Logiciels de gestion de projets :

De nombreux logiciels de gestion de projet existent sur le marché, permettant de planifier et d'optimiser la gestion d'un projet : PMW (Project Management Workbench), GPM (Galaxys Project Management), MSP (Microsoft Project) ou son alternative Open Source Gantt Project, Open Workbench et bien d'autres...

4. La différence entre le management des projets et la Gestion des projets :

La différence entre les deux termes (gestion et management de projets) peut être résumée dans le fait que la gestion d'un projet concerne l'ensemble des aspects de contexte ou on peut répondre aux questions suivantes : Quel objectif ? Quels moyens ? Quelles ressources ? Quelles risques et contraintes ? Alors que le management du projet s'attache à la mise en œuvre concrète du projet et à la fonction de son pilotage.

Après avoir déduire cette différence entre les deux termes, nous pouvons dire que le management des projets incluse en lui la gestion du projet et non pas le contraire.

4.1. Avant le lancement du projet:

La gestion de projet consiste à :

- Mettre en place des processus de suivi et de collaboration,
- Mettre en place les équipes,
- Organiser le plan de travail.

- Le management de projet consiste à :

Formaliser les objectifs du projet,

- Mettre en place l'organisation nécessaire pour atteindre l'objectif et les résultats intermédiaires. Il s'agit de:

- Découper le projet en chantier/lots,
- Découper les réalisations en phases,
- Définir les instances qui vont permettre de piloter et d'animer le projet.

4.2. Après le lancement du projet :

- La gestion de projet consiste à :
 - Coordonner les travaux,
 - Assurer le suivi de projet.
- Le management de projet consiste à :
 - Mesurer l'avancée réelle du projet,
 - Analyser les écarts par rapport au plan,
 - Étudier des scénarios,
 - Anticiper les risques qui menacent le projet,
 - Prendre des décisions ;

4.3. Les acteurs impliqués :

- La gestion de projet:
 - Les chefs des projets ;
 - Les chefs de chantier ;
 - Les acteurs projet.
- Le management de projet:
 - La direction de projet et le comité de pilotage,
 - La cellule de pilotage ou PMO (project Management Office),
 - les chefs de projets, chefs de chantier...
 - Les acteurs projet.

4.4. Conclusion :

Pour conclure, la gestion de projet et le management de projet sont parfaitement complémentaires dans le temps et dans l'action. L'un ne doit pas être sacrifié pour l'autre, ou la gestion du projet s'occupe de la gestion opérationnelle du projet, alors que le management de projets assume le pilotage stratégique de celui-ci. De ce fait Nous pouvons dire que dans ce travail nous allons travailler avec des méthodes de management de projets ou nous allons nous intéresser au pilotage stratégique et financier de l'un des projets de l'entreprise STARR.

5. Le Risque – une vue globale :

Le risque est défini comme :

« l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs »

«Un effet est un écart, positif et/ou négatif, par rapport à une attente. » (ISO:31000, 2009)

Parmi cet ensemble de définitions, le Guide 73 de ISO/IEC peut être considéré comme une référence couramment utilisée. Selon lui : « Risk can be defined as the combination of the probability of an event and its consequences. ». (ISO:73, 2002)

D'une manière générale, le risque peut alors être défini comme étant « la possibilité que se produise un événement, généralement défavorable ayant des conséquences sur le coût ou le délai d'une opération et qui se traduit mathématiquement par un degré de dispersion des valeurs possibles autour de la valeur probable quantifiant l'événement et une probabilité pour que la valeur finale reste dans les limites acceptables » (AFNOR 1992).

5.1. Le concept

Pour avoir une vision quantitative sur le risque, nous pouvons le caractériser très fréquemment par la formule suivante : criticité (risque) = probabilité x impact. Une matrice de risque à deux dimensions : probabilité du risque et son impacte (voir figure : 1.5) peut représenter les risques liés à un projet. Il est alors possible de mener une analyse comparative multirisque dans un même plan.

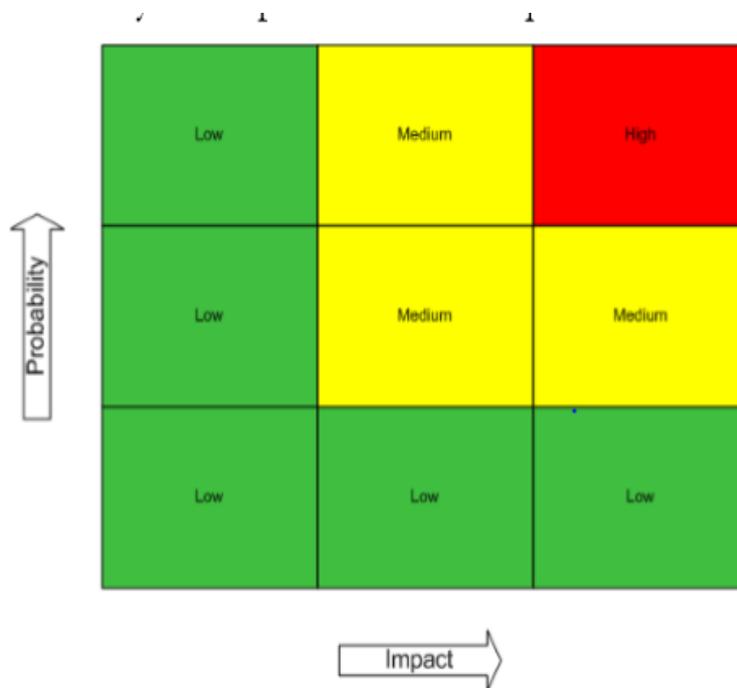


Figure 1.5. Matrice probabilité-impact (NGUYEN, 8 septembre 2011)

Les zones déterminées dans la matrice de risque peuvent nous aider non seulement à hiérarchiser les risques, mais aussi à choisir des stratégies de management telles que, par exemple :

- Eviter : pour les risques situés dans la zone rouge,
- Réduire ou Transférer : pour les risques situés dans la zone jaune,
- Accepter : pour les risques situés dans la zone verte.

5.2. Les paramètres des risques projets :

Les risques projet peuvent être caractérisés par différents paramètres (Baki, 2003):

5.2.1. La nature : elle se définit selon huit modalités d'ordre technique, financier, humain, organisationnel, managérial, juridique, réglementaire et commercial.

5.2.2. L'origine : les risques peuvent provenir du client, du produit, des fournisseurs ou des sous-traitants, des pouvoirs publics ou des instances juridiques et réglementaires...

5.2.3. La contrôlabilité : elle permet de déterminer les modes d'action possibles (choix des assurances ou de transfert de risques).

5.2.4. La détectabilité : certains risques sont détectables, d'autres ne le sont pas. La détectabilité dépend entre autres de la complexité du projet et de la connaissance du projet par l'équipe en charge de l'étude des risques.

5.3. Management des risques :

Chaque projet comporte des risques qu'il est sage d'anticiper et d'évaluer. Le management efficace d'un projet passe donc aussi par le management des risques du projet, c'est-à-dire des facteurs qui peuvent retarder ou entraver le projet : manque de ressources humaines adaptées à la nature du projet, absentéisme ou congé maladie d'une personne difficile à remplacer, manque de financement, etc

Le bon déroulement d'un projet doit être assuré et optimisé afin que le produit qui en résulte soit conforme au besoin exprimé en performances spécifiées dans le respect des coûts et délais contractuels. Sur le principe, le management d'entreprise et le management de projet ont beaucoup d'analogies à la différence près que le projet a une fin programmée et contractuelle, ce qui n'est généralement pas le cas pour l'entreprise. Il est alors essentiel que le risque – initial ou résiduel – soit pris en compte dans les décisions du manager. (Vallée., 2010)

L'objectif essentiel du management des risques est donc de d'assurer de connaître les risques que nous allons rencontrer et de les maîtriser pour atteindre une conformité égale à 100% et un zéro défaut dans les processus opérationnels.

5.3.1. Les approches de management de risque :

De même qu'il existe une variété de définitions de la notion de risques, il existe également de nombreuses approches et méthodes pour gérer les risques (Tixier et al. 2002), (D. Gourc 2006), (Grimaldi et Rafele 2008), (Sienou 2009)...

Les méthodes et les outils se complètent les uns les autres pour gérer les risques dans les cas différents. Par exemple, si l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) et l'APR (Analyse Préliminaire des Risques), sont très efficaces pour hiérarchiser les risques, mais ce ne sont pas les outils idéaux pour rechercher les causes d'une défaillance avérée ou potentielle. L'outil le plus classique, spécifiquement conçu pour la recherche de causes, est le diagramme causes-effets aussi appelé diagramme d'ISHIKAWA. Il permet d'organiser le brainstorming d'un groupe de travail pour rechercher l'ensemble des causes d'un événement donné (Ozouf 2009). Pour rechercher les causes de manière exhaustive, l'outil le plus approprié est l'Arbre de Défaillances (AdD). C'est un outil qui permet d'analyser la combinatoire des causes qui amènent à un événement redouté par une série de ET et de OU.

Les méthodes/outils se distinguent selon que les approches sont qualitatives/quantitatives ou encore déterministes/stochastiques...

5.3.1.1. Les approches «quantitatives» :

Qui reposent essentiellement sur le recueil de données quantitatives, c'est-à-dire de mesures (comme les valeurs minimales, probables et maximales du montant des coûts ou de la durée des tâches d'un projet).

5.3.1.2. Les approches qualitatives :

Qui reposent sur *un* recueil de données exclusivement qualitatives, c'est-à-dire d'items qualitatifs (comme les sources de risque ou les critères de succès d'un projet), de réponses à des questions dichotomiques («le projet est-il risqué ou non ?») Ou de jugements portés à partir d'une échelle graduée (comme l'évaluation du niveau de gravité des conséquences d'un risque identifié).

5.4. Processus global de management des risques :

L'analyse et l'évaluation des risques font partie du processus global de management des risques qui apparaît à la figure plus bas, tirée de la norme ISO 31000 :2009

La démarche d'appréciation des risques est composée de trois parties à exécuter de manière itérative:

1. L'identification des risques;
2. L'analyse des risques;
3. L'évaluation des risques.

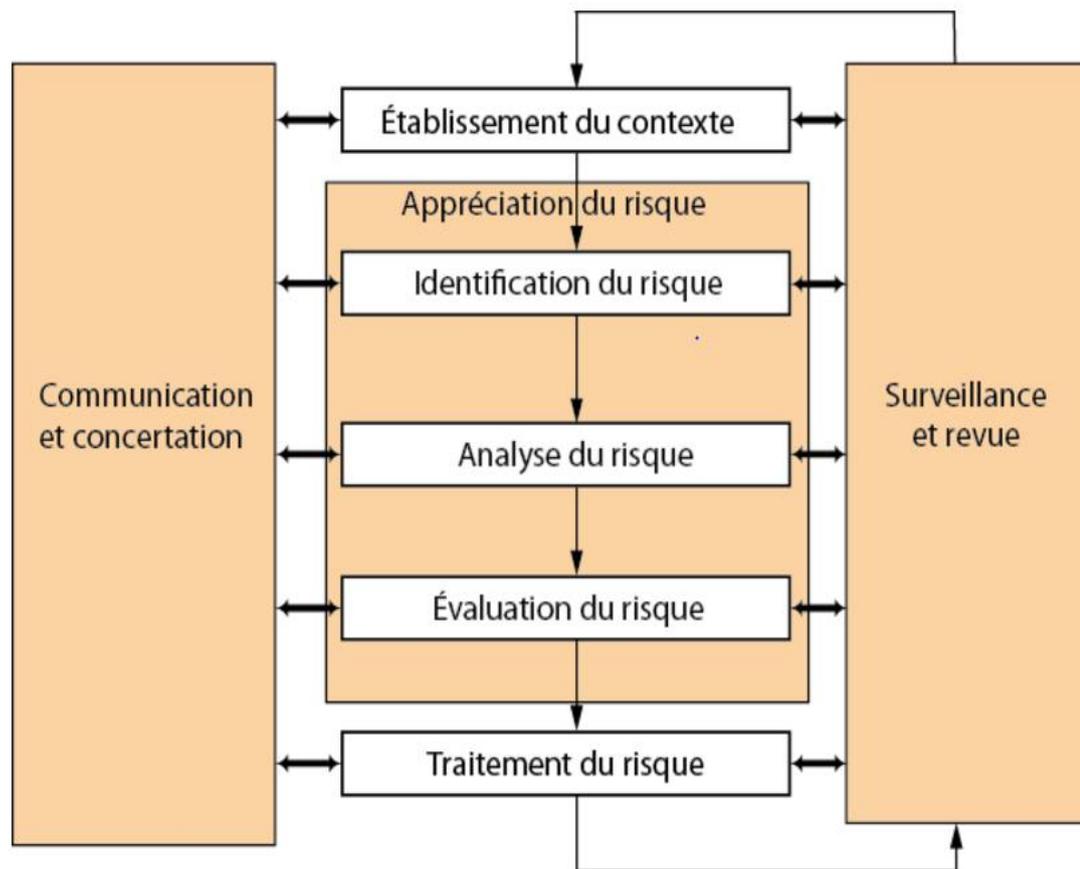


Figure 1.6. Processus de management des risques selon (ISO 31000 2009) (Guide de pratique professionnelle, 2016)

6. La planification de projet :

6.1. Définition de planification :

Pendant la deuxième guerre mondiale et plus précisément lorsqu'il planifiait l'opération Overlord C3 (invasion de la Normandie et du Nord-Ouest de l'Europe), le général Dwight Eisenhower a dit : « Les plans ne sont rien. La planification est tout ».

Un projet n'est pas une simple idée jetée en l'air, mais suppose d'être décrit et planifié. Donc La planification du projet c'est l'étape la plus importante dans le cycle de vie du projet. Elle consiste à déterminer et à ordonnancer les tâches du projet, à estimer leurs charges et à déterminer les profils nécessaires à leur réalisation.

On peut définir la planification comme une organisation dans le temps de la réalisation d'objectifs dans un domaine ; avec des objectifs ; avec des moyens ; et sur une durée (et des étapes) précise(s).

Souvent ébauchée par une liste des choses à faire, elle se concrétise ensuite par un plan répondant de façon détaillée et concrète aux principaux aspects opérationnels du type QQQCCP : qui, quoi, où, quand, comment, combien.

Alors on peut dire qu'une planification associée à un projet : Outre la dimension principale qui est le périmètre des objectifs du projet (Quoi), la planification prend forme selon ses autres dimensions que sont les ressources (Qui), les domaines touchés par le projet, voire les lieux (Où) , programmation dans le temps (Quand), la manière et le chemin (Comment) et les obstacles possibles (Risques), le budget (Combien), et les motifs et les objectifs (Pourquoi).

6.2. Les étapes de la planification :

On distingue traditionnellement cinq étapes dans la mise en œuvre de la Procédure de planification :

6.2.1. La première étape :

Conduit à faire le diagnostic de l'entreprise. Le but est d'analyser les menaces et les opportunités de l'environnement, et de déterminer les forces et les faiblesses de l'entreprise. Des objectifs généraux peuvent alors être fixés.

6.2.2. La deuxième étape :

Est celle qui va permettre de choisir la stratégie à Retenir. Elle suppose la détermination et l'évaluation des diverses stratégies possibles.

Une fois la stratégie définie, le plan opérationnel peut être mis en œuvre. Il faut alors évaluer les besoins, coordonner les actions à mener, et faire le chiffrage des résultats prévisionnels.

6.3. Les méthodes de planification de délai de projet sous incertitude :

En général, le but des méthodes de planification de projet est de :

- Présenter concrètement les objets planifiés (tâches, activités, choix, intervalles...), ainsi que les orientations possibles aux différents points de décision, les contraintes de précedence, ...
- Calculer/optimiser les paramètres de durée et coût.

Les méthodes de planification de projets sont très multiformes : à l'une des extrémités il existe des outils très concrets de représentation comme le diagramme de GANTT. Cependant, celui-ci n'intègre pas de méthode de calcul. A l'autre extrémité, on retrouve des outils faits pour calculer/optimiser comme ceux proposés par ILOG. Entre ces deux extrêmes, on trouve différents outils tels que:

- Les réseaux d'activités déterministes : PERT, CPM, GANTT, MPM, PDM...
- Les réseaux d'activités généralisés : GAN, GERT, Q-GERT, CAAN, GAAN...

La Figure suivante permet de donner une synthèse des utilisations des méthodes de planification de projet :

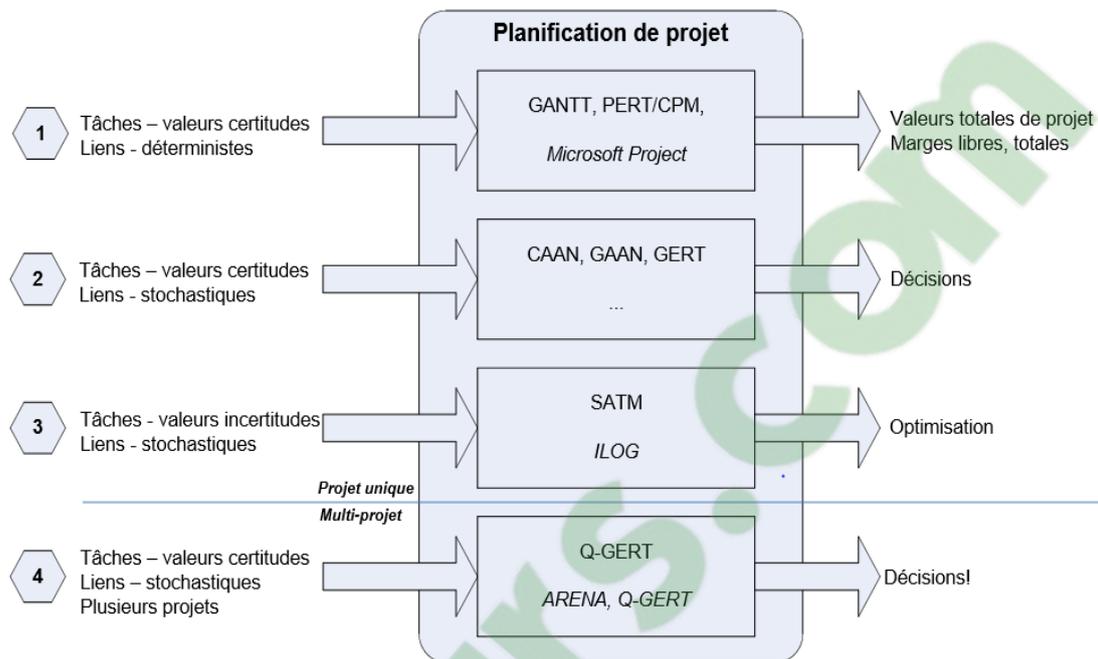


Figure 1.7. Méthodes de planification de projet (NGUYEN, 8 septembre 2011)

6.4. Les avantages:

On note que la planification oblige les dirigeants et le personnel à une réflexion stratégique. En d'autres termes, elle permet de saisir les opportunités du marché et d'anticiper les difficultés futures. De même, la planification permet de rechercher la meilleure utilisation des facteurs de production. En ce sens, elle permet la recherche de l'efficacité, c'est-à-dire l'aptitude à tirer au mieux parti des ressources utilisées. En outre, la planification favorise la communication dans l'entreprise (prise de conscience des phénomènes sociaux, sensibilité des différents acteurs, compréhension des différents points de vue du personnel et de la direction). Enfin, la planification permet d'améliorer le contrôle et la maîtrise de l'entreprise (le contrôle de Gestion s'avère utile pour constater les écarts entre prévision et réalisation).

6.5. Les limites:

Au titre des limites, on note la difficulté d'anticiper le futur. Comme le souligne Terry Franklin, «Si la situation... change fortement par rapport aux hypothèses du planificateur, il se peut que le plan perde beaucoup de valeur». De même, l'excès de formalisme, dans la mise en place et la mise en œuvre des plans, peut entraîner des rigidités et des coûts importants pour l'entreprise. Enfin, la planification ne doit pas s'opposer à la nécessaire flexibilité des entreprises contemporaines. Ainsi pour être performante, la planification doit être un facteur de changement auquel adhère tout le personnel.

7. L'Optimisation :

L'optimisation est l'ensemble des actions ou activités pour rendre le plus performant possible les résultats et leurs effets et impacts dans des délais et avec des ressources limités. Il intègre des outils et normes de planification stratégique et opérationnelle, de budgétisation, de contrôle de l'assurance qualité, de management des risques d'une part et, rassemble des indicateurs de suivi et d'évaluation d'autre part.

7.1. Définition de « optimisation » :

Optimiser selon l'encyclopédie « Encarta 2007 » est :

-Réguler (quelque chose) dans le but d'obtenir la plus grande efficacité possible
Synonyme: rationaliser

Exemple : optimiser les ressources humaines

-Porter à son maximum

Synonyme: Maximaliser maximiser

Exemple : optimiser la capacité de production. En somme, optimiser signifie mener les actions ou activités de façon cohérente dans le but d'obtenir des résultats de qualité, de grande efficacité en tirant le maximum des ressources et moyens très limités dans un délai réduit.

L'optimisation l'ensemble des techniques permettant de chercher les minimums ou les maximums de fonctions interviennent dans pratiquement tous les processus de modélisation actuels. Qu'il s'agisse de problèmes directs (ajustement de données, contrôle optimal, résolution de systèmes linéaires par moindres carres, etc..) ou inverses (identification de paramètres, contrôle de frontières libres etc..), il est rare qu'un problème d'optimisation plus ou moins complexe n'intervienne pas à un stade donnée de la modélisation et/ou de la simulation.

7.2. Les objectifs :

En quoi consiste l'optimisation des projets ?

Pour toute entreprise, il apparaît nécessaire de disposer d'une stratégie claire, d'objectifs et de processus clairement définis. En optimisant les processus, l'objectif est d'améliorer en continu les résultats de l'entreprise. Pour cela, il s'agira :

- D'optimiser les processus en terme de coût, délai, qualité
- De responsabiliser les acteurs à chaque niveau
- D'utiliser de manière optimale les ressources et compétences disponibles
- De renforcer le contrôle interne par la mise en place de contrôles intermédiaires et globaux

L'impact est ressenti à la fois sur les résultats financiers et sur la valorisation du capital humain puisque tous les collaborateurs doivent être impliqués dans la démarche d'optimisation des processus et d'efficacité opérationnelle et en sont les moteurs.

Après avoir vue en quoi consiste l'optimisation, il est évident que dans notre travail elle va intervenir dans l'une de ses parties. Comme notre projet consiste à appliquer des méthodes scientifiques sur des projets réels de l'entreprise STARR, il est très essentiel que ces méthodes apportent des plus pour ces projet et pour l'entreprise en terme d'optimisation de ses ressources (humaines, financières, matérielles...) et de même d'optimiser les délais de planification, de préparation et de réalisation des projets.

Nous allons donc apporter à l'entreprise et à ses projets une certaine optimisation qui sera sûrement bénéfique par l'application de la méthodes PERT probabiliste sur l'un des projets de cette dernière qui pourras être généralisée et appliquée sur les autres projets de l'entreprise dans l'avenir.

8. Les systèmes stochastiques :

8.1. Introduction aux systèmes stochastiques :

Les systèmes stochastiques (ou aléatoires) permettent de modéliser des systèmes dont le comportement n'est que partiellement prévisible. La théorie est fondée sur le calcul des probabilités et les statistiques. Les domaines d'application sont très divers: de nombreuses questions en télécommunications, la modélisation et la gestion du trafic dans les réseaux de transport et les systèmes électriques, la commande adaptative, le traitement du signal et le filtrage, La température quotidienne, et plus généralement la gestion des systèmes techniques complexes soumis à des perturbations aléatoires.

8.2. Définition des systèmes stochastiques :

Un Système stochastique ou processus aléatoire représente une évolution, discrète ou à temps continu, d'une variable aléatoire. (Processus STochastique, 2017).

Système stochastiques sont l'opposite des Système déterministes. Les estimations de temps incluent l'hypothèse de l'incertitude dans leur valeur. Dans ce cas, Les estimations de temps (optimiste, pessimiste, et plus probable) sont en réalité des estimations des paramètres d'une distribution statistique. Dans de nombreuses situations, (par exemple, des projets de type R & D) l'incertitude des activités est assez grand qu'il est souhaitable d'inclure cette incertitude d'une certaine façon. Cela conduit à l'utilisation des Systèmes stochastiques.

Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre quelques termes qui explicitent les bonnes pratiques en matière de management de projet.

Nous avons aussi donné des définitions de différentes notions théoriques et pratiques que nous allons voir ultérieurement dans la partie pratique de ce travail.

Au début, nous avons expliqué en générale la notion du projet, ou nous avons données différentes définitions de différentes sources de ce terme et nous avons vu les étapes ou les phases de la réalisation d'un projet.

Ensuite, nous avons parlé sur le management des projets et la gestion des projets et leurs objectifs et avantages. Puis, nous avons fait une comparaison entre les deux termes ou nous avons déduit la différence et la relation entre eux.

Dans la troisième partie de ce chapitre, nous avons mis le point sur le risque et son management et le bénéfice qu'il offre au management global du projet et ces avantages.

La planification des projets compte à elle, a eu une partie importante dans ce chapitre vue l'importance qu'elle a à l'égard de la réussite et de l'optimisation des ressources du projet.

La quatrième partie de ce chapitre s'intéressée à l'aspect mathématique de notre projet, ou nous avons fait une entrée théorique à l'optimisation en générale et à l'optimisation des projets en particulier, puis nous avons entamé des généralités sur les systèmes stochastiques que notre projet et tous les projets de l'entreprise STARR sont de ce genre de système.

Dans le prochain chapitre nous allons détailler la méthode PERT probabiliste, sa définition, ses étapes et la manière dont elle s'applique sur un projet pour le planifier et l'optimiser.

CHAPITRE II :

La méthode Pert probabiliste

CHAPITRE II :

La méthode Pert probabiliste :

Introduction :

Donner la vie à un projet et, rendre son idée réelle et de satisfaire les parties prenantes dans ce projet nécessite une planification sérieuse, exacte et qui prend en considération tous les facteurs influant sur le projet. Il faut donc prévoir l'ordonnancement des opérations sur le plan des délais et de l'utilisation des ressources, mais aussi il convient dans un premier temps de mesurer le « poids » du projet en terme de charge et donc de durée ; dans un second temps, il s'agit d'optimiser la succession des tâches et aboutir ainsi à un calendrier des opérations.

Ensuite, dans le cadre du développement du projet, il faut contrôler et suivre régulièrement la réalisation du projet et de même, apporter éventuellement des modifications au calendrier ce qui représente l'une des parties stochastiques du projet.

Donc l'objectif principale de ce chapitre est d'introduire la méthode PERT Probabiliste en mettant l'accent sur des notions théoriques fondamentales et en les illustrant en donnant des exemples réels rencontrés par les ingénieurs dans des projets.

1. L'état de l'art:

Dans cette partie de travail nous allons présenter les différentes méthodes de la gestion des projets :

1.1. La méthode CAAN :

Le modèle CAAN est un graphe acyclique permettant d'intégrer des branchements stochastiques et/ou déterministes (Golenko-Ginzburg, 1998). Chaque nœud ne peut être l'émetteur que d'un seul type de branchement. Cependant, pour certains nœuds les deux types de branchements peuvent être envisagés en même temps. La prise de décision doit être entreprise à chaque nœud déterministe de branchement.

1.2. La méthode SATM :

Le modèle de SATM (Golenko-Ginzburg, 1988), représente toutes les tâches par des nœuds simples, comme dans la méthode des antécédents, avec des informations s'y rattachant (caractère aléatoire, loi de distribution, les conditions d'antériorité avec les marges associées, la durée, l'état d'avancement, etc.). D'après les auteurs, ce modèle possède les pouvoirs de représentation de GAAN pour ce qui est la logique et de pouvoirs étendus par des artifices au niveau des paramètres des tâches, comme par exemple la prise en compte des incertitudes d'estimation.

1.3. La Méthode GERT :

La méthode GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) permet de représenter les réseaux des processus d'affaires (Pritsker, 1966). Depuis l'introduction de la méthode GERT, beaucoup d'articles ont été publiés pour montrer son application dans différents domaines de l'ingénierie, du management et de l'étude de système (Barjis, 2000).

En ce qui suit nous montrons quelques travaux qui ont utilisé cette méthode :

- ✓ D.Pritsker, A. A. B. en 1966 dans l'article de recherche scientifique "GERT: Graphical Evaluation and Review Technique" dans le journal « Journal of Industrial Engineering»
Cet article a été ce forme d'une explication bien détaillée de la méthode GERT, et il a été sponsorisé par la NASA (national aeronautic and space administration) et la RAND.
- ✓ D.Kenzo Kurihara et D.Nobuyuki Nishiuchi dans l'article "Efficient Monte Carlo Simulation methode of GERT-type network for project management" dans le département «Industrial engineering and management, Kanagawa university, Japan»
Le but de cet article a été de proposer une nouvelle méthode pour estimer les caractéristiques d'un réseau du projet tel 'que la durée du projet, le cout du projetetc.
L'estimation est faite rapidement par l'analyse des résultats de la simulation Monte Carlo en se basent sur la théorie de probabilité.

- ✓ Anderson, Paul F., et Bernard W. Taylor, en 1977 dans l'article de recherche scientifique "Marketing/Quality Control Interface: The GERT Approach," dans le journal «Industrial Marketing Management»
- ✓ Bellas, Carl Jr., et A. C. Samli, dans l'article de recherche scientifique "Improving New Project Planning with GERT Simulation, dans le journal « California Management Review»

1.4. La Méthode Q-GERT :

La technique de modélisation Q-GERT est une extension de la procédure de modélisation de réseau de GERT et, en tant que tels, contient la plupart des capacités et des caractéristiques de GERT comprenant s'embrancher probabiliste, boucle réseau, nœuds multiples de puits, réalisations des nœuds multiples et distributions de probabilités multiples.

Q-GERT dérive son nom des nœuds spéciaux de file d'attente qu'il a disponible pour modéliser les situations dans lesquelles les files d'attente s'accumulent avant des activités de service cependant, Q-GERT contient des autres caractéristiques uniques et innovantes pour manipuler les situations spécifiques et complexes de réseau qui sont particulièrement applicables pour modéliser des arrangements de planification de R&D.

L'une des applications de cette méthode est celle qui a été faite par :

- ✓ Moore, Laurence J., et Bernard W. Taylor dans l'article de recherche scientifique "Multiteam, Multiproject Research and Development Planning with GERT," dans le journal " Management Science" en 1980 ou ils l'ont appliqué sur une simulation d'un projet de recherche et développement avec une équipe et deux équipes pour faire une comparaison entre les deux cas.
- ✓ D. Pritsker, A. A. B., dans l'article de recherche scientifique "Modeling and Analysis Using Q-GERT Networks" en 1977.

1.5. La Méthode CPM :

En 1957 l'entreprise DuPont de Nemours (USA) a développé un outil de planification similaire pour des projets de construction appelé "CRITICAL PATH METHOD" (CPM) ou méthode du chemin critique. Cette méthode mathématique définit la meilleure durée du projet en proposant l'ordre des tâches correspondant un coût de réalisation minimal, dans des conditions de travail acceptables et avec un rendement normal.

Le plan de calendrier du projet est le plan principal inclus dans n'importe quel plan de gestion des projets. Le calendrier du projet est responsable de maîtriser le temps, le coût et la qualité du projet. Le calendrier du projet lie des ressources, des tâches et la ligne de temps ensemble. L'analyse de réseau de programme aide le chef de projet empêcher des risques indésirables impliqués dans le projet. La méthode du chemin critique (CPM) et la gestion des projets chaînes critique (CCPM) sont des éléments clés d'analyse de réseau de programme.

Pour comprendre le CPM il faut d'abord qu'on comprend la nature de la tâche. Selon PMBOK chaque tâche programmée peut être définie par les quatre paramètres suivants :

- Début au plus tôt (ES) : Le moment le plus tôt possible sur lequel une tâche peut commencer.
- Fin au plus tôt (EF) : Le moment le plus tôt possible sur lequel une tâche peut finir.
- 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.

Les dates de début et de fin au plus tôt sont calculées au moyen de passage vers l'avant, et les dates de début et de fin au plus tard sont calculées au moyen de passage vers l'arrière.

La méthode CPM est utile dans :

- La planification et contrôle de projet ;
- La différence de Temps-cout ;
- L'analyse couts-avantages ;
- La planification d'urgence ;
- La réduction du risque.

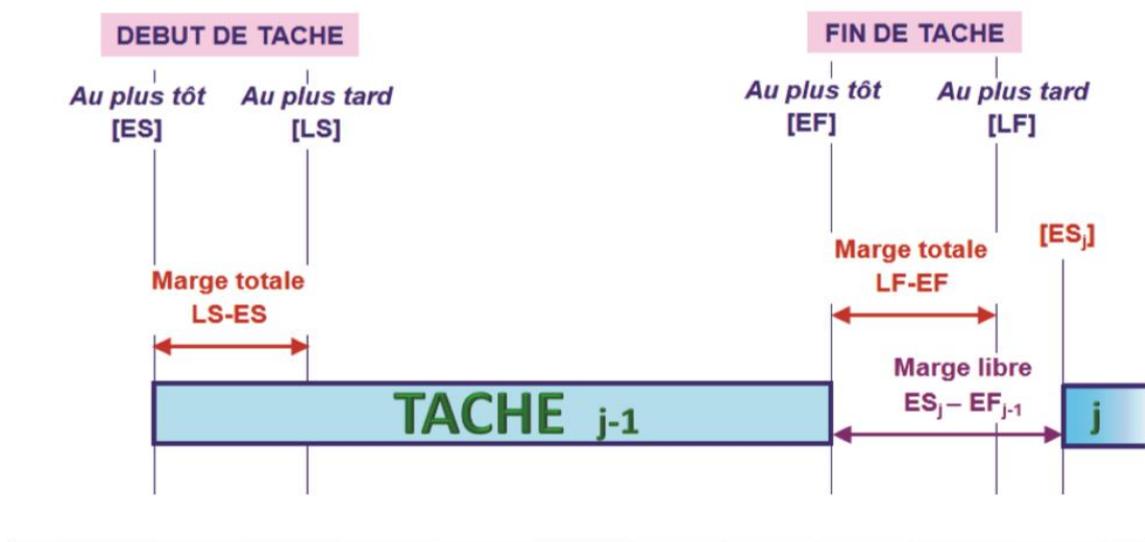


Figure2.1. Marge totale, marge libre

Marge totale, correspond la durée dont une tâche peut être prolongée ou retardée sans augmenter la durée totale du projet. Quand cette marge s'annule la tâche devient critique.

Marge totale = LF - EF ou LS - ES

Marge libre, correspond la durée dont une tâche peut être prolongée ou retardée sans déplacer aucune tâche du projet. C'est la réserve de sécurité attachée la tâche.

Marge libre de $j-1 = ES_j - EF_{j-1}$

Chemin critique

- C'est le chemin décrivant la plus longue succession de tâches permettant de satisfaire toutes les conditions de réalisation de toutes les tâches pour atteindre l'objectif final au plus tôt.
- Le chemin critique est le trajet joignant les tâches sans marges, c'est-à-dire pour lesquelles la date au plus tôt = la date au plus tard.

2. La méthode PERT :

2.1. Introduction :

PERT a été développé vers la fin des années 50 depuis, il a été parmi les plus largement appliqués. La méthode PERT (Program Evaluation and Review Technique – technique d'ordonnancement et de contrôle des programmes) a été mise au point par la marine américaine qui devait conduire à la réalisation des missiles à ogive nucléaire Polaris. Cette technique a permis de coordonner les travaux de près de 6000 constructeurs, 250 fournisseurs et 9000 sous-traitants dans un délai de réalisation de 7 ans. L'utilisation de la méthode PERT a permis de ramener la durée globale du projet de 7 à 4 ans.

PERT considère que les durées des activités sont des variables aléatoires et qu'en conséquence leur estimation se fait de façon probabiliste (CHAN, 1997), l'un des avantages majeurs du PERT est de prendre en compte l'incertitude et le risque qui entourent les durées respectives du projet (et donc le temps de réalisation du projet) et de calculer la probabilité de compléter le projet à temps (J.IZUCHUKWU, 1990).

Évidemment PERT est employé dans la gestion des délais et des échéanciers des projets de R&D ou de tout autre projet complexe ou de grande taille où les durées des activités sont sujettes à une forte variabilité et donc à un degré élevé d'incertitude sur leur temps de réalisation.

2.2. Définition :

La méthode PERT utilise une représentation en graphe pour déterminer la durée minimum d'un projet connaissant la durée de chaque tâche et les contraintes d'enchaînement. Elle est complétée par l'établissement du diagramme de Gantt que l'on étudiera plus loin.

Selon (HIL, 2004) PERT est un outil puissant dans le kit des directeurs ou chefs de projets pour la planification, coordonnant et intégrant les grands projets multidimensionnels.

2.3. Le principe de la méthode PERT :

Le graphe PERT présente une image claire des activités du projet et de leurs corrélations. Quand les durées sont imposées dans le réseau, les problèmes d'accomplissement des objectifs de l'ordonnancement deviennent évidents. Le chef de projet peut contrôler les tâches critiques et étudier l'effet du programme sur les charges de travail.

Donc le principe de la méthode est de Réduire la durée totale d'un projet par une analyse détaillée des tâches ou activités élémentaires et de leur enchaînement. On étudie les délais sans prendre en compte les charges.

2.4. Notions de base :

La méthode s'appuie en grande partie sur une représentation graphique qui permet de bâtir un « réseau PERT ». Un réseau PERT est constitué par des tâches et des étapes

Étape : commencement ou fin d'une tâche. Une étape n'a pas de durée. On symbolise une étape (ou « noeud ») sur le réseau par un cercle.

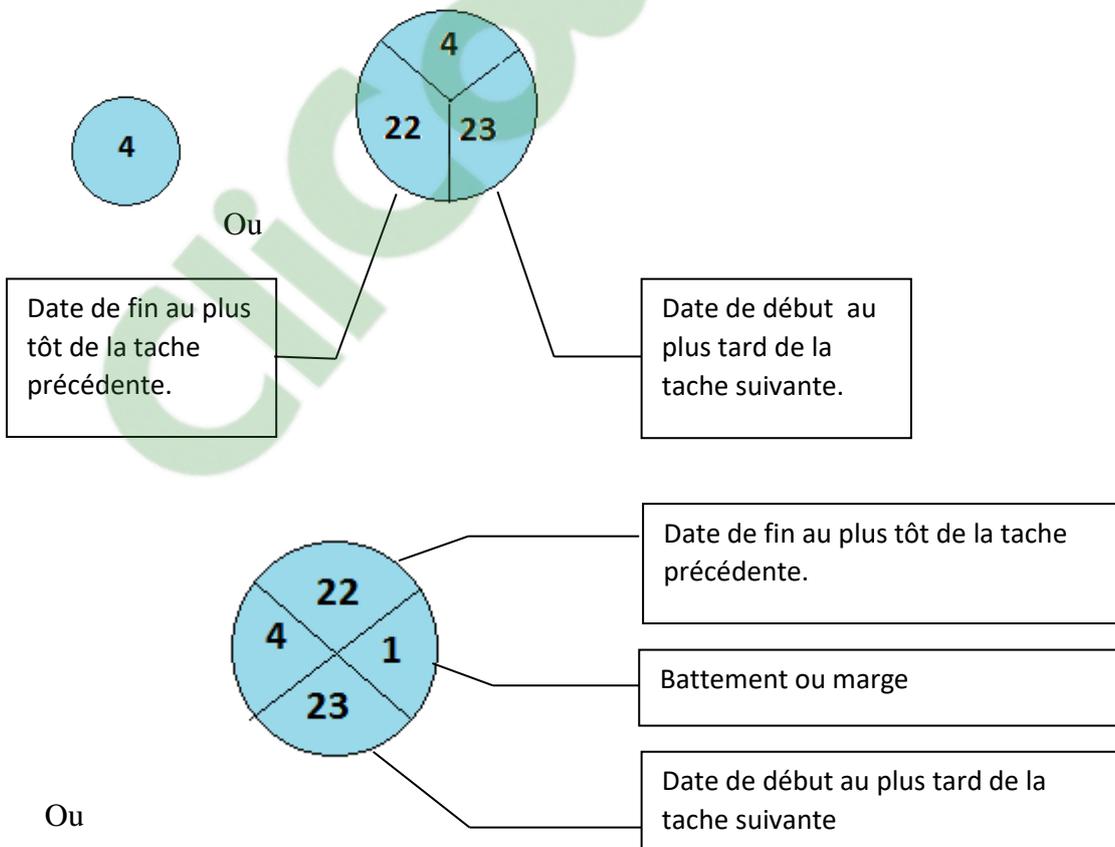


Tâche : déroulement dans le temps d'une opération. Contrairement à l'étape, la tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent. Elle est symbolisée par un vecteur (ou arc orienté, ou liaison orientée) sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche.



-Représentation des étapes : Les étapes ou « noeuds » peuvent être représentés de différentes façons selon les informations que l'on souhaite mettre en évidence.

Etape :



-Les liens entre les tâches peuvent être de natures diverses :

- ✚ Fin -> début (la tâche suivante ne peut commencer que si la tâche précédente est finie).
- ✚ Fin -> fin (la tâche suivante se termine quand la tâche précédente se termine).
- ✚ Début -> début (le début de la tâche précédente déclenche le début de la tâche suivante).
- ✚ Début -> fin (le début de la tâche précédente marque la fin de la tâche suivante).

-Quelques définitions à retenir :

a) Date de début au plus tôt (“Early Start Time”): La date de début au plus tôt d’une tâche A est la date minimum à laquelle peut commencer. C’est donc la date avant laquelle un événement ne peut se réaliser.

b) Date de début au plus tard (“Late Starting Time”): La date de début au plus tard d’une tâche A est la date limite de sa réalisation. Après quoi le projet sera retardé.

c) Date de fin au plus tôt (“Early Finish Time”) : La date de fin au plus tôt d’une tâche A est la date à laquelle A se termine en commençant à sa date de début au plus tôt.

d) Date de fin au plus tard (“Late Finish Time”): La date de fin au plus tard d’une tâche A est la date minimum des dates de fin au plus tard des tâches qui lui succèdent. Elle est la date à laquelle A se termine si elle commence à sa date de début au plus tard.

e) Intervalle de placement : L’intervalle de placement (ou de flottement) est la date de fin au plus tard de A diminuée de sa date de début au plus tôt. A ne peut être exécutée que dans cet intervalle qui sera symbolisé dans les figures par des crochets [].

f) Marge totale : La marge totale de A, est le délai qui peut être accordé à A pour son commencement sans qu’il y ait un retard dans la réalisation du projet.

g) Marge libre : La marge libre de A, est le délai accordé au commencement de A sans la modification des marges totales des tâches postérieures. Un retard supérieur à la marge libre se répercute sur les tâches suivantes en diminuant leurs marges libres.

h) Marge liée : La marge liée est la différence entre la marge totale et la marge libre. Elle caractérise le couplage entre l’ordonnancement d’une tâche et celui des tâches qu’elle précède.

i) Marge indépendante : La marge indépendante ou certaine d’une tâche est l’écart positif (s’il existe) qui sépare sa date de début au plus tôt de sa date de début au plus tard.

j) Date de marge libre : La date de marge libre d’une tâche A, est la date la plus tardive pour que A commence afin de ne pas diminuer les marges totales des tâches suivantes.

La figure au-dessus représente un exemple de regroupement des dates au plus tôt et au plus tard en un seul schéma :

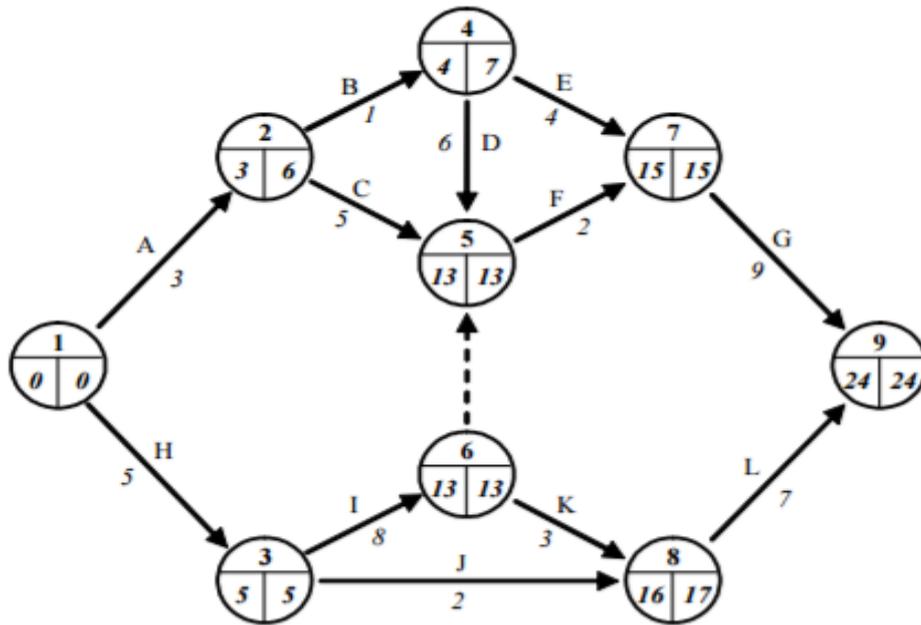
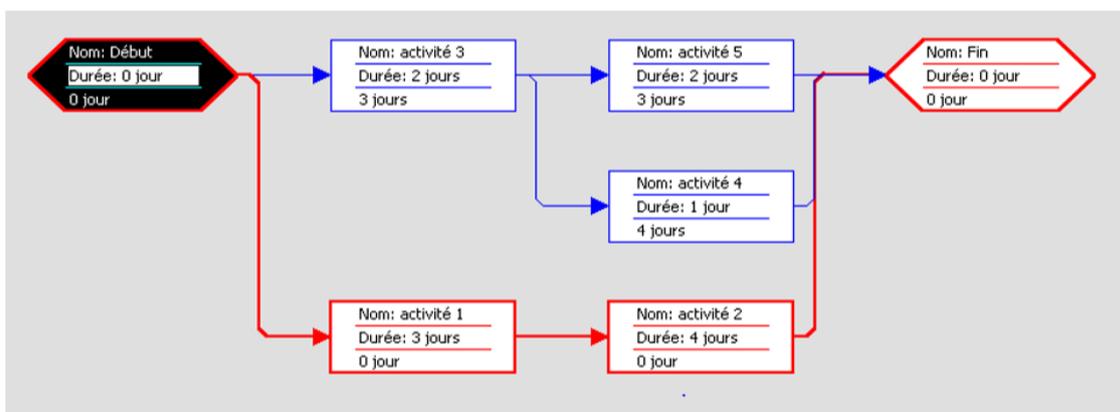


Figure 2.2. Réseau Pert avec les dates au plus tôt et au plus tard

2.5. Le chemin critique :

Le chemin critique est composé de tâches qui ont une marge totale égale à zéro, voire négative. Par conséquent, le retard des tâches du chemin critique impacte la date de fin du projet. Le chemin critique est souvent le chemin le plus long du projet, c'est-à-dire le chemin qui définit la durée globale du projet.

La figure suivante est un exemple d'un chemin critique :



durée des tâches => chemin critique
 ↳ tâches permettant de diminuer la durée du projet



Figure 2.3. Exemple d'un chemin critique

Toute modification sur la durée d'une de ces tâches critiques impacte d'autant plus la durée totale du projet.

Dans l'exemple suivant, le manager de projet connaît la succession des tâches et la durée optimiste, pessimiste et la plus probable (en jours) pour les activités suivantes :

Taches	Durée (jours)	Début+tôt	Début +tard	Fin +tôt	Fin +tard	Marge libre	Marge totale	Chemin critique
A	3	0	0	3	3	0	0	A
B	4	0	1	4	5	1	1	-
C	2	3	3	5	5	0	0	C
D	3	3	6	6	9	3	3	-
E	4	5	5	9	9	0	0	E
..								
..								

Tableau 2.1. Exemple de calcul d'un chemin critique

Résultats de l'étude :

La durée globale du projet (délai d'achèvement le plus court) = 9 jours. Le chemin critique est constitué des tâches : A, C, et E. Il faut vérifier que ces tâches se déroulent correctement et le cas échéant adopter des actions correctives afin de les fiabiliser

2.6. Diagramme de Gantt :

2.6.1. Définition :

Comme toutes les inventions, le nom de cet outil de planification des tâches vient du nom de son créateur, ici Henry Laurence GANTT (l'ingénieur américain, et l'assistant de Frederick TAYLOR) qui l'invente en 1917.

Le diagramme de GANTT est la technique et représentation graphique permettant de renseigner et situer dans le temps les phases, activités, tâches et ressources du projet, symbolisé par un repère orthonormé mêlant la liste des activités (en ordonnée) aux unités de temps (en abscisse), il permet de visualiser simplement toutes les tâches planifiées d'un projet et leurs échéances. Aussi, on retrouve pour chaque activité une durée représentée par un rectangle plus ou moins long en fonction du temps de travail qu'on lui aura au préalable attribué. A chacune de ses tâches peuvent être liés des ressources (moyens humains ou matériels), des connexions (une tâche par exemple, ne peut débuter que si la précédente est achevée), des dates (de commencement et de fin) ou encore un état d'avancement.

Simple d'utilisation, pratique à mettre à jour, et facilement compréhensible des experts comme des néophytes, le diagramme de Gantt est aujourd'hui utilisé par la grande majorité des chefs de projet, tous secteurs confondus.

La figure suivante représente un exemple d'un diagramme de GANTT :

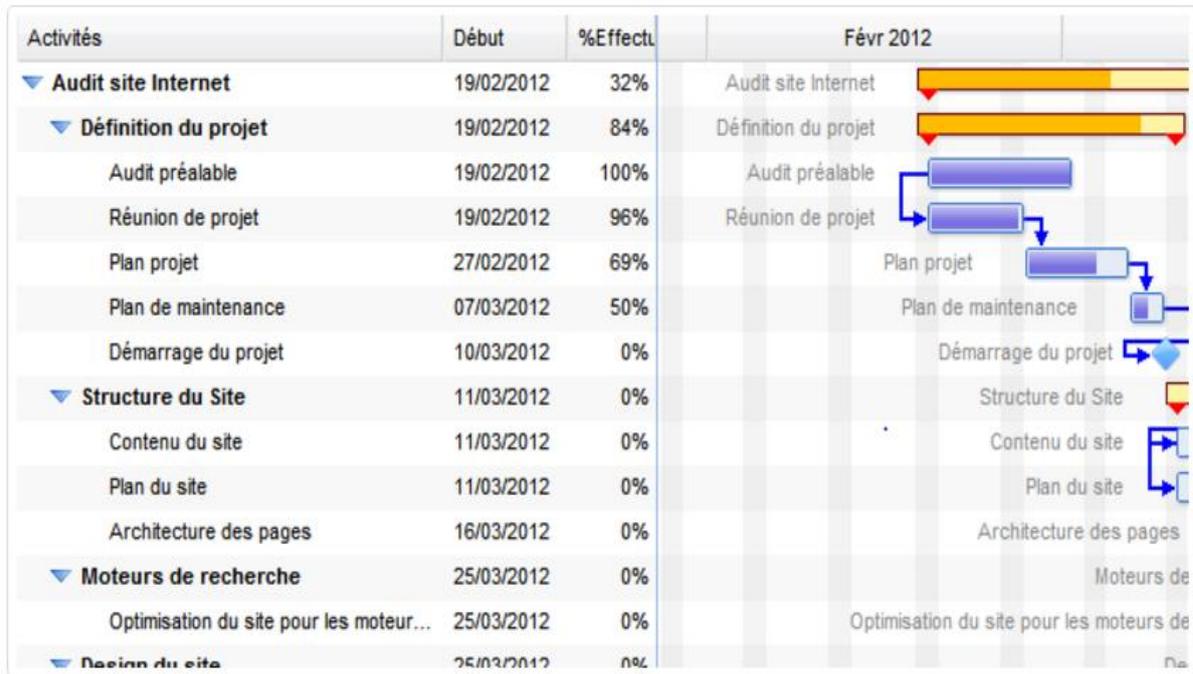


Figure 2.4. Exemple d'un Diagramme de Gantt (avec MS PROJECT)

2.6.2. Création d'un Diagramme de Gantt : (Diagramme-de-gantt, 2012)

A création d'un diagramme de Gantt passe par plusieurs étapes indispensables. Plusieurs logiciels de gestion de planning ou de projet sont disponibles sur les marchés.

1ère étape : Le listing des tâches

Lister toutes les tâches qui devront être accomplies pour qu'il soit mené à bien. A chacune de ses tâches peuvent être attribuées des sous-tâches, des actions liées, qui constitueront ensemble la tâche complète.

2ème étape : L'attribution des ressources et la gestion des charges

A chaque activité et sous-activité, une ou plusieurs ressources peuvent être affectées. Le plus souvent, les logiciels de gestion de diagramme de Gantt proposent une affectation sous forme de pourcentage.

3ème étape : La planification du champ d'action

Une fois toutes les tâches référencées, il faut les étaler dans le temps. Dater le début du projet, puis établissez un ordre d'exécution des tâches. Leur attribuer une date de début, une durée, une fin, est primordial pour repérer l'état d'avancement du projet et organiser son planning.

4ème étape : La création de connexions entre les tâches

Créer des liens entre les tâches afin de mieux visualiser ces connexions qui lieront le projet. Celles-ci seront matérialisées par des flèches entre chaque rectangle.

Dans le commencement d'une tâche, deux types de liaisons sont possibles :

Une tâche ne peut pas commencer si une antérieure n'est pas terminée

Une tâche ne peut pas commencer si une antérieure n'est pas commencée

A noter qu'une tâche peut avoir plusieurs tâches antérieures obligatoires. Dans ce cas, il faut que ces tâches soient toutes terminées pour entamer la suivante. Inversement, une tâche peut avoir plusieurs tâches postérieures. Dans ce cas, la fin de cette tâche conditionne le début des autres.

On retrouve cette logique dans la fin de tâche :

Une tâche ne peut pas se terminer si une antérieure n'est pas terminée

Une tâche ne peut pas se terminer si une antérieure n'est pas commencée

5ème étape : Insérer des jalons

Un jalon correspond à une étape, un moment clé du projet. Le jalon scinde le projet en plusieurs parties grâce à différentes échéances intermédiaires. Sur le graphique, il est représenté en général par un losange. A noter qu'il n'a pas de durée déterminée, contrairement aux tâches.

3. PERT probabiliste

3.1. L'introduction :

La méthode réseau discutée jusqu'à présent peut être qualifiée comme déterministe, depuis les temps d'activité estimés sont supposés être connus avec certitude. Toutefois, dans le projet de recherche ou de conception de boîte de vitesses ou d'une nouvelle machine, diverses activités sont fondées sur le jugement. Il est difficile d'obtenir une estimation fiable du temps en raison de la technologie à l'usage. Des valeurs heure sont susceptibles de changer variations. Pour les cas où les activités sont non déterministes dans la nature, PERT a été développé. Par conséquent, il existe une nouvelle version Pert probabiliste qui prend en compte les aléas sur les dates et les durées et qui repose sur l'estimation de trois durées pour déterminer les durées espérées de chaque activité et la durée totale espérée du projet ainsi que la variance de délai.

3.2. Définition :

PERT méthode probabiliste est où le temps d'activité est représentée par une distribution de probabilité. Cette distribution de probabilités de temps d'activité est fondée sur les estimations de temps de trois différentes faites pour chaque activité. Ceux-ci sont ci-après:

- Estimation du temps Optimiste
- Estimation du temps la plus probable

- Estimation du temps Pessimiste

3.3. Les étapes d'application de Pert probabiliste : (Formation MIAGE a distance (licence et Master) , n.d.)

1ère étape :

Toute tâche i peut prendre une ou plusieurs durées, dans le cadre de sa distribution de probabilités. Si on connaît cette distribution de probabilité on peut calculer la durée moyenne et la variance de la tâche i . Si la distribution de probabilité n'est pas connue il faudra l'estimer, selon les informations connues, à l'aide d'une méthode appropriée.

En gestion de projets, une estimation est généralement (dans les livres et les logiciels) proposée par défaut, elle concerne la recherche de la loi de probabilité de la durée de chaque tâche T_i .

Dans la pratique on adopte une loi universelle : la loi Bêta basée sur trois paramètres :

-La durée optimiste de la tâche T_i :

Il est le plus petit temps pris pour compléter l'activité si tout va bien. Il y a très peu de chances que l'activité peut être faite en moins de temps que le temps optimiste. Il est noté $topt(T_i)$.

-La durée pessimiste de la tâche T_i : $tpes(T_i)$

Il est le plus long temps qu'une activité prise si tout va mal. Elle est notée par $tpes(T_i)$

-La durée vraisemblable de la tâche T_i :

Il se réfère à l'estimation de la durée normale de l'activité prise. Cela suppose des délais normaux. Il est désigné par $tvra(T_i)$.

On définit quelquefois le risque par la quantité $R(T_i) = [tpes(T_i) - topt(T_i)] / tpes(T_i)$.

2ème étape :

A partir des paramètres précédents, la forme de la distribution des temps de réalisation d'une tâche permet de déterminer :

✓ La durée moyenne (t_m) qui servira pour calculer les dates et les marges du réseau.

$$t_m(T_i) = [topt(T_i) + 4tvra(T_i) + tpes(T_i)] / 6$$

✓ Une fois estimée, la durée moyenne de chaque tâche, on calcule pour chacune d'elle la variance:

$$v(T_i) = ([tpes(T_i) - topt(T_i)] / 6)^2$$

✓ la durée moyenne du projet (T_{Projet}) correspondant à la somme des durées moyennes des tâches du chemin critique : $T_{projet} = \sum T_{mi}$

- ✓ l'écart type du projet (correspondant à la racine carrée de la somme des variances des tâches critiques, soit : $e(T_i) = \sqrt{V(T_i)}$)

3.4. Pourquoi PERT probabiliste :

En résumé, alors qu'il existe peu d'outils informatiques supportant les méthodes basées sur les réseaux d'activités alternatives (Pritsker A. A., 1979), (Taylor, 1980), beaucoup supportent la méthode PERT/CPM. Un des avantages de la méthode PERT probabiliste est qu'elle offre la possibilité de représenter l'incertitude qui peut exister sur la durée des tâches. En effet, une durée opératoire qui est aléatoire peut être représentée par une loi de distribution (Normal, Triangulaire, Beta-Pert par exemple...), (Thiriez, 2004). Cette approche est utilisée dans de nombreux outils : @RISK, PertMaster (Bangun et Bhuta, 2003), Crystal Ball (Paquet, 2005)... qui utilisent soit la méthode Monte Carlo (Thiriez, 2004), (Kalos et Whitlock, 2004) et/ou la méthode Latin Hypercube Sampling (Sallaberry 2007), (Hossain, 2005) pour obtenir des estimations de la durée des tâches.

En plus le projet sur lequel nous allons travailler est un projet réel et donc peut être considéré comme un système stochastique ou tous les paramètres sont soumis à une probabilité liée aux différents facteurs extérieurs (facteurs humains, politiques, climatiques, financiers... etc.) qui rend la méthode PERT probabiliste la plus adéquate des méthodes qu'on a vu.

Conclusion :

L'application de la méthode PERT probabiliste sur un projet réel (Un des projets de l'entreprise STARR) nécessite sa très bonne maîtrise et c'est pour cela que nous avons consacré tout un chapitre pour bien l'expliquer et pour mieux maîtriser ses étapes.

Comme dans la réalité un projet n'est jamais prédéfini totalement au départ et qu'il y a toujours des modifications, des risques et des changements dans le plan initial, les projets sont considérés comme des systèmes stochastiques, il est plus réaliste d'appliquer la méthode PERT Probabiliste ou nous pouvons toujours nous préparer à l'incertitude d'une façon plus exacte et avec des calculs mathématiques.

L'entreprise STARR et le projet sur lequel nous allons appliquer la méthode seront présentés en détail dans le prochain chapitre de ce travail.

Problématique

Quelle amélioration apportera l'application de la méthode PERT probabiliste sur un type de projet de travaux publics dans l'entreprise STARR ? Avec quel coût ? En optimisant quelles ressources ? Avec combien de bénéfice ?

CHAPITRE III :

Présentation de l'entreprise et le cas d'étude

CHAPITRE III :

Présentation de l'entreprise et le cas d'étude :

INTRODUCTION :

Après avoir présenté théoriquement la méthode PERT Probabiliste, il est temps de présenter l'entreprise et le projet sur lesquels nous allons l'appliquer.

Comme toutes les entreprises, l'entreprise STARR (La société de terrassement, d'aménagement et de revêtement routier) cherche toujours la durabilité et le développement continu ; c'est pour ce fait qu'elle entre dans une démarche de modernisation de ses systèmes de gestion et de management et dans la rationalisation de ses ressources et de leur optimisation. Donner la chance aux jeunes chercheurs et aux étudiants de présenter et d'appliquer des méthodes scientifiques dans tous les domaines dans lesquels elle intervient et l'une des politiques qui lui permet de faire ceci.

Et comme le management des projets est l'une des plus importantes préoccupations de cette entreprise, nous avons été très bien accueillis au sein de ses différents départements et sur tout dans le département de la réalisation des travaux et exactement dans le service de planification sur tout après avoir présenté notre idée de projet.

Dans notre période de stage nous avons consacré une première période pour la reconnaissance de l'entreprise en général ou nous allons présenter par la suite l'entreprise dans ce chapitre. Dans un deuxième lieu, nous avons concentré notre travail sur le service planification et essentiellement l'un de ses projets que nous allons présenter (Toutes les données concernant le projet) dans la deuxième partie de ce chapitre.

Appliquer la méthode PERT sur ce projet était l'axe principal de notre travail et donc toutes les informations données seront pour objectif de donner une meilleure exactitude à nos résultats.

1. Présentation de l'entreprise :

1.1. Définition de l'entreprise :

La société de terrassement, d'aménagement et de revêtement routier « STARR » c'est une entreprise publique économique ayant un caractère commercial, sa forme juridique est SPA (société par actions). Elle a été créée le 15 mai 1971 pour un objet social qui est le Terrassement, l'Aménagement, le Revêtement Routier et la production d'agglomérés. La direction générale de cette société est située à Abou-Tachfine, Tlemcen, l'unité principale de la production est située à Zenata - Tlemcen et la carrière à El Bordj - Sidi Abedli - Tlemcen. Le capital social de la STARR est 1.630.000.000 DA pour 65.200 Actions, de valeur nominale de 25.000 DA, chacune et leur chiffre d'affaires est 3.599.731.000 D.A. en 2016.



Figure 3.1. Siège de l'entreprise STARR

1.2. Historique :

-15 Mai 1971 : création par arrêté n° 653/SP/71 en tant que E.P.L, sous la dénomination de : « Société du Parc de la Wilaya de Tlemcen » par abréviation S.P.W.T, dotée d'un capital social de 10.000.000 Da.

-20 Décembre 1995 : la S.P.W.T est érigée en EPE sous la tutelle des fonds de participation « Construction », dotée de la personnalité morale avec un capital social qui passe de 10.000.000 Da à 22.000.000 Da.

-22 Octobre 1997 : la S.P.W.T passe, après la dissolution du fonds de participation « Construction », sous la tutelle du Holding Public « Bâtiment et Matériaux de Construction ».

-11 Janvier 1998 : la S.P.W.T change de raison sociale pour devenir Société de Terrassement, d'Aménagement et de Revêtement Routier « S.T.A.R.R » avec un actionnaire unique le Holding

Régional Ouest « HOLD WEST » et un capital social qui passe de 22.000.000 Da à 100.000.000 Da.

-09 Septembre 2000 : le capital social passe de 100.000.000 Da à 220.000.000 Da. A la dissolution des Holdings, la S.T.A.R.R passe dans le portefeuille de la S.G.P El Ouest.

-30 Décembre 2007: le capital social de la société passe à 1.630.000.000 Da intégralement détenu par l'Etat, seul actionnaire, et géré par la S.G.P - El Ouest.

Cette opération s'est réalisée suite à l'application, par la société, des dispositions du décret 07-210 du 04/07/2007 relatif à la réévaluation des immobilisations amortissables et non amortissables et la validation de cette opération par l'assemblée générale extraordinaire qui s'est tenu le 30/12/2007.

-02 Décembre 2010 : L'AGEX a entériné le transfert du portefeuille SGP el ouest à la SGP TP SINTRA (statut établie par les domaines de TLEMCEN le 13/06/2011 sous le numéro 551).

1.3. Domaines d'activité de la société :

La société STARR/Spa a pour principales activités ;

- Exécution en tous lieux de travaux de terrassement, d'aménagement, d'excavation, fondation, construction de tunnels et revêtement routiers ;
- Construction de barrages en terre ;
- Réalisation de Travaux de routes et d'aérodromes ;
- La Réalisation de superstructures ferroviaires ;
- Réalisation de grands Travaux urbains et d'hygiène publique ;
- Exploitation de carrière d'agrégats ;
- Production d'enrobés bitumineux à chaud et à froid et autres agglomérés ;
- Production d'agrégats de carrelages et de béton frais ;
- Contrôle et l'analyse des matériaux et des sols ;
- Location d'engins de matériels et engins de Travaux publics et Bâtiments ;
- Essais et le contrôle des matériaux ;

Clicours.COM



Figure 3.2. Rampe de Remchi RN22



Figure 3.3. Travaux terrassement cite Djamel –Oran et Bétons hydrauliques pour un petit barrage EL-ABED



Le : 08/04/2015 RN22 entre Sebdu et el Aricha

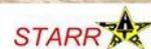


Figure 3.4. Recyclage et traitement au ciment de la RN22 entre Sebdu et el Aricha Wilaya de Tlemcen

1.4. Les services de l'entreprise :

L'organigramme :

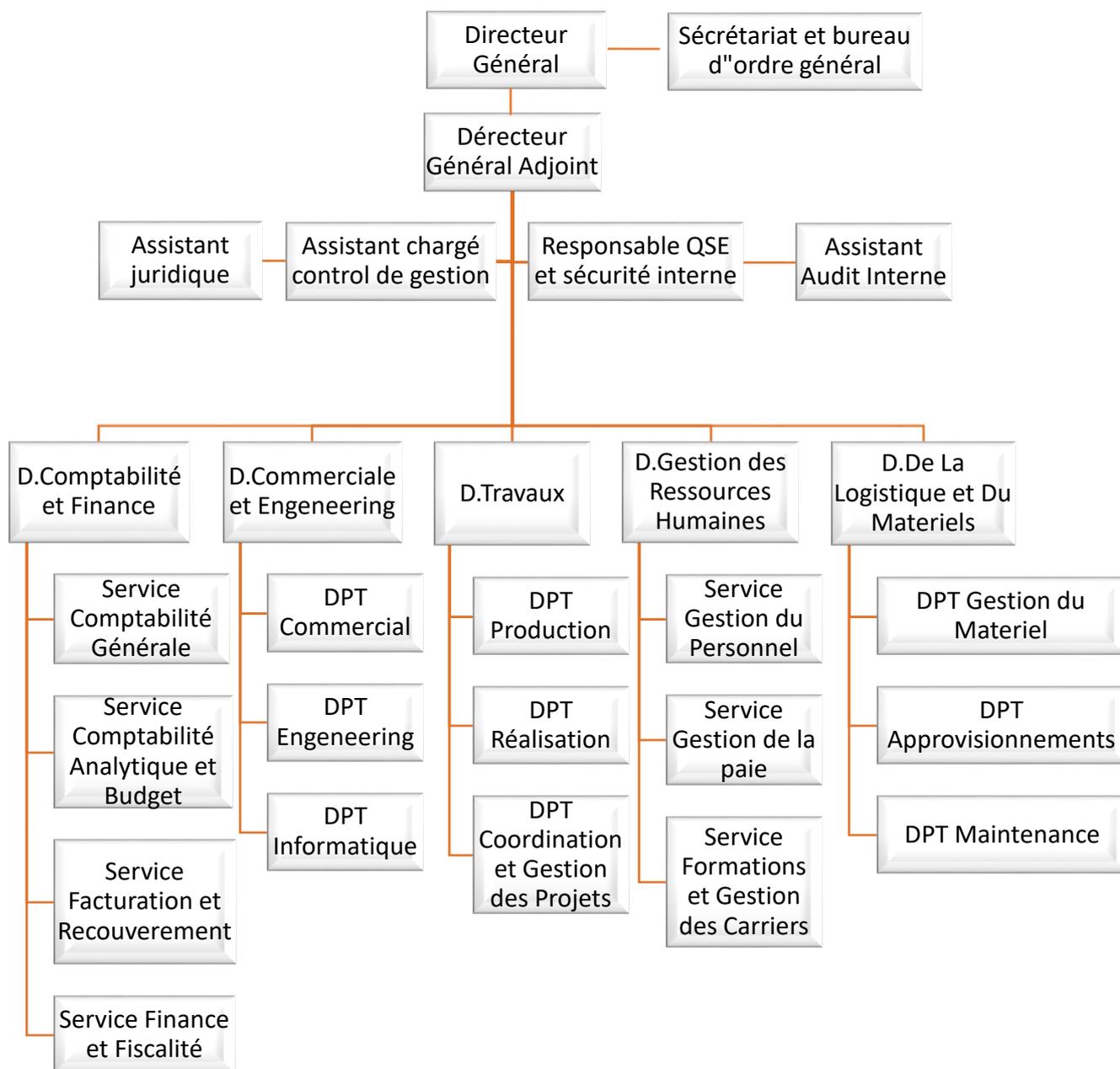


Figure 3. 5. L'organigramme de l'entreprise STARR

1.4.1. Direction générale :

I. Directeur général :

Le DG est chargé à :

- ✓ Veiller sur le bon fonctionnement de l'entreprise, et il la gère ;
- ✓ Représente l'entreprise en toute occasion (assemblée générale, salons, présentation devant la presse) ;

- ✓ S'occupe des fonctions de communication et des relations extérieures ;
- ✓ Coordonne les actions relatives au salon régional ;
- ✓ Connait le rôle des différents services et les aider si besoin ;

II. Secrétariat et bureau d'ordre général :

Elle est chargée de :

- ✓ Effectuer des travaux classiques de secrétariat : classer, préparer les dossiers, réceptionner le courrier, recevoir, filtrer et transmettre les communications téléphoniques, rassembler et mettre en forme (tableaux de bord, graphiques) les différents travaux de secrétariat du service ;
- ✓ Organiser des réunions, des conférences, y participer, en rédiger le compte rendu ;
- ✓ Répondre au courrier reçu, rédiger des lettres de caractère commercial ou technique, ou toute correspondance de même nature ;
- ✓ Gérer matériellement les contacts du DG : rendez-vous, réunions, déplacements ; gérer son planning ;
- ✓ Transmettre aux différents services les instructions du supérieur ;
- ✓ Examiner des demandes de réunion, programmer et organiser des réunions et des voyages pour le chef de l'unité et d'autres membres du personnel ;
- ✓ Aider le DG à organiser la réception et le séjour de visiteurs extérieurs ou de membres du personnel ;

III. Directeur Général Adjoint :

Economiste de formation et de longue expérience dans les finances et la comptabilité au sein de la société. Il est promu au poste de DGA, afin d'impulser l'activité, à la faveur du plan d'affaires et de la nouvelle approche stratégique de développement de la société.

IV. Les agents de support :

i. Assistant juridique :

Il est chargé des affaires contentieuses soit :

-Commercial : C'est en cas de factures impayées, si le client ne paie pas les factures après des appels et 3 mises en demeure, un dossier sera constitué et transmis à un avocat pour être traité.

-Social : Quand un ouvrier est lésé par l'entreprise, il l'attaque en justice, là elle doit faire face et suivre l'affaire en justice.

-Pénal : Chèque sans provision : c'est quand le client donne un chèque avec une somme définie, quand l'entreprise va récupérer son argent à l'entreprise à la banque, s'il y a pas la

somme définie dans le compte, la banque lui donne un certificat de non-paiement, le délai de paiement est de 20 jours sinon il sera attaqué en justice.

ii. Assistant chargé contrôle de gestion :

L'assistant contrôleur de gestion consiste à fournir à la direction des outils pour rationaliser le mode de gestion de l'entreprise, et conduire à une amélioration de sa rentabilité à court et moyen termes.

iii. Responsable QSE et sûreté interne :

Le responsable qualité, sécurité et environnement (QSE) conçoit, définit, négocie avec la direction générale, met en œuvre et suit la politique qualité, sécurité et environnement de l'entreprise. Ses activités contribuent au développement de nouveaux marchés et représentent un enjeu important au niveau de la compétitivité de l'entreprise.

iv. Assistant Audit interne :

L'audit interne est une activité objective faite par une équipe sélectionnée et supervisée par l'assistant audit interne, cette activité donne à l'organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, et lui apporte ses conseils pour les améliorer. Elle l'aide à atteindre ses objectifs en évaluant, par une approche systématique et méthodique, ses processus de management des risques, de contrôle, et de gouvernement de l'entreprise, et en faisant des propositions pour renforcer leur efficacité.

1.4.2. Direction comptabilité et finance :

Cette direction est chargée de la planification (budgétisation), la gestion financière et de la comptabilité générale et analytique de la société ou on pourra trouver les services suivants :

I. Service comptabilité générale :

-Compta. Auxiliaire : enregistre toutes les opérations et effectue les reports dans les comptes clients, fournisseurs, matières, ... et les livres auxiliaires

-Compta. Centralisée : Balances mensuelles de vérification, inventaire comptable, bilan, résultat ...

II. Service comptabilité analytique et budget :

Détermination des coûts, prix de revient, résultats analytiques d'exploitation et l'établissement de budget prévisionnel des dépenses du siège et des chantiers par collecte des informations auprès des différentes directions et d'en suivre l'exécution se sont les missions de ce service.

III. Service de facturation et recouvrement :

Il produit la facturation mensuelle et assure le recouvrement des créances en très étroite collaboration avec les différents départements de l'entreprise.

IV. Service de finance et fiscalité :

Son rôle est de faire :

- ✓ Analyse de la structure de l'actif économique net et des ressources permanentes de la société (le Capital social, les réserves, les apports pour les capitaux propres) ;
- ✓ Ventilation des charges de comptabilité générale en charges opérationnelles et en charges de structure ;
- ✓ Détermination du seuil de rentabilité de la société ;
- ✓ Traitement des déclarations fiscales (TAP, TVA, etc.) ;
- ✓ Gérer la trésorerie et la dette ;

1.4.3. Direction Commerciale et Engineering:

Direction chargée de rechercher des marchés pour la société, en vue de réaliser les études nécessaires au lancement des chantiers. Elle est composée des départements suivants :

I. Département commercial :

Ses missions sont :

- ✓ Etudes de marché, de motivations d'achat, de natures de clients ;
- ✓ Détermination des marchés potentiels et des segments de clientèle ;
- ✓ Définition des circuits de distribution et des niveaux de prix ;
- ✓ Recevoir les produits finis avec un bon de réception et un bon de conformité puis vendre les produits ;
- ✓ Pilotage et mise en œuvre de la politique commerciale ;
- ✓ Initier et suivre les comptes stratégiques pour l'entreprise ;
- ✓ Mener les négociations dans le cadre de référencements ou de signatures de nouveaux contrats ;
- ✓ Assurer un rôle de représentation en externe vis-à-vis des clients stratégiques.

II. Département Engineering :

La fonction d'Engineering est supposée être étoffée d'une base de données efficiente et de managers de projet efficaces et accessibles, afin de constituer un outil puissant qui puisse permettre au service Marketing de placer les offres de la société dans de meilleures conditions, en garantissant un meilleur taux de succès et un plan de charge plus régulier et consistant.

Le service d'Etudes/Engineering, équipé d'un logiciel de calcul des situations d'évolution des travaux de chantiers de technologie récente, est appelé à accomplir les tâches portant sur :

- ✓ La reconnaissance du tracé et le relevé topographique (coupe du terrain, planimétrie de l'ouvrage projeté, etc.) concrétisé par des profils en long par lequel sont réalisés les travaux de Terrassement-Aménagement-Revêtement Routier, en exploitant les cartes d'état-major et son balisage soumis au Client pour approbation ;
- ✓ La confection du dossier d'études, soumis au client pour approbation et qui comprend les éléments suivants : la carte de tracé, le profil en long, le profil des traversées, le recueil technique contenant toutes les notes de calcul, etc ;
- ✓ La mise à jour du dossier technique, après exécution (as built), dans sa version provisoire, constitué après la réalisation de la ligne et l'archivage dans sa version définitive ;

Le bureau d'Etudes/Engineering intervient, également, en phase de réalisation des prestations de travaux à la demande de la Direction de Réalisation des Travaux, étant donné que les études sont auto contrôlées avant leur soumission auprès du Client et que la société doit mettre en place une cellule de contrôle autonome permettant de réduire les cas de non-conformité signalée par le Client.

A ce titre, le service "Engineering" peut solliciter le renforcement de l'équipe par l'intégration de cadres techniques, pour les besoins de développement de l'activité.

III. Département informatique :

La direction informatique est chargée d'élaborer les grandes orientations de l'entreprise en matière de SI et de piloter et de superviser leur mise en œuvre.

1.4.4. Direction travaux :

Elle est chargée de la réalisation de la production des granulats, d'enrobés bitumineux et de béton, ainsi que de Chargés d'affaires, de Chefs de chantiers, de Conducteurs de travaux, de Chefs d'équipes, de main d'œuvre qualifiée, de main d'œuvre d'exécution permanents et de vacataires chargés de la réalisation des travaux de chantiers. Cette direction est composée de départements suivants :

- I. Le Département de la Production, structuré en 3 services, consiste en des opérations de :
 - ✓ Production des Enrobés et de Béton ;
 - ✓ Programmation et Maintenance des installations ;
 - ✓ Exploitation des Carrières, Granulats et autres Matériaux ;
 - ✓ Gestion de Magasins annexes ;
- II. Le Département de la Réalisation de Travaux, doté de 3 services, consiste en opérations de :

- ✓ Gestion des Bases vie et Investissements ;
- ✓ Préparation et Coordination des Travaux ;
- ✓ Programmation des Travaux aux Liants hydrauliques ;
- ✓ Brigades de Topographie ;
- ✓ Achats et Moyens Généraux ;
- ✓ Exécution des Travaux, de Terrassement, Génie civil et Revêtement ;
- ✓ Suivi des Réalisations ;
- ✓ Suivi budgétaire affaire par affaire ;
- ✓ Rapports hebdomadaires et mensuels d'avancement des travaux ;
- ✓ Contrôle de qualité des Travaux ;
- ✓ Gestion des Magasins annexes ;

III. Le Département de la Gestion des Projets, structuré en 2 services, consiste en opérations de :

- ✓ Planification et Ordonnancement ;
- ✓ Détermination des Moyens de réalisation au niveau des chantiers ;
- ✓ Elaboration du budget de l'affaire (physique et valeur) ;
- ✓ Mensualisation des encaissements ;
- ✓ Mensualisation des besoins en consommations ;
- ✓ Gestion de la sous-traitante ;
- ✓ Etablissement des TCR prévisionnels ;

1.4.5. Direction gestion des ressources humaines DRH :

Cette direction chargée de la gestion des ressources humaines, de la rémunération des agents de la société et de la gestion des carrières des personnels de la société. Composée de :

I. Service du personnel :

Il est chargé de :

- ✓ La gestion administrative du personnel ;
- ✓ La gestion des emplois, gestion des effectifs et des compétences ;
- ✓ Faire l'interface entre les employés et la direction ;
- ✓ Suivi des recrutements et des départs ;

- ✓ Gestion des personnels temporaires et des stagiaires ;
- ✓ Formalités administratives auprès de l'administration du travail et des organismes sociaux ;
- ✓ Suivi des carrières.

II. Service de gestion de la paie :

Ses missions sont :

- ✓ Calculer les salaires et prime ;
- ✓ Réaliser et émettre les bulletins de paie ;
- ✓ Suivre les dossiers de gestion du personnel (vacances, congés maladie, etc.) ;
- ✓ Rémunération.

III. Service de formation et gestion des carrières :

Il est chargé de :

- ✓ Elabore et met en œuvre les moyens quantitatifs et qualitatifs (gestion de l'emploi, recrutement, formation) nécessaires à une optimisation ou une adaptation des ressources humaines aux finalités économiques de l'entreprise ;
- ✓ Faire une politique de gestion et de développement des ressources humaines, et de la gestion courante ;
- ✓ Elabore et propose à la direction une politique de gestion du personnel et de développement des ressources humaines, et définit les conditions générales de son application.

1.4.6. Direction des ressources matérielles et infrastructures :

Cette direction chargée d'alimenter en produits et matières d'œuvre les chantiers et d'assurer la gestion et la maintenance des Matériels Engins-Equipements et autres installations. Elle contient les départements suivants :

I. Département de Gestion des Matériels-Engins-Equipements :

Organisé avec un service chargé du suivi des investissements mobiliers et des études de prospection, il aura la charge de la tenue du fichier Fournisseurs, en relation avec le Département des approvisionnements et de la programmation des pièces de rechange de l'ensemble des Matériels, Engins, Equipements et autres installations de la société.

La gestion des Matériels, Engins et autres Equipements, consiste à veiller à l'état des matériels, engins et équipements de la société afin d'en disposer en temps voulu et en bon état de leur fonctionnement.

II. Département des approvisionnements :

Organisé en centrale d'achat et de magasin général pour l'ensemble des projets (Chantiers), avec la gestion des livraisons, le Département concerne des opérations d'Achats et de transport (achats locaux, importation, transit, transport des matériels, équipements et marchandise vers les chantiers), ainsi que la Gestion des stocks (produits auxiliaires communs, magasins, matières consommables, pièces spécifiques et accessoires etc.),

III. Département de la maintenance :

Le département analyse la panne puis établit un plan de réparation, ensuite il affecte le technicien concerné ou désigne un groupe de techniciens pour réparer l'anomalie, et leur donne un bon de réparation.

1.5. Effectif :

Année	Effectif	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
		Exécution	Maitrise	Cadre
2014	839	525	234	80
2015	925	610	239	76
2016	915	622	220	73

1.6. La documentation, les enregistrements et l'archivage :

I. Normes de la qualité :

-ISO 9001v2008 : Systèmes de management de la qualité – Exigences.

-ISO 9000v2005 : systèmes de management de la qualité-principes essentiels et vocabulaire.

-ISO 19011v2011 : Lignes directrices pour audit des systèmes management de la qualité et /ou de management environnemental.

-ISO 9004 v2009 : Gestion des performances durable d'un organisme -Approche de management par la qualité.

II. Normes Spécifiques au produit :

Les normes spécifiques et les exigences légales et réglementaires applicables aux produits sont établies sur une liste de documents dont la périodicité de mise à jour est trimestrielle.

2. Présentation du projet : doublement d'une route national sur 13km :

Comme nous l'avons vu dans la première partie de ce chapitre, l'entreprise STARR est spécialisée dans la réalisation des projets des travaux publics dans tout le territoire Algérien. Pour la réalisation de notre projet et pour l'application de la méthode PERT probabiliste nous avons consulté quelques projets de la même nature réalisés par la même entreprise pour pouvoir appliquer la méthode avec une meilleure exactitude et pour avoir les meilleurs résultats possibles.

Le type de projet sur lequel nous avons concentré notre travail est celui de la réalisation des doublements des routes nationales sur des distances déterminées.

Comme tout type de projet, pour réaliser ce genre de projets l'entreprise doit passer sur l'étape de la planification où des tâches bien déterminées sont obligatoires et fondamentales pour la réussite du projet, et d'autres sont supplémentaires et secondaires et dépendent de la volonté du maître d'ouvrage.

Par la suite nous allons présenter ces tâches une par une avec des explications qui facilitent la compréhension aux lecteurs.

La bonne compréhension et la bonne maîtrise de ces tâches est la base pour comprendre le déroulement, la séquence et les durées de chacune et donc du projet.

2.1. LES TÂCHES GÉNÉRALES :

2.1.1. Tâche n°1.01 : Installation du chantier, Amenée et Repli du Matériel :

Cette tâche rémunère Forfaitairement (F), l'amenée du matériel, l'installation, l'aménagement et le fonctionnement des bases ainsi que le repli du matériel.

Cette tâche comprend notamment, sans que cette liste soit limitative :

a- L'Amenée du matériel :

- ✓ Les branchements provisoires de toutes natures, nécessaires au fonctionnement des engins et le marché général des travaux ;
- ✓ L'exécution des accès et plates-formes pour les installations du chantier ainsi que tous les ouvrages provisoires nécessaires à la bonne marche du chantier ;
- ✓ Les bureaux, entrepôts et baraquements, laboratoire, de l'Entreprise ;
- ✓ Les bureaux et laboratoire mis à disposition de l'Administration ;
- ✓ Les liaisons téléphoniques ;
- ✓ Les frais de gardiennage et de surveillance du chantier, des carburants et des dispositifs de récupération des huiles usagées ;
- ✓ L'aménagement et l'entretien des aires de stockage des matériaux ;
- ✓ Les installations de carrières et toutes obligations découlant des conditions du marché.

Il comprend aussi toute création ; dans le cas où est impératif, de déviations provisoires afin de ne pas interrompre la circulation dans un sens ou dans l'autre lors des travaux, il comprend tous

les travaux de déblais, de remblais, éventuellement des passages busés, y compris toute sujétion de bonne exécution.

Sa mise en service ne se fera qu'après agrément du maître de l'ouvrage.

Il est réglé à Soixante Dix (70%) du prix global au début des travaux après constatation des installations complètes du chantier et de la présence sur le chantier de la totalité du gros matériel de l'Entreprise.

b- Le repliement du matériel de chantier, de carrière et de service comprend :

- ✓ Toutes les charges, fournitures, frais et sujétions.
- ✓ Le démontage des installations, démolitions des bases et remises en état des lieux mis à la disposition de l'Entreprise.

Cette tâche sera payée à la fin des travaux à Trente (30%) du prix global, après la dernière réception provisoire et après constatation du repliement des installations de chantier et du matériel de l'Entreprise ainsi que la remise en état des pistes existantes.

La formule de révision n'est pas applicable à ce prix au forfait.

2.1.2. Tâche n°1.02 : Etude d'exécution :

La tâche comprend au Forfait (F), l'étude d'exécution sur la base de l'APD fourni par l'administration, il comprend la géométrie de la route (tracé en plan, le profil en long et profils en travers courants à des échelles appropriées), les plans des ouvrages courants d'assainissement (coffrages et ferrailages à des échelles appropriées). Cette tâche sera payée au forfait après visa des plans par le maître de l'ouvrage ou son délégué.

2.1.3. Tâche n°1.03 : Dossier de recollement :

La tâche comprend au Forfait (F), la remise à l'administration d'un dossier de recollement établi suivant l'état d'exécution réel. Il comprend la géométrie de la route (tracé en plan, le profil en long et profils en travers courants à des échelles appropriées), les plans des ouvrages courants d'assainissement (coffrages et ferrailages à des échelles appropriées).

Cette tâche sera payée après réception provisoire et visa du dossier de recollement par le maître de l'ouvrage ou son délégué.

2.2. TERRASSEMENTS :

2.2.1. Tâche n°2.01 : Décapage de la terre végétale :

Cette tâche rémunère au Mètre Carré (M2), le décapage de la terre végétale sur 20 cm y compris l'essartage, le débroussaillage, l'abatage des arbres et la transplantation éventuelle des arbres fruitiers ainsi que le chargement et transport des matériaux extraits, à la décharge et

toutes sujétions de bonne exécution.

2.2.2. Tâche n°2.02 : Scarification :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la scarification de la chaussée existante en matériaux granulaires et béton bitumineux sur une épaisseur variable y compris le réglage, la finition et la mise en forme de la plateforme scarifiée, son arrosage et son compactage pour préparer la pose du matériau corps de chaussée.

Cette tâche contient aussi le chargement et transport des matériaux excavés à la décharge de dépôt ou en remblai.

2.2.3. Tâche n°2.03 : Déblai en terrain meuble :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des déblais en terrain meuble à mettre en dépôt ou en remblai y compris chargement et transport des matériaux extraits à la décharge et mise à niveau des fossés en terre, le réglage, la finition et la mise en forme de la plateforme décaissée, son arrosage et son compactage pour préparer la pose du matériau de corps de chaussée de et toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées après travaux de débroussaillage et nivellement après et avant exécution, suivant les profils en travers courants.

2.2.4. Tâche n°2.04 : Déblai rocheux :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des déblais en terrain rocheux très compact par les moyens appropriés y compris chargement et transport des matériaux extraits à la décharge de dépôt et mise à niveau des fossés, le réglage, la finition et la mise en forme de la plateforme décaissée, son arrosage et son compactage pour préparer la pose du matériau de corps de chaussée et toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées après travaux de débroussaillage et nivellement après et avant exécution, suivant les profils en travers courants ainsi que le constat effectué par l'assistance technique sur la nature de matériaux à extraire et éventuellement des essais au laboratoire.

2.2.5. Tâche n°2.05 : Remblai d'emprunt en tuf ou en T.V.C.¹ :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des remblais provenant de la zone d'emprunt, y compris transport, réglage, humidification, compactage par couches successives de 20 cm et mise aux côtes du projet toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées au volume, au mètre cube compacté du profil en travers des remblais après déduction éventuellement des remblais provenant des déblais spécifiés dans les tâches n°2.02 et 2.03.

2.2.6. Tâche n°2.06 : Eperon drainant au niveau des déblais :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), l'exécution des éperons drainant à adosser au

¹ Tous venant de la terre

talus argileux sur une profondeur de 0,80 m rempli de gravier 15/25 et des tuyaux perforés, tous enveloppé dans un géotextile type 02 (écran drainant) permettant de ramener les eaux des sources apparues dans talus au drainage sous fossés avec protection en matériaux sélectionnés provenant de la zone d'emprunt, y compris transport, réglage, compactage et calage en pierre au pied du talus et toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées au mètre carré de surface traité du talus.

2.2.7. Tâche n°2.07 : Renforcement des remblais en géotextile :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la mise de la géotextile bidirectionnel type 01 de renforcement des remblais sur sol compressible sur chaque couche de remblai de 0,40 m après nivellement et compactage, y compris fourniture, transport, réglage, et toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées au mètre carré de surface traitée.

2.2.8. Tâche n°2.08 : Déblai semi rocheux :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des déblais en terrain semi rocheux par les moyens appropriés y compris chargement et transport des matériaux extraits à la décharge de dépôt et mise à niveau des fossés, le réglage, la finition et la mise en forme de la plateforme décaissée, son arrosage et son compactage pour préparer la pose du matériau de corps de chaussée et toutes sujétions de bonne exécution.

Les quantités seront mesurées après travaux de débroussaillage et nivellement après et avant exécution, suivant les profils en travers courants ainsi que le constat effectué par l'assistance technique sur la nature de matériaux à extraire et éventuellement des essais au laboratoire.

2.3. ASSAINISSEMENT :

2.3.1. Tâche n°3.01 : Drainage sous fossés bétonnés :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), les travaux de drainage de la chaussée en mélange de graviers 15/25 sous fossés bétonnés en géotextiles de type 02 (collecteurs drainant) sur les parois et graviers au milieu, et tuyaux PVC Ø 200 mm perforés posés au fond du drainage. Cette tâche s'applique selon les indications des plans de détails. Il comprend l'exécution des fouilles, le transport de matériaux et toutes sujétions de mise en œuvre.

2.3.2. Tâche n°3.02 : Descentes d'eau :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des descentes d'eau en béton légèrement armé en treillis soudés, dosé à 250 kg/m³ et coulé en place ou préfabriquées. Il s'applique selon les indications des plans de détails. Il comprend toutes sujétions de fabrication, de transport et de mise en œuvre.

2.3.3. Tâche n°3.03 : Construction de fossé bétonné légèrement armé :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction de fossés bétonnés légèrement armés en treillis soudés, dosés à 250 kg/m^3 de forme trapézoïdale ou en cunette et/ou en V à raison de $0,15 \text{ m}^3$ de béton par mètre linéaire. Si la quantité de béton à réaliser au mètre linéaire change, il sera appliqué un linéaire au prorata de celle-ci. Il comprend les fouilles, fabrication, de transport et toutes sujétions de mise en œuvre.

2.3.4. Tâche n°3.04 : Regard en béton armé y compris toutes sujétions de bonne exécution :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la construction de regard en béton armé dosé à 350 kg/m^3 suivant les plans d'exécution y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.5. Tâche n°3.05 : Déblai pour fouilles :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des déblais en fouilles de toute nature à mettre en dépôt y compris chargement et transport des matériaux extraits à la décharge et mise à niveau des fossés en terre et toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.6. Tâche n°3.06 : Remblai sélectionné :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), l'exécution des remblais en matériaux sélectionnés provenant de la zone d'emprunt y compris transport, réglage, humidification, compactage par couches successives de 20 cm et mise aux côtes du projet et toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.7. Tâche n°3.07 : Fourniture et pose de buse Ø1200 y compris têtes de buse en béton armé :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des ouvrages busés Ø1200 y compris fourniture de buses, des matériaux de construction, l'ouverture de fouilles, le transport des matériaux extraits à la zone de dépôt, la mise en place d'un lit de sable au-dessus et au-dessous de la génératrice de 20 cm d'épaisseur, la construction des têtes de buses en béton armé sur un radier en béton armé de 02 nappes et de 20 cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.8. Tâche n°3.08 : Fourniture et pose de buse Ø1000 y compris têtes de buse en béton armé :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des ouvrages busés Ø1000 y compris fourniture de buses, des matériaux de construction, l'ouverture de fouilles, le transport des matériaux extraits à la zone de dépôt, la mise en place d'un lit de sable au-dessus et au-dessous de la génératrice de 20 cm d'épaisseur, la construction des têtes de buses en béton armé sur un radier en béton armé de 02 nappes et de 20 cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.9. Tâche n°3.09 : Fourniture et pose de buse Ø800 y compris têtes de buse en

béton armé :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des ouvrages busés Ø800 y compris fourniture de buses, des matériaux de construction, l'ouverture de fouilles, le transport des matériaux extraits à la zone de dépôt, la mise en place d'un lit de sable au-dessus et au-dessous de la génératrice de 20cm d'épaisseur, la construction des têtes de buses en béton armé sur un radier en béton armé de 02 nappes et de 20cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.10. Tâche n°3.10 : Fourniture et pose de buse Ø500 y compris têtes de buse en béton armé :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des ouvrages busés Ø500 y compris fourniture de buses, des matériaux de construction, l'ouverture de fouilles, le transport des matériaux extraits à la zone de dépôt, la mise en place d'un lit de sable au-dessus et au-dessous de la génératrice de 20cm d'épaisseur, la construction des têtes de buses en béton armé sur un radier en béton armé de 02 nappes et de 20cm d'épaisseur y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.3.11. Tâche n°3.11 : Béton de propreté pour fond de fouilles :

C'est une tâche au Mètre - Cube (M3), qui s'applique à la fabrication et à la mise en œuvre du béton de propreté dosé à 150 kg/m³ pour couche de propreté des fonds de fouille des dalots.

2.3.12. Tâche n°3.12 : Béton dosé à 350Kg :

C'est une tâche au Mètre - Cube (M3), qui s'applique à la fabrication, et à la mise en œuvre du béton dose à trois cent cinquante (350) kg de ciment par m³ pour les dalots, suivant les indications du C.P.S y compris la fourniture et la mise en œuvre de coffrage et toute sujétions de bonne exécution.

2.3.13. Tâche n°3.13 : Aciers FeE40A pour béton :

Cette tâche rémunère à la Tonne (T), la fourniture et la mise en œuvre (y compris façonnage, etc...), d'acier de la qualité FeE40, A pour les dalots.

L'ingénieur pourra prescrire des contrôles concernant le poids réel des barres mises en œuvre.

2.3.14. Tâche n°3.14 : Water stop pour joints de dilatations :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la fourniture et la mise en œuvre des joints de dilatations en water stop en bonne qualité y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

2.3.15. Tâche n°3.15 : Badigeonnage des parties enterrées :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), le badigeonnage des parties enterrées des ouvrages par deux couches des badigeons en FLINTKOT, suivant les spécifications du C.C.T.P. Ce prix s'applique au mètre carré de la surface enterrée badigeonnée.

2.3.16. Tâche n°3.16 : Fourniture et pose de semi buse y compris toutes sujétions :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction des semi buses y compris fourniture, des matériaux de construction, l'ouverture de fouilles, le transport des matériaux extraits à la zone de dépôt, y compris toutes sujétions de bonne exécution.

2.4. CHAUSSEE :

2.4.1. Tâche n°4.01 : Traitement granulaire du sol support :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la fourniture, le transport et la mise en œuvre des matériaux destinés à l'amélioration du sol support de CBR nul, par la mise en place d'une couche d'épaisseur de 20 cm composée de matériaux granulaires de carrières à malaxer avec le sol support constituant un mélange granulaire ayant une résistance compatible avec la première couche de chaussée.

Les quantités seront rémunérées au mètre carré « en place » par application le long du tracé du profil en travers type applicable.

2.4.2. Tâche n°4.02 : Couche anti-contaminant :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture, le transport et la mise en œuvre d'une couche anti-contaminant en sable 0/2 sur une épaisseur moyenne de 15 cm et dont le passant au tamis 80 micron est inférieur à 2%, ES supérieur à 40% ou en géotextile non tissé type 04 (anti-contaminant) à utiliser directement sur le sol support amélioré ou non amélioré.

Les quantités seront rémunérées au mètre carré « en place » par application le long du tracé du profil en travers type applicable.

Cette tâche comprend le transport des matériaux, le malaxage, l'arrosage, le compactage de l'ensemble sol, matériaux granulaires et toutes sujétions de mise en œuvre.

2.4.3. Tâche n°4.03 : Couche de forme en T.V.O. ou T.V.C. :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture, le transport et la mise en œuvre des matériaux concassés (non traités), destinés à la réalisation de la couche de fondation de la chaussée et des accotements et répondant aux spécifications du présent CPS. Le transport des matériaux concassés de la station de concassage jusqu'au lieu d'emploi y compris toutes sujétions de chargement, déchargement et de stockage (protection contre les intempéries).

La mise en œuvre proprement dite au moyen d'engins mécanique suivant la spécification du présent C.P.S.

Les quantités seront rémunérées au mètre cube « en place » par application le long du tracé du profil en travers type applicable.

2.4.4. Tâche n°4.04 : Fraisage :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), le fraisage de la couche de roulement de la chaussée existante sur une profondeur ne dépassant pas les 10cm y compris toutes sujétions de

bonne exécution.

2.4.5. Tâche n°4.05 : Couche de fondation en grave concassée 0/20 :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture, le transport et la mise en œuvre des matériaux concassés (non traités), destinés à la réalisation de la couche de fondation de la chaussée et des accotements et répondant aux spécifications du présent CPS.

Le transport des matériaux concassés de la station de concassage jusqu'au lieu d'emploi y compris toutes sujétions de chargement, déchargement et de stockage (protection contre les intempéries)

La mise en œuvre proprement dite au moyen d'engins mécanique suivant la spécification du présent CPS.

Les quantités seront rémunérées au mètre cube « en place » par application le long du tracé du profil en travers type applicable.

2.4.6. Tâche n°4.06 : Couche de base en grave bitume 0/20 :

Cette tâche rémunère à la Tonne (T), la réalisation de la couche de base en grave bitume 0/20 y compris la fourniture de matériaux répondants aux spécifications du présent C.P.S.

Il comprend :

- ✓ Le transport des matériaux concassés de la station de concassage à la station d'enrobage y compris toutes sujétions de chargement, déchargement et de stockage ;
- ✓ Les sujétions de fourniture, de transport de fabrication ;
- ✓ Le transport des produits enrobés entre la centrale et les lieux de mise en œuvre ;
- ✓ La mise en œuvre sur le chantier ;
- ✓ Les quantités seront rémunérées à la tonne par métré contradictoire suivant les profils en travers avec application des densités en place. Ces quantités sont à comparer au poids de matériaux pesés à la sortie de la centrale et effectivement mis en œuvre sur chantier.

2.4.7. Tâche n°4.07 : Couche de roulement en béton bitumineux 0/14 :

Cette tâche rémunère à la Tonne (T), la réalisation de la couche de roulement en béton bitumineux 0/14 y compris la fourniture de matériaux concassés;

Il comprend :

- ✓ Le transport des matériaux concassés de la station de concassage à la station d'enrobage y compris toutes sujétions de chargement, déchargement et de stockage ;
- ✓ La fabrication en centrale de béton bitumineux ;
- ✓ Le transport des produits enrobés entre la centrale et les lieux de mise en œuvre ;
- ✓ La mise en œuvre sur le chantier ;
- ✓ Les quantités seront rémunérées à la tonne par métré contradictoire suivant les profils en travers avec application des densités en place. Ces quantités sont à comparer au poids de matériaux pesés à la sortie de la centrale et effectivement mis en œuvre sur chantier.

2.4.8. Tâche n°4.08 : Couche d'imprégnation en Cut - Back 0/1 :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la fourniture et l'épandage du liant suivant les indications du C.P.S. à raison de dosage moyen de 1,200 kg/m² et toutes les sujétions afférentes, notamment manutention et transvasement du liant des cuves de stockage aux citernes d'épandage réchauffage éventuel du liant, etc...

Les quantités seront évaluées par mètre carré et en fonction du poids de bitume fluidifié mis en œuvre sur la surface à imprégner.

2.4.9. Tâche n°4.09 : Couche d'accrochage à l'émulsion cationique :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), qui s'applique couche d'accrochage, soit entre couche en grave bitume, et ancienne chaussée (éventuellement profilée), soit entre le grave bitume et le revêtement en béton bitumineux.

Cette tâche comprend les mêmes sujétions de fabrications et la mise en œuvre. Les quantités seront évaluées à raison de 0,500 kg/m² mis en œuvre sur la surface à imprégner.

2.4.10. Tâche n°4.10 : Rechargement d'accotements en T.V.C. :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture, le transport, la mise en œuvre des matériaux pour le rechargement des accotements en Tuf ou TVC y compris réglage, arrosage, compactage et mise aux côtes du projet ainsi que toutes sujétions de bonne exécution.

2.4.11. Tâche n°4.11 : F/pose de bordures 15/25 pour trottoirs :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la fourniture, transport et pose de bordure de trottoir y compris caniveau en béton dosé à 250 kg/m³, excavation, évacuation, et toutes sujétions de bonne exécution.

2.4.12. Tâche n°4.12 : Rechargement des terres pleins en T.V. :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture, le transport, la mise en œuvre des matériaux pour le rechargement de terre-plein central ainsi que les trottoirs en terre végétale y compris réglage et mise aux côtes du projet ainsi que toutes sujétions de bonne exécution.

2.4.13. Tâche n°4.13 : traitement à la chaux du sol support :

Cette tâche rémunère à la Tonne (T), le traitement à la chaux du sol support à raison des pourcentages en poids définis par le laboratoire en fonction des caractéristiques intrinsèques du sol rencontré y compris fourniture, transport et mise en œuvre du mélange (sol et chaux) de façon à obtenir une résistance compatible avec la première couche de chaussée.

Les quantités seront rémunérées à la tonne « en place » par multiplication du pourcentage de la chaux par la densité et le volume de matériaux à traiter.

2.5. OUVRAGES ET MATERIAUX DE PROTECTION :

2.5.1. Tâche n°5.01 : Béton de propreté pour fond de fouilles :

C'est une tâche au Mètre - Cube (M3), qui s'applique à la fabrication et à la mise en œuvre du béton de propreté dosé à 150 kg/m³ pour couche de propreté des fonds de fouille.

2.5.2. Tâche n°5.02 : Béton dosé à 350kg :

C'est une tâche au Mètre - Cube (M3), qui s'applique à la fabrication, et à la mise en œuvre du béton dosé à trois cent cinquante (350 Kg) de ciment par m³, suivant les indications du C .P.S. y compris la fourniture et la mise en œuvre de coffrage et toute sujétions.

2.5.3. Tâche n°5.03 : Aciers FeE40A pour béton :

Cette tâche rémunère à la Tonne (T), la fourniture et la mise en œuvre (y compris façonnage, etc...), d'acier de la qualité Fe 40 A.

L'Ingénieur pourra prescrire des contrôles concernant le poids réel des barres mises en œuvre.

2.5.4. Tâche n°5.04 : Water stop pour joints de dilatations :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la fourniture et la mise en œuvre des joints de dilatations en water stop en bonne qualité y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

2.5.5. Tâche n°5.05 : Badigeonnage des parties enterrées :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), le badigeonnage des parties enterrées des ouvrages par deux couches des badigeons en FLINTKOT, suivant les spécifications du CCTP. Ce prix s'applique au mètre carré de la surface enterrée badigeonnée.

2.5.6. Tâche n°5.06 : Gabions :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture et la confection de gabions, y compris transport de matériaux (grillage, pierres dures) et leur mise en œuvre selon les schémas de construction.

2.5.7. Tâche n°5.07 : Protection de gazoduc et oléoduc :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la protection de gazoduc et/ou oléoduc suivant les indications des services exploitants y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

2.5.8. Tâche n°5.08 : Protection de câble souterrain :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la protection des câbles souterrains suivant les indications des services exploitants y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

2.5.9. Tâche n°5.09 : Protection de conduite d'eau :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la protection de la conduite d'eau suivant les indications des services exploitants y compris toutes sujétions de mise en œuvre.

2.5.10. Tâche n°5.10 : Protection des talus par des soutènements provisoires :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la protection des talus par des soutènements provisoires en palplanches et autres suivant les prescriptions techniques et plans et toutes sujétions de mise en œuvre.

2.5.11. Tâche n°5.11 : Enrochement :

Cette tâche rémunère au Mètre - Cube (M3), la fourniture et la mise en place des enrochements en pierres, y compris transport de matériaux et toute sujétion de mise en œuvre.

2.5.12. Tâche n°5.12 : Démolition des ouvrages existants :

Cette tâche rémunère au Mètre Cube (M3), la démolition des ouvrages existants, y compris leur chargement et transport à la décharge ou la zone de dépôt et toute sujétion de bonne exécution.

2.6. DEPLACEMENT DES RESEAUX :

2.6.1. Tâche n°6.01 : Déplacement de conduites existantes :

Cette tâche rémunère le déplacement de conduite souterraine de toutes natures et la réalisation des regards, y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Cette tâche s'applique au Mètre Linéaire (ML), de conduite déplacée.

2.6.2. Tâche n°6.02 : Déplacement de lampadaires :

Cette tâche rémunère le déplacement de lampadaire y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Cette tâche s'applique à l'Unité (U), du lampadaire déplacé.

2.6.3. Tâche n°6.03 : Déplacement de poteaux électriques moyens tension :

Cette tâche rémunère le déplacement de poteaux électriques, y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Cette tâche s'applique à l'Unité (U), du poteau électrique déplacé.

2.6.4. Tâche n°6.04 : Déplacement de poteaux téléphoniques :

Cette tâche rémunère le déplacement de poteaux téléphonique, y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Cette tâche s'applique à l'Unité (U), du poteau téléphonique déplacé.

2.6.5. Tâche n°6.05 : Démolition du bâti :

Cette tâche rémunère la démolition d'un bâti existant sur l'emprise du projet, y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Cette tâche s'applique à l'Unité (U), du bâti démoli.

2.7. SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS :

A. Signalisation Verticale :

2.7.1. Tâche n°7.01 : Marquage sur chaussée en ligne continue (2u, 3u) :

Cette tâche rémunère le marquage de la chaussée, en lignes continues.

Il comprend la fourniture de peinture blanche réflectorisés et sa mise en œuvre y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Largeur : 18 cm y compris flèche de direction et flèche de rabattement, Longueur : 6,00 m.

Cette tâche s'applique au Mètre - Linéaire (ML), de peinture réalisée.

2.7.2. Tâche n°7.02 : marquage sur chaussée en ligne de stop et passage piétons :

Cette tâche rémunère le marquage de la chaussée, par ligne de stop et passage piétons.

Il comprend la fourniture de peinture blanche réflectorisés et sa mise en œuvre y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Largeur : 50 cm.

Cette tâche s'applique au Mètre - Linéaire (ML), de peinture réalisée.

2.7.3. Tâche n°7.03 : Marquage sur chaussée en ligne discontinue Type T1, T2 et T3 :

Cette tâche rémunère le marquage de la chaussée, en ligne discontinue.

Il comprend la fourniture de peinture blanche reflectorisante et sa mise en œuvre y compris toutes sujétions de bonne exécution.

Ligne axial T1, Largeur : 12 cm.

Ligne de rive T2, Largeur : 18 cm.

Ligne à l'approche de carrefour T'3, Largeur : 18 cm.

Cette tâche s'applique au Mètre Linéaire (ML), de peinture réalisée.

B. Signalisation Verticale :

2.7.4. Tâche n°7.04 : Panneaux Type A, signaux d'avertissement de danger A11/ A12/ A20/ A24

2.7.5. Tâche n°7.05 : Panneaux Type B, signaux de priorité B 2 :

Ces tâches rémunèrent à l'Unité (U), la fourniture et pose de panneaux de danger et d'intersection Types A et B y compris la protection anticorrosion, les assemblages, les scellements dans le sol et support en métalliques en UPN 80, UPN 100, UPN 120 avec scellement dans un cube de béton non armé y compris implantation, fouilles, évacuation des déblais à la décharge et toute autre sujétions nécessaire à la bonne réalisation de la tâche.

2.7.6. Tâche n°7.06 : Panneaux Type C, signaux d'interdiction ou de restriction C1 / C11b

2.7.7. Tâche n°7.07 : Panneaux Type D, signaux d'obligation D2 :

Ces tâches rémunèrent à l'Unité (U), la fourniture et pose de Panneaux d'interdiction, de restriction, d'obligation Types C et D y compris la protection anticorrosion, les assemblages, les scellements dans le sol et support en métalliques en UPN 80, UPN 100, UPN 120 avec scellement dans un cube de béton non armé y compris implantation, fouilles, évacuation des déblais à la décharge et toute autre sujétions nécessaire à la bonne réalisation de la tâche.

2.7.8. Tâche n°7.08 : Panneaux Type E, signaux de pré signalisation E1

2.7.9. Tâche n°7.09 : Panneaux Type E, signaux de direction E2c

2.7.10. Tâche n°7.10 : Panneaux Type E, signaux de localisation E6 / E7 :

Ces tâches rémunèrent à l'Unité (U), la fourniture et pose de Panneaux de pré signalisation et de direction Type E y compris la protection anticorrosion, les assemblages, les scellements dans le sol et support en métalliques en UPN 80, UPN 100, UPN 120 avec scellement dans un cube de béton non armé y compris implantation, fouilles, évacuation des déblais à la décharge et toute autre sujétions nécessaire à la bonne réalisation de la tâche.

2.7.11. Tâche n°7.11 : Portique :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la fourniture, transport et pose de panneaux de grandes dimensions fixes sur des structures métalliques de type portiques ou hauts mâts, y compris assemblage, montage, implantation, fouilles, construction du massif d'ancrage en béton armé et fixation des supports conformément à la note de calcul incluse dans la prestation et toutes autres sujétions de bonne exécution pour la réalisation de la tâche.

2.7.12. Tâche n°7.12 : Potence :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la fourniture, transport et pose de panneaux de grandes dimensions fixes sur des structures métalliques de type potences ou hauts mâts, y compris assemblage, montage, implantation, fouilles, construction du massif d'ancrage en béton armé et fixation des supports conformément à la note de calcul incluse dans la prestation et toutes autres sujétions de bonne exécution pour la réalisation de la tâche.

2.7.13. Tâche n°7.13 : Bornes kilométriques :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la fourniture et pose de borne kilométrique glissière de type GS4E y compris implantation, battage des supports, montage des accessoires et signalisation de chantier.

2.7.14. Tâche n°7.14 : Glissière de sécurité :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), les travaux de fourniture et pose de glissière de type GS4E y compris l'implantation, le battage des supports, le montage des accessoires et la signalisation de chantier.

2.8. MESURES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT :

2.8.1. Tâche n°8.01 : Plantation des arbres de fixation sur les talus et environnement de la route :

Cette tâche rémunère au Mètre - Carré (M2), la fourniture et la plantation des arbres de fixation des talus et environnement de la route tels que le laurier fleuri, l'acacia, et le troène espacés tous les 2m y compris terrassements nécessaires, terreau, arrosage et l'entretien pendant une année.

2.8.2. Tâche n°8.02 : Plantation des arbres d'alignement aux bords de la route :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), la fourniture et la plantation des arbres d'alignement aux bords de la route tels que le platane, le pin et autres espacés tous les 20m y compris terrassements nécessaires, terreau, arrosage et l'entretien pendant une année.

2.8.3. Tâche n°8.03 : Rétablissement des pistes existantes :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), les travaux d'entrées et de sorties des pistes existantes à relier aux carrefours à aménager. La largeur de la piste est de 5 m en corps de chaussée composé de 20 cm de tuf, 20cm de GC et revêtement superficiel bicouche y compris terrassement et toutes sujétions.

2.8.4. Tâche n°8.04 : Construction d'un dalot pour passage agricole :

Cette tâche rémunère au Mètre - Linéaire (ML), la construction d'un dalot de 4 m x4 m (Largeur x Hauteur) traversant la chaussée pour permettre le passage des engins agricoles et autres y compris terrassement, béton de propreté, béton armé, coffrage et ferrailage suivant l'étude d'exécution approuvée par les services techniques. Le dalot sera livré clé en main.

2.9. NOUVELLES TACHES INTRODUITES :

2.9.1. Tâche n°9.01 :

Cette tâche rémunère à l'Unité (U), l'abattage des arbres dont la circonférence du tronc mesurée à 1 m au-dessus du sol et de diamètre supérieur à vingt centimètres (20cm). Cette tâche comprend le chargement et le transport des matériaux extraits à la décharge de dépôt et toutes sujétions de bonne exécution.

2.9.2. Tâche n°9.02 :

Cette tâche rémunère au Mètre-Cube (M3), la fourniture, transport et mise en œuvre d'un matériau granitaire 0/31,5 y compris étalage, arrosage, compactage et toutes sujétions de bonne exécution.

2.9.3. Tâche n°9.03 :

Cette tâche rémunère au Mètre-Linéaire (ML), la mise en œuvre de glissière double en béton adhérent D.B.A. avec machine à coffrage glissant y compris béton de propreté, semelles éventuelles, ferrailage et toutes sujétions de bonne exécution.

2.9.4. Tâche n°9.04 :

Cette Tâche rémunère au Mètre-Linéaire (ML), la mise en œuvre de glissière simple en béton adhérent G.B.A. avec machine à coffrage glissant y compris béton de propreté, semelles éventuelles, ferrailage et toutes sujétions de bonne exécution.

2.9.5. Tâche n°9.05 :

Mise en œuvre de glissière double en béton adhérent D.B.A. avec machine à coffrage glissant y compris béton de propreté, semelles éventuelles, ferrailage et toutes sujétions de bonne exécution.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons découvert l'entreprise STARR et le type de projet sur lequel nous allons travailler dans le chapitre suivant.

La connaissance de l'entreprise, de ses capacités, de ses moyens, de son domaine d'activité et dès ses moyennes financière va nous faciliter la tâche de la programmation et de l'estimation des durées de la réalisation des projets d'un côté, et la maîtrise du déroulement des projets d'un autre côté.

Les projets de ce type réalisés par l'entreprise STARR passent en général par les tâches que nous avons détaillées précédemment. Et donc, la planification que nous allons faire par l'application de la méthode PERT probabiliste sera basée sur ces tâches et leurs séquences.

Dans le prochain chapitre nous appliquerons la méthode PERT probabiliste sur ce genre de projet pour trouver les meilleurs résultats pour une meilleure planification ou nous allons simuler le déroulement du projet par le logiciel MS Project.

CHAPITRE IV :

*Application de la
méthode PERT
probabiliste sur le
projet d'un
doublement d'une
route national*

CHAPITRE IV :

Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

INTRODUCTION :

La gestion de projet en elle-même est un domaine qui nécessite des compétences énormes et de connaissances larges en termes de management, de gestion, de planification, de programmation, de maîtrise du domaine du projet et de maîtrise des outils informatiques de management de projets. Sur le marché, une large gamme de logiciel de gestion de projets existe (PMW (Project Management Workbench), GPM (Galaxys Project Management), MSP (Microsoft Project) ou son alternative Open Source Gantt Project, Open Workbench et bien d'autres.). Ce genre de logiciels permet de planifier et d'optimiser la gestion d'un projet.

Une aide à la gestion de projet sur ces divers aspects et phases est garantie par ces logiciels. L'assistance du chef de projet dans la planification, l'ordonnancement et le suivi de l'état d'avancement du projet et l'une des avantages de ces logiciels.

Dans cette partie du travail, nous allons utiliser l'un de ces logiciels qui est le MS Project pour planifier et modéliser le type de projets sur lequel nous avons parlé dans le chapitre précédent. Nous allons donc transformer les données théoriques et pratiques du projet en données informatiques pour pouvoir les exploiter dans la modélisation, la planification et l'étude d'optimisation et d'amélioration de ce genre de projet ce qui n'était pas utilisé auparavant par l'entreprise STARR et donc qui va présenter une nouvelle pour elle.

Le logiciel Microsoft EXCEL sera aussi utiliser pour le calculs des variances et des écarts types des déférentes taches ce qui est obligatoire pour l'application de la méthode PERT probabiliste.

Après cela, nous allons analyser et chercher des pistes d'amélioration et d'optimisation du projet en fonction des résultats obtenus et même nous allons proposer quelques solutions pratiques qui vont simplifier et optimiser les durées, les couts et les ressources du même projet.

1. Rappel sur l'approche probabiliste :

Dans cette approche, initiée par Clark (1962), la durée de la tâche n'est pas fixe mais peut varier de manière aléatoire selon une distribution de probabilité de type \square (loi Bêta). Pour chaque tâche, on définit :

- ✓ Une durée optimiste (t_{opt}),
- ✓ Une durée réaliste ou probable (t_{vra}),
- ✓ Une durée pessimiste (t_{pes}).

Ce qui amène à poser les trois questions suivantes : « quelle est la durée minimale ? », « quelle est la durée maximale ? », et « quelle est la durée la plus probable ».

- ✓ La forme de la distribution des temps de réalisation d'une tâche permet de déterminer la durée moyenne (t_m) qui servira pour calculer les dates et les marges du réseau.

$$T_m(T_i) = [t_{opt}(T_i) + 4t_{vra}(T_i) + t_{pes}(T_i)]/6$$

- ✓ Une fois estimée, la durée moyenne de chaque tâche, on calcule pour chacune d'elle la variance.

$$V(T_i) = ([t_{pes}(T_i) - t_{opt}(T_i)]/6)^2$$

- ✓ la durée moyenne du projet (T_{Projet}) correspondant à la somme des durées moyennes des tâches du chemin critique

$$T_{projet} = \sum T_{mi}$$

- ✓ l'écart type du projet (correspondant à la racine carrée de la somme des variances des tâches critiques, soit : $e(T_i) = \sqrt{V(T_i)}$)

2. Présentation et concept de Microsoft Project :

Il existe de nombreux outils logiciels facilitant la gestion de projet. Notre objectif est d'en dresser un logiciel seul, simple d'utilisation et peu onéreux : il s'agit de Microsoft Project (MSP)

Ms-Project : est l'outil de gestion de projet le plus répandu dans le grand public, il permet la réalisation des diagrammes de Gantt, des réseaux PERT, la gestion des ressources et l'optimisation de la planification.

MS Project permet la planification d'un projet : il est possible à tout moment créer des tâches et des jalons, définir les liens entre chaque tâche, les hiérarchiser.

MS Project a également la capacité d'estimer la durée ainsi que la charge de travail nécessaire pour accomplir une tâche définie.

Microsoft Project permet aussi la création de modèles qui permet à l'utilisateur de respecter une méthodologie ou un processus quelconque. Le projet peut être représenté graphiquement de différentes manières : diagramme de Gantt, réseau des tâches...etc.

Le pilotage du projet est possible par de multiples façons telles que la définition de la planification initiale, la saisie de l'avancement des tâches ou bien la planification finale.

Il est possible de mettre à jour l'avancement du projet de différentes façons :

1. avec la saisie d'un pourcentage d'avancement
2. avec la mise à jour de la durée réelle et de la durée restante
3. avec la mise à jour de la quantité de travail effective (qui a été réalisée) et restante.

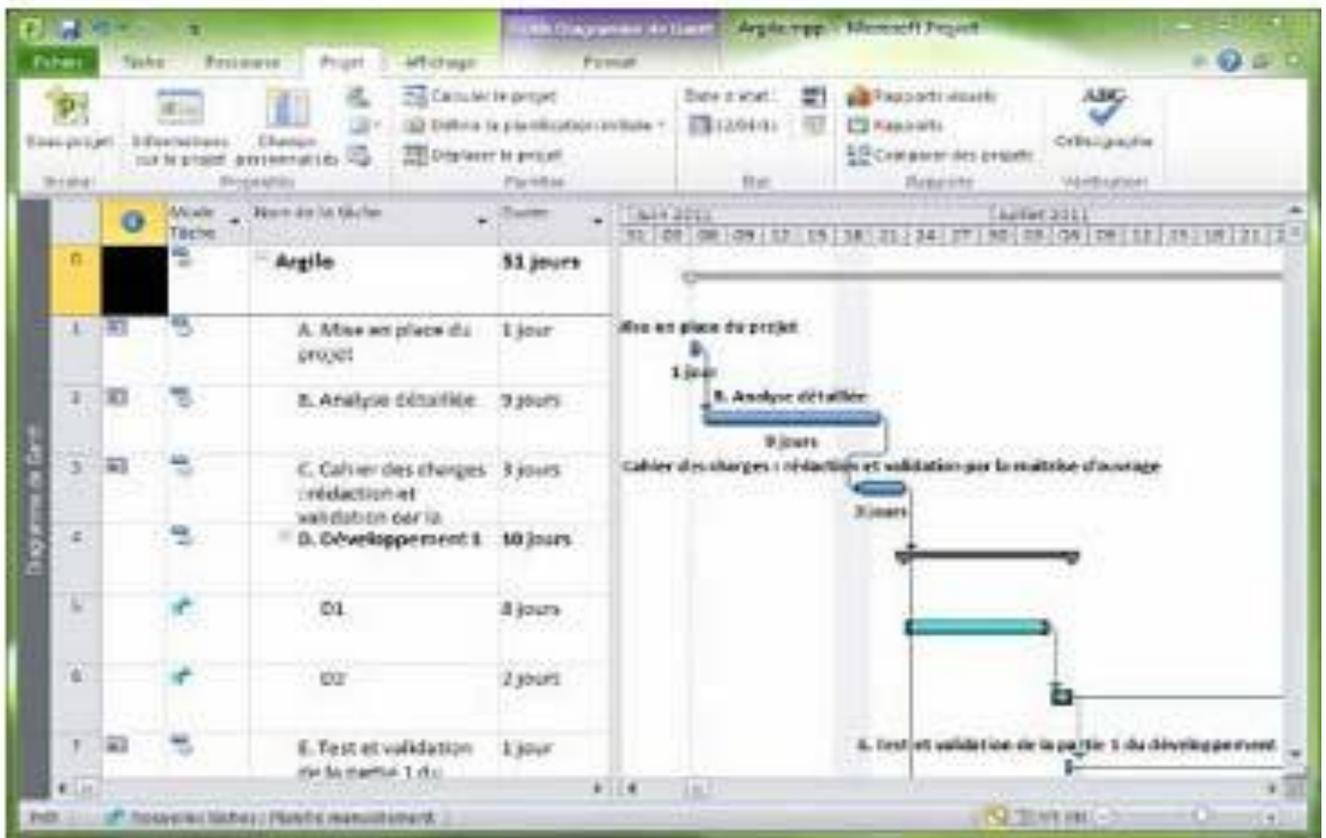


Figure 4. 1. –Exemple d'une application sur MS Project

Nous donnons ci-dessous quelques Principes de ce logiciel :

2.1.Fonctionnalités principales de MS Project :

Les fonctions principales de MS Project sont :

- ✓ Elaboration de diagramme de Pert
- ✓ Elaboration de diagramme de Gantt
- ✓ Affectation des équipes
- ✓ Gestion des jours fériés
- ✓ Génération automatique de documentation au format word, pdf et HTML

2.2. Les avantages de MS Project :

2.2.1. Gestion des ressources :

Microsoft Project permet la gestion des ressources : pour chaque projet, il est possible de créer des équipes, et leur affecter des ressources.

Il y a différents types de ressources :

1. Les ressources travail, qui effectuent les charges de travail (humains ou machines).
2. Les ressources matérielles, qui sont des ressources consommables avec possibilité de leur attribuer un nombre ou une quantité.
3. Les ressources coût, qui sont des frais associés à certains postes.

Ces ressources sont ensuite affectables à différentes tâches du projet.

Le planificateur d'équipe offre la possibilité de gérer un plan de capacité des ressources et d'allouer les tâches aux ressources.

MSP permet également, via un graphe des ressources, d'analyser les plans de charge des ressources. Des fonctionnalités permettent de résoudre les soucis de surutilisation des ressources et donc réorganiser les tâches de manière optimale.

2.2.2. Attribution d'un coût :

Pour chaque ressource, MSP peut lui attribuer un coût : coût unitaire (ressources matérielles), taux journalier (ressource travail). Vu qu'il est possible d'attribuer un coût à n'importe quelle ressource, Microsoft Project peut donc calculer le coût du projet. MS Project offre même la possibilité de prévoir un budget initial pour le projet, et le comparer au coût du projet calculé.

2.2.3. Analyse et communication du projet :

MS Project offre de nombreuses possibilités d'analyse des données, comme par exemple des rapports. En outre, les informations du projet sont exportables dans Microsoft Project pour analyser le travail, les coûts, les temps nécessaires... grâce aux tableaux, graphiques, diagrammes... Finalement, il est également possible de communiquer les informations du projet telles que le diagramme de Gantt ou même créer une frise chronologique pour un document de présentation Microsoft PowerPoint.

3. Présentation du model de projet sur Ms Project et l'application de la méthode PERT probabiliste sur le projet :

Par la suite, nous allons présenter le modèle que nous avons fait de l'application de la méthode PERT probabiliste sur le projet par MS Project et les différentes étapes sur lesquelles on est passé pour arriver à un modèle final et optimal, ces étapes sont illustrées par des captures.

- 1- Ouvrir un nouveau fichier et l'enregistrer sous le nom « pfe »

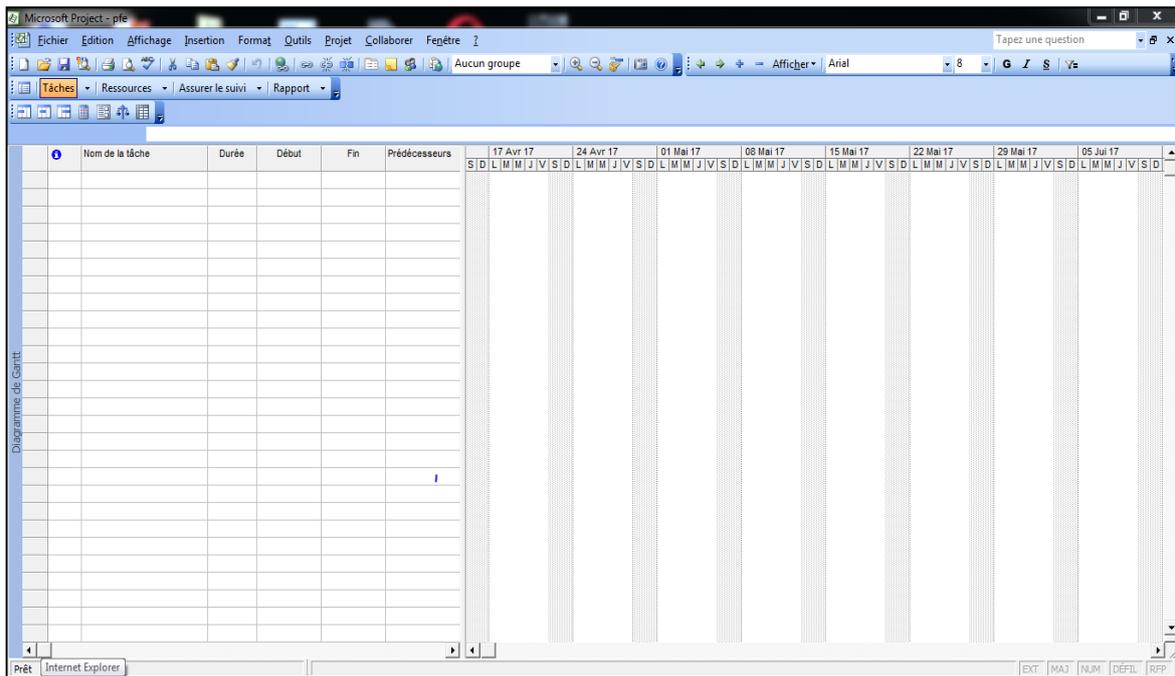


Figure 4. 2. L'Ouverture d'un fichier sur MS Project

- 2- Après l'ouverture du fichier, nous avons suivi l'enchaînement suivant : On est allé sur le menu Outils, puis on a cliqué sur Options et on a choisi l'option calendrier ; Ces étapes ont été pour but de modifier les heures de début et de fin du travail, les heures par jour et par semaine mais aussi les jours de travail par mois, et à la fin on a choisi le bouton Définir par défaut pour valider les modifications apportées au modèle. Dans le menu Outils on doit encore choisir l'outil Modifier l temps de travail pour indiquer les jours chômé et les jours ouvrés.

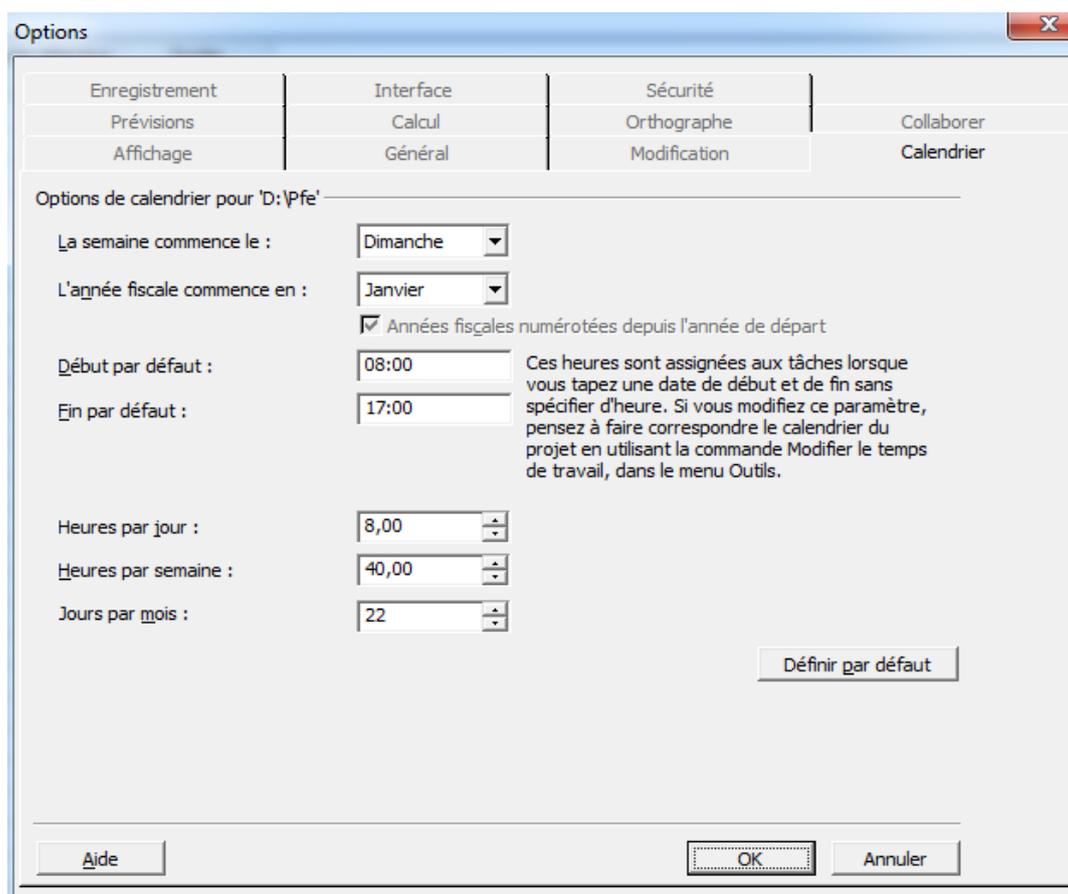


Figure 4. 3. Option calendrier sur MS Project

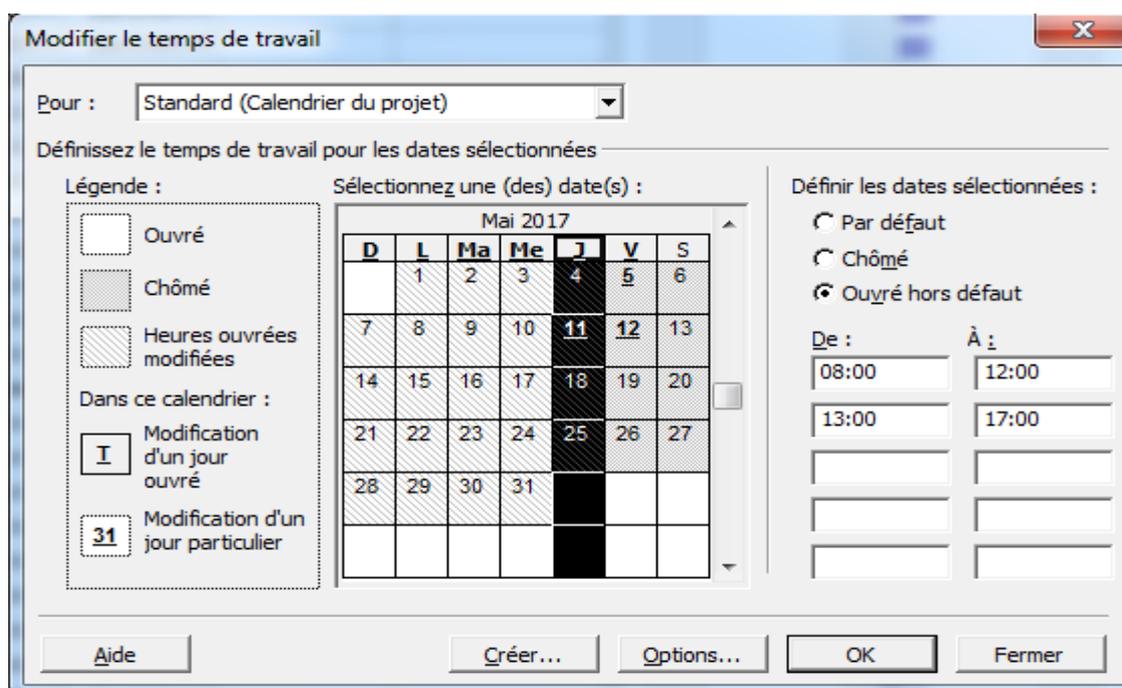


Figure 4. 4. l'outil Modifier le temps de travail sur MS Project

3- Insertion des taches avec la détermination du niveau hiérarchique

	Niveau hiérarchique	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1	1	▢ DEDOUBLEMENT D'UNE R.N	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17
2	2	Installation de chantier et amené du matériel	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
3	2	Repli du matériel	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
4	2	▢ II TERRASSEMENT	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
5	3	Décapage de la terre végétale	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
6	3	Scarification	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
7	3	Déblai en terrain meuble	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
8	3	Déblai rocheux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
9	3	Déblai semi rocheux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
10	3	Remblai d'emprunt en tuf ou en TVC	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
11	3	Eperon drainant au niveau des déblais	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
12	3	Renforcement des remblais en géotextile	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
13	2	▢ III ASSAINISSEMENT	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
14	3	Drainage sous fossés bétonnés	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
15	3	Descente d'eau	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
16	3	Construction de fossé bétonné légèrement armé	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
17	3	Regard en béton armé y compris toutes sujétions de bonne ex	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
18	3	Déblais pour fouilles	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
19	3	Remblai sélectionné	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
20	3	F/p buse phi 1200 y compris tête de buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
21	3	F/p buse phi 1000 y compris tête de buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
22	3	F/p buse phi 800 y compris tête de buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
23	3	F/p buse phi 500 y compris tête de buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
24	3	Béton de propreté pour fond de fouilles	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
25	3	Béton dosé à 350 kg	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
26	3	Acier FeE40A pour béton	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
27	3	Water stop pour joint de dilatations	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
28	3	Badigeonnage des parties enterrées	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
29	3	Demi buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17

Figure 4. 5. L'insertion des taches sur MS Project

	Niveau hiérarchique	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
30	2	▢ IV CHAUSSEE	61 jours?	Mer 26/04/17	Mer 19/07/17
31	3	Traitement granulaire du sol support	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
32	3	Couche anti contaminant	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
33	3	Couche de forme en TVO ou TVC	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
34	3	Fraisage	1 jour?	Mer 03/05/17	Mer 03/05/17
35	3	Couche de fondation en grave concassé 0/20	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17
36	3	Couche de base en grave bitume 0/20	1 jour?	Mer 24/05/17	Mer 24/05/17
37	3	Couche de roulement en béton bitumineux 0/14	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17
38	3	Couche d'imprégnation en cut back 0/1	1 jour?	Mar 23/05/17	Mar 23/05/17
39	3	Couche d'accrochage à émulsion cationique	1 jour?	Mar 18/07/17	Mar 18/07/17
40	3	Rechargement d'accotement en TVC	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17
41	3	F/P de bordures 15/25 pour trottoirs	1 jour?	Mer 14/06/17	Mer 14/06/17
42	3	Rechargement des terres plein en TV	1 jour?	Mer 28/06/17	Mer 28/06/17
43	3	Traitement à chaux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
44	2	▢ V OUVRAGES ET MATERIAUX DE PROTECTION	11 jours?	Mer 26/04/17	Mer 10/05/17
45	3	Béton de propreté pour fond de fouilles	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
46	3	Béton dosé à 350 kg	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
47	3	Acier FeE40A pour béton	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
48	3	Water stop pour joint de dilatations	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
49	3	Badigeonnage des parties enterrées	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
50	3	Gabions	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17
51	3	Protection de gazoduc et oléoduc	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17
52	3	Protection des talus par des soutènements provisoires	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
53	3	Enrochement	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
54	3	Démolition des ouvrages existants	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
55	2	▢ VI DEPLACEMENT DES RESEAUX	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
56	3	Déplacement de conduites existantes	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
57	3	Déplacement de lampadaires	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
58	3	Déplacement de poteaux électriques moy. tension	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17

Figure 4. 6. L'insertion des taches sur MS Project

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

	Niveau hiérarchique	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
60	3	Démolition du bâti	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
61	2	[-] VII SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17
62	3	[-] A) Signalisation horizontale	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
63	4	Marquage sur chaussée en ligne continue (2u,3u)	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
64	4	Marquage sur chaussée : ligne de stop et passage piétons	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
65	4	Marquage sur chaussée en ligne discontinue TYPE T1,T2	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
66	3	[-] B) Signalisation Verticale	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17
67	4	Panneaux type A, signaux d'avertissement de danger A11	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
68	4	Panneaux type B, signaux de priorité B2	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
69	4	Panneaux type C, signaux d'interdiction ou de restriction C	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
70	4	Panneaux type D, signaux d'obligation D2	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
71	4	Panneaux Type E, signaux de pré signalisation E1	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
72	4	Panneaux Type E, signaux de Direction E2c	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
73	4	Panneaux Type E, signaux de localisation E6/E7	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
74	4	Portique	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
75	4	Potence	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
76	4	Bornes kilométriques	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
77	4	Glissière de sécurité	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17
78	2	[-] VIII MESURES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	31 jours?	Mer 26/04/17	Mer 07/06/17
79	3	Plantation des arbres de fixation sur les talus et environnemer	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17
80	3	Plantation des arbres d'alignement	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17
81	3	Rétablissement des pistes existantes	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
82	3	Construcion d' un dalôt pour passage agricole.	1 jour?	Jeu 27/04/17	Jeu 27/04/17
83	2	[-] IX. NOUVEAUX TRAVAUX	61 jours?	Mer 26/04/17	Mer 19/07/17
84	3	Abattage des arbres.	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17
85	3	F/ et mise en œuvre d'un matériau granitaire 0/31,5.	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17
86	3	Mise en œuvre de glissière doublé en béton adhérent D.B.A.	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17
87	3	Mise en œuvre de glissière simple en béton adhérent G.B.A.	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17
88	3	F/P Bordure de trottoir giratoire G.M.	1 jour?	Jeu 15/06/17	Jeu 15/06/17

Figure 4. 7. L'insertion des tâches sur MS Project

Remarque : pour insérer une colonne de niveau hiérarchique il faut ajouter une nouvel colonne à droite de la colonne des tâches définit par cette manière :

Figure 4. 8. Définition de la colonne sur MS Project

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

4- Définir les prédécesseurs :

Niveau hiérarchique	1	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs
1	1	DEDOUBLEMENT D'UNE	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17	
2	2	Installation de chantier	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
3	2	Repli du matériel	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
4	2	II TERRASSEMENT	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
5	3	Décapage de la ter	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
6	3	Scarification	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	5DD
7	3	Déblai en terrain me	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
8	3	Déblai rocheux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
9	3	Déblai sems rocheux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
10	3	Remblai d'emprunt	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
11	3	Eperon drainant au	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	7DD
12	3	Renforcement des	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	10DD
13	2	III ASSAISSEMENT	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
14	3	Drainage sous foss	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	7DD
15	3	Descente d'eau	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
16	3	Construction de fos	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
17	3	Regard en béton ar	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
18	3	Déblais pour fouler	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
19	3	Remblai sélectionné	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
20	3	F/p buse phi 1200 y	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
21	3	F/p buse phi 1000 y	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
22	3	F/p buse phi 800 y	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
23	3	F/p buse phi 500 y	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
24	3	Béton de propreté j	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
25	3	Béton dosé à 350 k	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
26	3	Acier FeE40A pour	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
27	3	Water stop pour joi	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
27	3	Water stop pour joi	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
28	3	Badigeonnage des	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
29	3	Demi buse	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
30	2	IV CHAUSSEE	61 jours?	Mer 26/04/17	Mer 19/07/17	
31	3	Traitement granulai	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
32	3	Couche anti contan	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
33	3	Couche de forme e	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
34	3	Fraisage	1 jour?	Mer 03/05/17	Mer 03/05/17	5DD+5 jours
35	3	Couche de fondatio	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17	33DD+10 jours
36	3	Couche de base en	1 jour?	Mer 24/05/17	Mer 24/05/17	35DD+10 jours
37	3	Couche de rouleme	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17	36DD+40 jours
38	3	Couche d'imprégna	1 jour?	Mar 23/05/17	Mar 23/05/17	36DD-1 jour
39	3	Couche d'accrocha	1 jour?	Mer 18/07/17	Mer 18/07/17	37DD-1 jour
40	3	Rechargement d'ac	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17	36DD+10 jours
41	3	F/P de bordures 15	1 jour?	Mer 14/06/17	Mer 14/06/17	40DD+5 jours
42	3	Rechargement des	1 jour?	Mer 28/06/17	Mer 28/06/17	40DD+15 jours
43	3	Traitement à chaux	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
44	2	V OUVRAGES ET MA	11 jours?	Mer 26/04/17	Mer 10/05/17	
45	3	Béton de propreté j	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
46	3	Béton dosé à 350 k	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
47	3	Acier FeE40A pour	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
48	3	Water stop pour joi	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
49	3	Badigeonnage des	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
50	3	Gabions	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17	5DD+10 jours
51	3	Protection de gazoc	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17	5DD+10 jours
52	3	Protection des talus	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
53	3	Enrochement	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	

Niveau hiérarchique	1	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs
53	3	Enrochement	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
54	3	Démolition des ouvr	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
55	2	VI DEPLACEMENT DE	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
56	3	Déplacement de co	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
57	3	Déplacement de lan	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
58	3	Déplacement de po	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
59	3	Déplacement de po	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
60	3	Démolition du bâti	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
61	2	VII SIGNALISATION E	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17	
62	3	A) Signalisation h	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	
63	4	Marquage sur c	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
64	4	Marquage sur c	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
65	4	Marquage sur c	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
66	3	B) Signalisation V	71 jours?	Mer 26/04/17	Mer 02/08/17	
67	4	Panneaux type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
68	4	Panneaux type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
69	4	Panneaux type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
70	4	Panneaux type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
71	4	Panneaux Type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
72	4	Panneaux Type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
73	4	Panneaux Type	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
74	4	Portique	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
75	4	Potence	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
76	4	Bornes kilométri	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
77	4	Glissière de séc	1 jour?	Mer 02/08/17	Mer 02/08/17	37DD+10 jours
78	2	VIII MESURES D'IMP	31 jours?	Mer 26/04/17	Mer 07/06/17	
79	3	Plantation des arbre	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17	5DD+30 jours
80	3	Plantation des arbre	1 jour?	Mer 07/06/17	Mer 07/06/17	5DD+30 jours
81	3	Rétablissement des	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	
82	3	Construction d'un d	1 jour?	Jeu 27/04/17	Jeu 27/04/17	45
83	2	IX. NOUVEAUX TRA	61 jours?	Mer 26/04/17	Mer 19/07/17	
84	3	Abattage des arbre	1 jour?	Mer 26/04/17	Mer 26/04/17	6DD
85	3	F/ et mise en ceuvr	1 jour?	Mer 10/05/17	Mer 10/05/17	35DD
86	3	Mise en ceuvre de c	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17	37DD
87	3	Mise en ceuvre de c	1 jour?	Mer 19/07/17	Mer 19/07/17	86DD
88	3	F/P Bordure de trot	1 jour?	Jeu 15/06/17	Jeu 15/06/17	41

Figure 4. 9. Définition des prédécesseurs sur MS Project

5- Dans le menu Affichage, on doit cliquer sur Barres d'outils, puis sur Analyse PERT.

6- Dans la barre d'outils **Analyse PERT** , Nous devons cliquer sur **Feuille d'entrée PERT** 

7- Pour chaque tâche, nous devons spécifier les durées optimistes, attendues et pessimistes dans les champs **Durée optimiste**, **Durée attendue** et **Durée pessimiste** respectivement.

Pour pouvoir réaliser ce modèle nous avons utilisé les données collectées des sources suivantes :

- Le Planning du projet Maghnia- Mghagha réalisé par l'entreprise STARR,
- Le Responsable d'étude de marché dans le département des Travaux dans la même entreprise,
- Les avis des experts dans le domaine des travaux publics après les avoir consulté.

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
1	<input type="checkbox"/> DEDOUBLEMENT D'UNE R.N	71 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
2	Installation de chantier et amené du matériel	1 jour?	30 jours	38 jours	40 jours
3	Repli du matériel	1 jour?	15 jours	20 jours	25 jours
4	<input type="checkbox"/> II TERRASSEMENT	1 jour?	0 jour	0 jour	0 jour
5	Décapage de la terre végétale	1 jour?	50 jours	55 jours	60 jours
6	Scarification	1 jour?	17 jours	27 jours	40 jours
7	Déblai en terrain meuble	1 jour?	208 jours	287 jours	300 jours
8	Déblai rocheux	1 jour?	110 jours	112 jours	120 jours
9	Déblai semi rocheux	1 jour?	70 jours	78 jours	90 jours
10	Remblai d'emprunt en tuf ou en TVC	1 jour?	100 jours	120 jours	125 jours
11	Eperon drainant au niveau des déblais	1 jour?	90 jours	105 jours	120 jours
12	Renforcement des remblais en géotextile	1 jour?	50 jours	95 jours	105 jours
13	<input type="checkbox"/> III ASSAINISSEMENT	1 jour?	0 jour	0 jour	0 jour
14	Drainage sous fossés bétonnés	1 jour?	60 jours	80 jours	80 jours
15	Descente d'eau	1 jour?	48 jours	54 jours	60 jours
16	Construction de fossé bétonné légèrement armé	1 jour?	55 jours	75 jours	100 jours
17	Regard en béton armé y compris toutes sujétions de	1 jour?	26 jours	28 jours	30 jours
18	Déblais pour fouilles	1 jour?	35 jours	40 jours	60 jours
19	Remblai sélectionné	1 jour?	28 jours	35 jours	40 jours
20	F/p buse phi 1200 y compris tête de buse	1 jour?	76 jours	87 jours	90 jours
21	F/p buse phi 1000 y compris tête de buse	1 jour?	132 jours	150 jours	160 jours
22	F/p buse phi 800 y compris tête de buse	1 jour?	48 jours	52 jours	60 jours
23	F/p buse phi 500 y compris tête de buse	1 jour?	135 jours	149 jours	160 jours
24	Béton de propreté pour fond de fouilles	1 jour?	17 jours	25 jours	30 jours
25	Béton dosé à 350 kg	1 jour?	67 jours	71 jours	80 jours
26	Acier FeE40A pour béton	1 jour?	63 jours	87 jours	100 jours
27	Water stop pour joint de dilatations	1 jour?	42 jours	54 jours	60 jours
28	Badigeonnage des parties enterrées	1 jour?	37 jours	49 jours	60 jours
29	Demi buse	1 jour?	40 jours	51 jours	60 jours
30	<input type="checkbox"/> IV CHAUSSEE	61 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
31	Traitement granulaire du sol support	1 jour?	80 jours	100 jours	140 jours

Figure 4. 10.L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
32	Couche anti contaminant	1 jour?	25 jours	45 jours	60 jours
33	Couche de forme en TVO ou TVC	1 jour?	44 jours	65 jours	90 jours
34	Fraisage	1 jour?	55 jours	61 jours	70 jours
35	Couche de fondation en grave concassé 0/20	1 jour?	237 jours	280 jours	300 jours
36	Couche de base en grave bitume 0/20	1 jour?	80 jours	87 jours	90 jours
37	Couche de roulement en béton bitumineux 0/14	1 jour?	38 jours	49 jours	60 jours
38	Couche d'imprégnation en cut back 0/1	1 jour?	70 jours	90 jours	110 jours
39	Couche d'accrochage à émulsion cationique	1 jour?	40 jours	45 jours	60 jours
40	Rechargement d'accotement en TVC	1 jour?	65 jours	70 jours	80 jours
41	F/P de bordures 15/25 pour trottoirs	1 jour?	48 jours	55 jours	60 jours
42	Rechargement des terres plein en TV	1 jour?	30 jours	33 jours	40 jours
43	Traitement à la chaux	1 jour?	16 jours	20 jours	30 jours
44	▣ V OUVRAGES ET MATERIAUX DE PROTECTION	11 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
45	Béton de propreté pour fond de fouilles	1 jour?	7 jours	8 jours	10 jours
46	Béton dosé à 350 kg	1 jour?	30 jours	35 jours	40 jours
47	Acier FeE40A pour béton	1 jour?	35 jours	46 jours	60 jours
48	Water stop pour joint de dilatations	1 jour?	20 jours	26 jours	30 jours
49	Badigeonnage des parties enterrées	1 jour?	47 jours	53 jours	60 jours
50	Gabions	1 jour?	69 jours	82 jours	90 jours
51	Protection de gazoduc et oléoduc	1 jour?	49 jours	53 jours	60 jours
52	Protection des talus par des soutènements provisoir	1 jour?	78 jours	85 jours	100 jours
53	Enrochement	1 jour?	73 jours	81 jours	90 jours
54	Démolition des ouvrages existants	1 jour?	40 jours	45 jours	60 jours
55	▣ VI DEPLACEMENT DES RESEAUX	1 jour?	0 jour	0 jour	0 jour
56	Déplacement de conduites existantes	1 jour?	24 jours	27 jours	30 jours
57	Déplacement de lampadaires	1 jour?	38 jours	40 jours	45 jours
58	Déplacement de poteaux électriques moy. tension	1 jour?	20 jours	26 jours	30 jours
59	Déplacement de poteaux téléphoniques	1 jour?	12 jours	14 jours	15 jours
60	Démolition du bâti	1 jour?	6 jours	8 jours	10 jours
61	▣ VII SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS	71 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
62	▣ A) Signalisation horizontale	1 jour?	0 jour	0 jour	0 jour

Figure 4. 11.L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
62	▣ A) Signalisation horizontale	1 jour?	0 jour	0 jour	0 jour
63	Marquage sur chaussée en ligne continue (2u,3i)	1 jour?	27 jours	35 jours	40 jours
64	Marquage sur chaussée : ligne de stop et passa	1 jour?	7 jours	9 jours	10 jours
65	Marquage sur chaussée en ligne discontinue TY	1 jour?	20 jours	25 jours	30 jours
66	▣ B) Signalisation Verticale	71 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
67	Panneaux type A, signaux d'avertissement de di	1 jour?	20 jours	23 jours	30 jours
68	Panneaux type B, signaux de priorité B2	1 jour?	9 jours	13 jours	15 jours
69	Panneaux type C, signaux d'interdiction ou de re	1 jour?	20 jours	24 jours	30 jours
70	Panneaux type D, signaux d'obligation D2	1 jour?	10 jours	12 jours	15 jours
71	Panneaux Type E, signaux de pré signalisation E	1 jour?	13 jours	14 jours	15 jours
72	Panneaux Type E, signaux de Direction E2c	1 jour?	19 jours	29 jours	30 jours
73	Panneaux Type E, signaux de localisation E6/E7	1 jour?	1,5 jours	2 jours	2 jours
74	Portique	1 jour?	10 jours	12 jours	15 jours
75	Potence	1 jour?	32 jours	37 jours	40 jours
76	Bornes kilométriques	1 jour?	7 jours	9 jours	10 jours
77	Glissière de sécurité	1 jour?	6,5 jours	8 jours	10 jours
78	▣ VIII MESURES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	31 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
79	Plantation des arbres de fixation sur les talus et env	1 jour?	60 jours	88 jours	90 jours
80	Plantation des arbres d'alignement	1 jour?	124 jours	128 jours	150 jours
81	Rétablissement des pistes existantes	1 jour?	35 jours	40 jours	45 jours
82	Construcion d' un dalôt pour passage agricole.	1 jour?	50 jours	55 jours	60 jours
83	▣ IX. NOUVEAUX TRAVAUX	61 jours?	0 jour	0 jour	0 jour
84	Abattage des arbres.	1 jour?	23 jours	27 jours	30 jours
85	F/ et mise en œuvre d'un matériau granitaire 0/31,5.	1 jour?	38 jours	47 jours	60 jours
86	Mise en œuvre de glissière doublé en béton adhérei	1 jour?	109 jours	111 jours	120 jours
87	Mise en œuvre de glissière simple en béton adhérer	1 jour?	129 jours	133 jours	150 jours
88	F/P Bordure de trottoir giratoire G.M.	1 jour?	19 jours	24 jours	30 jours

Figure 4. 12.L'insertion des durées optimistes, attendues et pessimistes sur Ms Project

- 8- Nous devons cliquer sur Calculer PERT  , puis sur Oui dans la boîte de dialogue qui s'affiche.

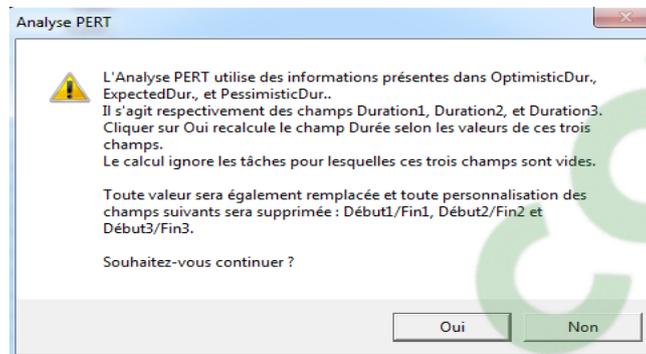


Figure 4. 13.Boite de dialogue de l'Analyse Pert sur Ms Project

MS Project 2003 calcule la durée d'un seul projet basée sur une moyenne pondérée des trois valeurs de durée de chaque tâche (1 4 1) selon la formule suivante puis il affiche les résultats de la durée

$$tm(Ti) = [topt(Ti) + 4tvra(Ti) + tpes(Ti)]/6$$

Les resultants obtenus sont:

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
1	DEDOUBLEMENT D'UNE R.N	286,17 jours?	247 jours	290 jours	310 jours
2	Installation de chantier et amené du matériel	37 jours?	30 jours	38 jours	40 jours
3	Repli du matériel	20 jours?	15 jours	20 jours	25 jours
4	II TERRASSEMENT	276 jours?	208 jours	287 jours	300 jours
5	Décapage de la terre végétale	55 jours?	50 jours	55 jours	60 jours
6	Scarification	27,5 jours?	17 jours	27 jours	40 jours
7	Déblai en terrain meuble	276 jours?	208 jours	287 jours	300 jours
8	Déblai rocheux	113 jours?	110 jours	112 jours	120 jours
9	Déblai semi rocheux	78,67 jours?	70 jours	78 jours	90 jours
10	Remblai d'emprunt en tuf ou en TVC	117,5 jours?	100 jours	120 jours	125 jours
11	Eperon drainant au niveau des déblais	105 jours?	90 jours	105 jours	120 jours
12	Renforcement des remblais en géotextile	89,17 jours?	50 jours	95 jours	105 jours
13	III ASSAINISSEMENT	148,67 jours?	135 jours	150 jours	160 jours
14	Drainage sous fossés bétonnés	76,67 jours?	60 jours	80 jours	80 jours
15	Descente d'eau	54 jours?	48 jours	54 jours	60 jours
16	Construction de fossé bétonné légèrement armé	75,83 jours?	55 jours	75 jours	100 jours
17	Regard en béton armé y compris toutes sujétions de	28 jours?	26 jours	28 jours	30 jours
18	Déblais pour fouilles	42,5 jours?	35 jours	40 jours	60 jours
19	Remblai sélectionné	34,67 jours?	28 jours	35 jours	40 jours
20	F/p buse phi 1200 y compris tête de buse	85,67 jours?	76 jours	87 jours	90 jours
21	F/p buse phi 1000 y compris tête de buse	148,67 jours?	132 jours	150 jours	160 jours
22	F/p buse phi 800 y compris tête de buse	52,67 jours?	48 jours	52 jours	60 jours
23	F/p buse phi 500 y compris tête de buse	148,5 jours?	135 jours	149 jours	160 jours
24	Béton de propreté pour fond de fouilles	24,5 jours?	17 jours	25 jours	30 jours
25	Béton dosé à 350 kg	71,83 jours?	67 jours	71 jours	80 jours
26	Acier FeE40A pour béton	85,17 jours?	63 jours	87 jours	100 jours
27	Water stop pour joint de dilatations	53 jours?	42 jours	54 jours	60 jours
28	Badigeonnage des parties enterrées	48,83 jours?	37 jours	49 jours	60 jours
29	Demi buse	50,67 jours?	40 jours	51 jours	60 jours
30	IV CHAUSSEE	286,17 jours?	247 jours	290 jours	310 jours
31	Traitement granulaire du sol support	103,33 jours?	80 jours	100 jours	140 jours

Figure 4. 14.Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
32	Couche anti contaminant	44,17 jours?	25 jours	45 jours	60 jours
33	Couche de forme en TVO ou TVC	65,67 jours?	44 jours	65 jours	90 jours
34	Fraisage	61,5 jours?	55 jours	61 jours	70 jours
35	Couche de fondation en grave concassé 0/20	276,17 jours?	237 jours	280 jours	300 jours
36	Couche de base en grave bitume 0/20	86,33 jours?	80 jours	87 jours	90 jours
37	Couche de roulement en béton bitumineux 0/14	49 jours?	38 jours	49 jours	60 jours
38	Couche d'imprégnation en cut back 0/1	90 jours?	70 jours	90 jours	110 jours
39	Couche d'accrochage à l'émulsion cationique	46,67 jours?	40 jours	45 jours	60 jours
40	Rechargement d'accotement en TVC	70,83 jours?	65 jours	70 jours	80 jours
41	F/P de bordures 15/25 pour trottoirs	54,67 jours?	48 jours	55 jours	60 jours
42	Rechargement des terres plein en TV	33,67 jours?	30 jours	33 jours	40 jours
43	Traitement à la chaux	21 jours?	16 jours	20 jours	30 jours
44	▣ V OUVRAGES ET MATERIAUX DE PROTECTION	91,17 jours?	79 jours	92 jours	100 jours
45	Béton de propreté pour fond de fouilles	8,17 jours?	7 jours	8 jours	10 jours
46	Béton dosé à 350 kg	35 jours?	30 jours	35 jours	40 jours
47	Acier FeE40A pour béton	46,5 jours?	35 jours	46 jours	60 jours
48	Water stop pour joint de dilatations	25,67 jours?	20 jours	26 jours	30 jours
49	Badigeonnage des parties enterrées	53,17 jours?	47 jours	53 jours	60 jours
50	Gabions	81,17 jours?	69 jours	82 jours	90 jours
51	Protection de gazoduc et oléoduc	53,5 jours?	49 jours	53 jours	60 jours
52	Protection des talus par des soutènements provisoii	86,33 jours?	78 jours	85 jours	100 jours
53	Enrochement	81,17 jours?	73 jours	81 jours	90 jours
54	Démolition des ouvrages existants	46,67 jours?	40 jours	45 jours	60 jours
55	▣ VI DEPLACEMENT DES RESEAUX	40,5 jours?	38 jours	40 jours	45 jours
56	Déplacement de conduites existantes	27 jours?	24 jours	27 jours	30 jours
57	Déplacement de lampadaires	40,5 jours?	38 jours	40 jours	45 jours
58	Déplacement de poteaux électriques moy. tension	25,67 jours?	20 jours	26 jours	30 jours
59	Déplacement de poteaux téléphoniques	13,83 jours?	12 jours	14 jours	15 jours
60	Démolition du bâti	8 jours?	6 jours	8 jours	10 jours
61	▣ VII SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS	104,5 jours?	97 jours	105 jours	110 jours
62	▣ A) Signalisation horizontale	34,5 jours?	27 jours	35 jours	40 jours

Figure 4. 15.Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

	Nom de la tâche	Durée	Durée optimiste	Durée attendue	Durée pessimiste
62	▣ A) Signalisation horizontale	34,5 jours?	27 jours	35 jours	40 jours
63	Marquage sur chaussée en ligne continue (2u,3u)	34,5 jours?	27 jours	35 jours	40 jours
64	Marquage sur chaussée : ligne de stop et passa	8,83 jours?	7 jours	9 jours	10 jours
65	Marquage sur chaussée en ligne discontinue TY	25 jours?	20 jours	25 jours	30 jours
66	▣ B) Signalisation Verticale	97,5 jours?	90 jours	99 jours	100 jours
67	Panneaux type A, signaux d'avertissement de di	23,67 jours?	20 jours	23 jours	30 jours
68	Panneaux type B, signaux de priorité B2	12,67 jours?	9 jours	13 jours	15 jours
69	Panneaux type C, signaux d'interdiction ou de re	24,33 jours?	20 jours	24 jours	30 jours
70	Panneaux type D, signaux d'obligation D2	12,17 jours?	10 jours	12 jours	15 jours
71	Panneaux Type E, signaux de pré signalisation E	14 jours?	13 jours	14 jours	15 jours
72	Panneaux Type E, signaux de Direction E2c	27,5 jours?	19 jours	29 jours	30 jours
73	Panneaux Type E, signaux de localisation E6/E7	1,92 jours?	1,5 jours	2 jours	2 jours
74	Portique	12,17 jours?	10 jours	12 jours	15 jours
75	Potence	36,67 jours?	32 jours	37 jours	40 jours
76	Bornes kilométriques	8,83 jours?	7 jours	9 jours	10 jours
77	Glissière de sécurité	8,08 jours?	6,5 jours	8 jours	10 jours
78	▣ VIII MESURES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	161 jours?	154 jours	158 jours	180 jours
79	Plantation des arbres de fixation sur les talus et env	83,67 jours?	60 jours	88 jours	90 jours
80	Plantation des arbres d'alignement	131 jours?	124 jours	128 jours	150 jours
81	Rétablissement des pistes existantes	40 jours?	35 jours	40 jours	45 jours
82	Construcion d' un dalôt pour passage agricole.	55 jours?	50 jours	55 jours	60 jours
83	▣ IX. NOUVEAUX TRAVAUX	195,17 jours?	189 jours	193 jours	210 jours
84	Abattage des arbres.	26,83 jours?	23 jours	27 jours	30 jours
85	F/ et mise en œuvre d'un matériau granitaire 0/31,5.	47,67 jours?	38 jours	47 jours	60 jours
86	Mise en œuvre de glissière doublé en béton adhérei	112,17 jours?	109 jours	111 jours	120 jours
87	Mise en œuvre de glissière simple en béton adhérer	135,17 jours?	129 jours	133 jours	150 jours
88	F/P Bordure de trottoir giratoire G.M.	24,17 jours?	19 jours	24 jours	30 jours

Figure 4. 16 .Les résultats de l'analyse PERT sur Ms Project

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

9- Après avoir fini le travail voulu sur MS Project, et pour calculer les variances des taches on a fait appel au logiciel Microsoft Excel. Et pour faire cela, nous avons premièrement copié les durées optimistes, attendues, pessimistes et moyennes sur un fichier Excel et on a calculé les variances selon la formule suivantes :

$$\ll v(T_i) = ([t_{pes}(T_i) - t_{opt}(T_i)]/6)^2 \gg$$

A la fin du calcul nous avons obtenu les résultats suivants :

E2						fx = ((C2-A2)/6)^2					
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	Dopt	Datt	Dpes	Dmoy	Variance	33	25	45	60	44,17	34,027778
2	247	290	310	286,17	110,25	34	44	65	90	65,67	58,777778
3	30	38	40	37	2,777778	35	55	61	70	61,5	6,25
4	15	20	25	20	2,777778	36	237	280	300	276,17	110,25
5	208	287	300	276	235,1111	37	80	87	90	86,33	2,777778
6	50	55	60	55	2,777778	38	38	49	60	49	13,444444
7	17	27	40	27,5	14,694444	39	70	90	110	90	44,444444
8	208	287	300	276	235,1111	40	40	45	60	46,67	11,111111
9	110	112	120	113	2,777778	41	65	70	80	70,83	6,25
10	70	78	90	78,67	11,111111	42	48	55	60	54,67	4
11	100	120	125	117,5	17,361111	43	30	33	40	33,67	2,777778
12	90	105	120	105	25	44	16	20	30	21	5,444444
13	50	95	105	89,17	84,027778	45	79	92	100	91,17	12,25
14	135	150	160	148,67	17,361111	46	7	8	10	8,17	0,25
15	60	80	80	76,67	11,111111	47	30	35	40	35	2,777778
16	48	54	60	54	4	48	35	46	60	46,5	17,361111
17	55	75	100	75,83	56,25	49	20	26	30	25,67	2,777778
18	26	28	30	28	0,444444	50	47	53	60	53,17	4,694444
19	35	40	60	42,5	17,361111	51	69	82	90	81,17	12,25
20	28	35	40	34,67	4	52	49	53	60	53,5	3,361111
21	76	87	90	85,67	5,444444	53	78	85	100	86,33	13,444444
22	132	150	160	148,67	21,777778	54	73	81	90	81,17	8,027778
23	48	52	60	52,67	4	55	40	45	60	46,67	11,111111
24	135	149	160	148,5	17,361111	56	38	40	45	40,5	1,361111
25	17	25	30	24,5	4,694444	57	24	27	30	27	1
26	67	71	80	71,83	4,694444	58	38	40	45	40,5	1,361111
27	63	87	100	85,17	38,027778	59	20	26	30	25,67	2,777778
28	42	54	60	53	9	60	12	14	15	13,83	0,25
29	37	49	60	48,83	14,694444	61	6	8	10	8	0,444444
30	40	51	60	50,67	11,111111	62	97	105	110	104,5	4,694444
31	247	290	310	286,17	110,25	63	27	35	40	34,5	4,694444
32	80	100	140	103,33	100	64	27	35	40	34,5	4,694444
33	25	45	60	44,17	34,027778	65	7	9	10	8,83	0,25

Figure 4. 17. Le calcul des variances sur Microsoft Excel

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

	A	B	C	D	E
66	20	25	30	25	2,7777778
67	90	99	100	97,5	2,7777778
68	20	23	30	23,67	2,7777778
69	9	13	15	12,67	1
70	20	24	30	24,33	2,7777778
71	10	12	15	12,17	0,6944444
72	13	14	15	14	0,1111111
73	19	29	30	27,5	3,3611111
74	1,5	2	2	1,92	0,0069444
75	10	12	15	12,17	0,6944444
76	32	37	40	36,67	1,7777778
77	7	9	10	8,83	0,25
78	6,5	8	10	8,08	0,3402778
79	154	158	180	161	18,777778
80	60	88	90	83,67	25
81	124	128	150	131	18,777778
82	35	40	45	40	2,7777778
83	50	55	60	55	2,7777778
84	189	193	210	195,17	12,25
85	23	27	30	26,83	1,3611111
86	38	47	60	47,67	13,444444
87	109	111	120	112,17	3,3611111
88	129	133	150	135,17	12,25
89	19	24	30	24,17	3,3611111

Figure 4. 18. Le calcul des variances sur Microsoft Excel

10- formule Dans cette étape on a calculé le risque en utilisant la formule suivante:

$$R(T_i) = [t_{pes}(T_i) - t_{opt}(T_i)] / t_{pes}(T_i)$$

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

F2							f _x = (C2-A2)/C2						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	Dopt	Datt	Dpes	Dmoy	Variance	Risque	34	44	65	90	65,67	58,777778	0,5111111
2	247	290	310	286,17	110,25	0,2032258	35	55	61	70	61,5	6,25	0,2142857
3	30	38	40	37	2,7777778	0,25	36	237	280	300	276,17	110,25	0,21
4	15	20	25	20	2,7777778	0,4	37	80	87	90	86,33	2,7777778	0,1111111
5	208	287	300	276	235,11111	0,3066667	38	38	49	60	49	13,444444	0,3666667
6	50	55	60	55	2,7777778	0,1666667	39	70	90	110	90	44,444444	0,3636364
7	17	27	40	27,5	14,694444	0,575	40	40	45	60	46,67	11,111111	0,3333333
8	208	287	300	276	235,11111	0,3066667	41	65	70	80	70,83	6,25	0,1875
9	110	112	120	113	2,7777778	0,0833333	42	48	55	60	54,67	4	0,2
10	70	78	90	78,67	11,111111	0,2222222	43	30	33	40	33,67	2,7777778	0,25
11	100	120	125	117,5	17,361111	0,2	44	16	20	30	21	5,4444444	0,4666667
12	90	105	120	105	25	0,25	45	79	92	100	91,17	12,25	0,21
13	50	95	105	89,17	84,027778	0,5238095	46	7	8	10	8,17	0,25	0,3
14	135	150	160	148,67	17,361111	0,15625	47	30	35	40	35	2,7777778	0,25
15	60	80	80	76,67	11,111111	0,25	48	35	46	60	46,5	17,361111	0,4166667
16	48	54	60	54	4	0,2	49	20	26	30	25,67	2,7777778	0,3333333
17	55	75	100	75,83	56,25	0,45	50	47	53	60	53,17	4,6944444	0,2166667
18	26	28	30	28	0,4444444	0,1333333	51	69	82	90	81,17	12,25	0,2333333
19	35	40	60	42,5	17,361111	0,4166667	52	49	53	60	53,5	3,3611111	0,1833333
20	28	35	40	34,67	4	0,3	53	78	85	100	86,33	13,444444	0,22
21	76	87	90	85,67	5,4444444	0,1555556	54	73	81	90	81,17	8,0277778	0,1888889
22	132	150	160	148,67	21,777778	0,175	55	40	45	60	46,67	11,111111	0,3333333
23	48	52	60	52,67	4	0,2	56	38	40	45	40,5	1,3611111	0,1555556
24	135	149	160	148,5	17,361111	0,15625	57	24	27	30	27	1	0,2
25	17	25	30	24,5	4,6944444	0,4333333	58	38	40	45	40,5	1,3611111	0,1555556
26	67	71	80	71,83	4,6944444	0,1625	59	20	26	30	25,67	2,7777778	0,3333333
27	63	87	100	85,17	38,027778	0,37	60	12	14	15	13,83	0,25	0,2
28	42	54	60	53	9	0,3	61	6	8	10	8	0,4444444	0,4
29	37	49	60	48,83	14,694444	0,3833333	62	97	105	110	104,5	4,6944444	0,1181818
30	40	51	60	50,67	11,111111	0,3333333	63	27	35	40	34,5	4,6944444	0,325
31	247	290	310	286,17	110,25	0,2032258	64	27	35	40	34,5	4,6944444	0,325
32	80	100	140	103,33	100	0,4285714	65	7	9	10	8,83	0,25	0,3
33	25	45	60	44,17	34,027778	0,5833333	66	20	25	30	25	2,7777778	0,3333333

Figure 4. 19. Le calcul des risques sur Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F
67	90	99	100	97,5	2,7777778	0,1
68	20	23	30	23,67	2,7777778	0,3333333
69	9	13	15	12,67	1	0,4
70	20	24	30	24,33	2,7777778	0,3333333
71	10	12	15	12,17	0,6944444	0,3333333
72	13	14	15	14	0,1111111	0,1333333
73	19	29	30	27,5	3,3611111	0,3666667
74	1,5	2	2	1,92	0,0069444	0,25
75	10	12	15	12,17	0,6944444	0,3333333
76	32	37	40	36,67	1,7777778	0,2
77	7	9	10	8,83	0,25	0,3
78	6,5	8	10	8,08	0,3402778	0,35
79	154	158	180	161	18,777778	0,1444444
80	60	88	90	83,67	25	0,3333333
81	124	128	150	131	18,777778	0,1733333
82	35	40	45	40	2,7777778	0,2222222
83	50	55	60	55	2,7777778	0,1666667
84	189	193	210	195,17	12,25	0,1
85	23	27	30	26,83	1,3611111	0,2333333
86	38	47	60	47,67	13,444444	0,3666667
87	109	111	120	112,17	3,3611111	0,0916667
88	129	133	150	135,17	12,25	0,14
89	19	24	30	24,17	3,3611111	0,3666667

Figure 4. 20. Le calcul des risques sur Microsoft Excel

4. Résultat de simulation :

Après la simulation nous avons obtenu ces résultats :

- 1- Le chemin critique est : tache 33 (Couche de forme en TVO ou TVC) → taches 35 (Couche de fondation en grave concassé 0/20). Le logiciel MS Project a défini les taches critiques et il les a révélées dans l'organigramme des taches. la figure 4.2 indique les taches critiques dans l'organigramme des taches

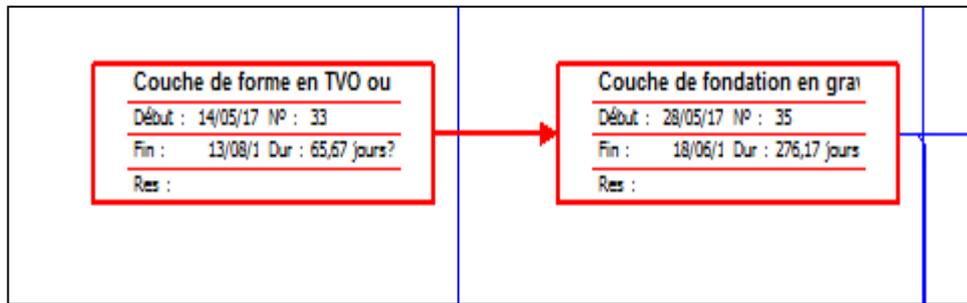


Figure 4.21. Les taches critiques par Ms Project

- la durée moyenne du projet (T_{Projet}) correspondant à la somme des durées moyennes des tâches du chemin critique :

$$T_{\text{projet}} = \sum[(T_{33} + T_{35}) - (T_{33} - 10)] = (65.67 + 276.17) - (65.67 - 10) = 286.17 \text{ jours}$$

Explication: On a enlevé la durée (T₃₃-10) car le prédécesseur de la tache 35 c'est la tache 33 +10 jours.

- l'écart type du projet (correspondant à la racine carrée de la somme des variances des tâches critiques), soit : $e(T_i) = \sqrt{(58,78 + 110,25)} = \sqrt{169.03} = 13.001$

- 2- Les taches qu'a un risque important (R > 0.5) :

Tache 6 « Scarification »	Tache 12 « Renforcement des remblais en géotextile »	Tache 32 « Couche anti contaminant »	Tache 33 « Couche de forme en TVO ou TVC »
0,575	0,52380952	0,58333333	0,51111111

Tableau 4.1. Les taches qu'a un risque important

4.1. L'analyse des résultats :

Après avoir fait une étude sur les taches critiques et les taches qui ont un risque plus important, nous avons proposé une solution qui peut être résumée par l'utilisation de deux nouvelles techniques suivantes :

4.1.1. Le retraitement de chaussée avec le ciment :

C'est une technique qui consiste à mélanger sur place la fondation de gravillon ou de gravier, recouverte ou non d'un revêtement en asphalte, avec du ciment (2%) et éventuellement de l'eau. Le résultat est une fondation liée au ciment avec une très grande portance et une excellente résistance à l'érosion due à l'eau

ou au gel. Le ciment permet d'obtenir d'une part un développement rapide de la résistance du matériau retraité et d'autre part une grande profondeur (> 30 cm) de retraitement du revêtement. C'est par conséquent le liant préférentiel et le seul qui garanti une augmentation substantielle de la portance sur site ainsi que la résistance à l'érosion et au gel.

Les avantages du retraitement en place des chaussées avec 2% de ciment :

- Avantages économiques :

L'utilisation du sol en place est économique dans la mesure où tout en étant un facteur de rapidité du chantier, elle évite les coûts du déblaiement, de la mise en décharge, du transport

- Avantages environnementaux :

Le traitement du sol en place, en limitant le transport de matériaux réduit la pollution et la consommation d'énergie liée aux transports. Il évite aussi l'extraction de granulats qui sont des ressources naturelles non renouvelables.

4.1.2. Le traitement du sol à la chaux :

C'est déterminer le couple couche de forme/chaussée le mieux adapté. Sachant que la couche de forme peut jouer un rôle structurel, on a donc intérêt à privilégier ses performances par la technique de traitement des sols à la chaux. Cette technique est donc considérée aujourd'hui comme une technique classique dans l'exécution des remblais et des couches de forme (applications, 2004).

Le traitement des sols a la chaux est une opération qui consiste à mélanger un sol naturel avec de la chaux. Il permet, en améliorant ses caractéristiques, d'utiliser un sol qui était impropre à l'état naturel. Lorsque le sol est argileux, le traitement à la chaux augmente à long terme ses caractéristiques mécaniques.

Elle présente de nombreux avantages, notamment :

- le traitement à froid (économie d'énergie et technique propre) ;
- le travail in situ et la valorisation de matériaux qui auraient été mis à la décharge (économie de transport de matériaux) ;
- la préservation de l'environnement, car elle limite l'exploitation des gisements de granulats (technique économe en granulats d'apports) ;
 - une économie sur le coût global des projets.

Les taches qui vont être affecté par cette amélioration sont :

- 1- Les taches 6, 32, 33, 35 vont être éliminées par le retraitement de chaussée avec 2% de ciment et non seulement ces taches, les taches 34 (Fraisage) et 43 (Traitement à la chaux) aussi vont être éliminées après l'application de cette technique.
- 2- La tache 12 (le Renforcement des remblais en géotextile) va être remplacée par le traitement de sol avec chaud ce qui va diminuer sa durée de réalisation.

4.2.La discussion des solutions :

4.2.1. Le calcul de cout de risque :

1- Nous devons tout d'abord calculer le cout de risque des taches précédemment cités avant l'amélioration proposé :

- La tache N° 6 :

Une quantité de 30 000,00 m³ est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghaghameghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 100,00 DA, le montant de cette tache c'est 3 000 000,00 DA dans 40 jours cette durée c'est la durée pessimiste de la tache, pour calculer le montant pour la durée optimiste on fait le calcule suivant :

$$40 \rightarrow 3\,000\,000,00$$

$$17 \rightarrow x_1$$

$$X_1 = \frac{7 \cdot 3\,000\,000,00}{40} = 1\,275\,000,00 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.575 on a un intervalle de [0 ; (3 000 000,00 – 1 275 000,00)] comme un cout de risque.

Alors le maximum du cout de risque de cette tache est de 1 725 000,00 DA.

- La tache N°12:

Une quantité de 5 000 m² est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghaghameghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 600,00 DA, le montant de cette tache c'est 3 000 000,00 DA dans 105 jours cette durée c'est la durée pessimiste du tache alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

$$105 \rightarrow 3\,000\,000,00$$

$$50 \rightarrow x_2$$

$$X_2 = \frac{50 \cdot 3\,000\,000,00}{105} = 1\,428\,571,43 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.52 on a un intervalle de [0 ; (3 000 000,00– 1 428 571,43)] comme un cout de risque.

Alors le maximum du cout de risque de cette tache est de 1 571 428,57DA.

- La tache N°32:

Une quantité de 975,00 m³ est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghaghameghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 1 600,00 DA, le montant de cette tache c'est 1 560 000,00 DA dans 60 jours, cette durée c'est la durée pessimiste de la tache alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

60 → 1 560 000,00

25 → x_3

$$X_3 = \frac{25 \cdot 1\,560\,000,00}{60} = 65\,000,00 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.58 on a un intervalle de [0 ; (1 560 000,00– 65 000,00)] comme un cout de risque.

Alors le maximum du cout de risque de cette tache c'est 910 000,00DA.

- La tache N°33:

Une quantité de 1 000,00 m² est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghaghameghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 900,00 DA, le montant de cette tache est 900 000,00 DA dans une durée de 90 jours comme durée pessimiste de la tache. alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

90 → 900 000,00

40 → x_4

$$X_4 = \frac{40 \cdot 900\,000,00}{90} = 400\,000,00 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.51 on a un intervalle de [0 ; (900 000,00 – 400 000,00)] comme un cout de risque.

Le maximum du cout de risque de cette tache est de 500 000,00 DA.

- La tache N°34:

Une quantité de 30 000,00 m² est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghaghameghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 200,00 DA, le montant de cette tache est 6 000 000,00 DA dans une durée de 70 jours considérée comme la durée pessimiste de la tache, alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

70 → 6 000 000,00

55 → x_5

$$X_5 = \frac{55 \cdot 6\,000\,000,00}{70} = 4\,714\,285,71 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.21 on a un intervalle de [0 ; (6 000 000,00 – 4 714 285,71)] comme un cout de risque.

Alors, le maximum du cout de risque de cette tache c'est 1 285 714,29 DA.

- La tache N°35:

Une quantité de 58 500,00 m³ est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghagha-meghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 2 100,00 DA, le montant de cette tache c'est 122 850 000,00 DA dans une durée de 300 jours, cette durée c'est la durée pessimiste de la tache alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

$$300 \rightarrow 122\,850\,000,00$$

$$237 \rightarrow x_6$$

$$X_6 = \frac{237 \cdot 122\,850\,000,00}{300} = 97\,051\,500,00 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.21 on a un intervalle de [0 ; (122 850 000,00– 97 051 500,00)] comme un cout de risque.

Alors le max de cout de risque de cette tache c'est 25 798 500,00DA.

- La tache N°43:

Une quantité de 1 T est utilisée dans le projet de doublement de la route national mghagha- meghnia 15 km.

Avec un prix unitaire de 30 000,00 DA, le montant de cette tache c'est 30 000,00 DA dans 30 jours cette durée c'est la durée pessimiste du tache alors pour calculer le montant pour la durée optimiste on a :

$$30 \rightarrow 30\,000,00$$

$$16 \rightarrow x_7$$

$$X_7 = \frac{16 \cdot 30\,000,00}{30} = 16\,000,00 \text{ DA}$$

Donc pour un risque de 0.467 on a un intervalle de [0 ; (30 000,00– 16 000,00)] comme un cout de risque.

Alors le max de cout de risque de cette tache c'est 14 000,00DA.

- 2- Pour prouver la valeur et l'importance de cette solution nous allons calculer la somme des couts de risque avant l'amélioration :

Pour cela on va regrouper les taches dans deux groupes le premier pour les taches qu'on va améliorer par la première technique et le deuxième pour la tache 12 qui va être amélioré par la deuxième technique et en fin on va calculer la somme de ces deux groupes :

- $C.R_{G1} = C.R_6 + C.R_{32} + C.R_{33} + C.R_{34} + C.R_{35} + C.R_{43} = 30\,233\,214,29 \text{ DA}$
- $C.R_{G2} = C.R_{12} = 1\,571\,428,57 \text{ DA}$
- $C.R_T = C.R_6 + C.R_{12} + C.R_{32} + C.R_{33} + C.R_{34} + C.R_{35} + C.R_{43}$

$$C.R_T = 31\,804\,642,86 \text{ DA}$$

3- Après avoir calculé le cout de risque avant l'amélioration, voici le cout après l'amélioration :

Technique	Durée optimiste (jours)	Durée attendue (jours)	Durée pessimiste (jours)	risque	Montant pour durée pessimiste DA	Montant pour durée optimiste DA	Cout de risque DA
Le retraitement en place des chaussées avec 2% de ciment	10	12	15	0.2	36 000 000,00	24 000 000,00	12 000 000,00
Traitement de sol avec	8	9	10	0.33	4 000 000,00	3 200 000,00	800 000,00

Tableau 4.2. Le cout de risque après l'amélioration

4.2.2. Le calcul de cout d'investissement :

1- Par la suite nous allons calculer le cout d'investissement de chaque solution :

- Le retraitement en place des chaussées avec 2% de ciment :

La machine chargée de faire cette opération coute 20 000 000,00 DA, et supposant que l'entreprise va prendre 5 projets dans la durée de vie de cette machine alors le cout d'investissement pour un seul projet est : $C.Inv_1 = 20\,000\,000,00 / 5 = 4\,000\,000,00 \text{ DA}$

- Le traitement de sol à la chaux :

Sachant que la machine chargée de faire cette tache est la même de la première technique alors le cout d'investissement pour cette tache est le cout de la chaux et puisque la quantité qu'on veut la traité égale à 5 000 M² et cette quantité nécessite 1 tonne de chaux qui coute 30 000,00 DA

Alors : $C.Inv_2 = 30\,000,00 \text{ DA}$

2- Ensuite nous allons calculer le cout total d'investissements proposés :

$$C.Inv_T = C.Inv_1 + C.Inv_2 = 4\,000\,000,00 + 30\,000,00 = 4\,030\,000,00 \text{ DA}$$

3- En fin on va dessiner avec l'Excel la courbe de cout d'investissement et le cout de risque après on va décider est ce que on prend les 2 investissements ou quel investissement on va le prendre alors :

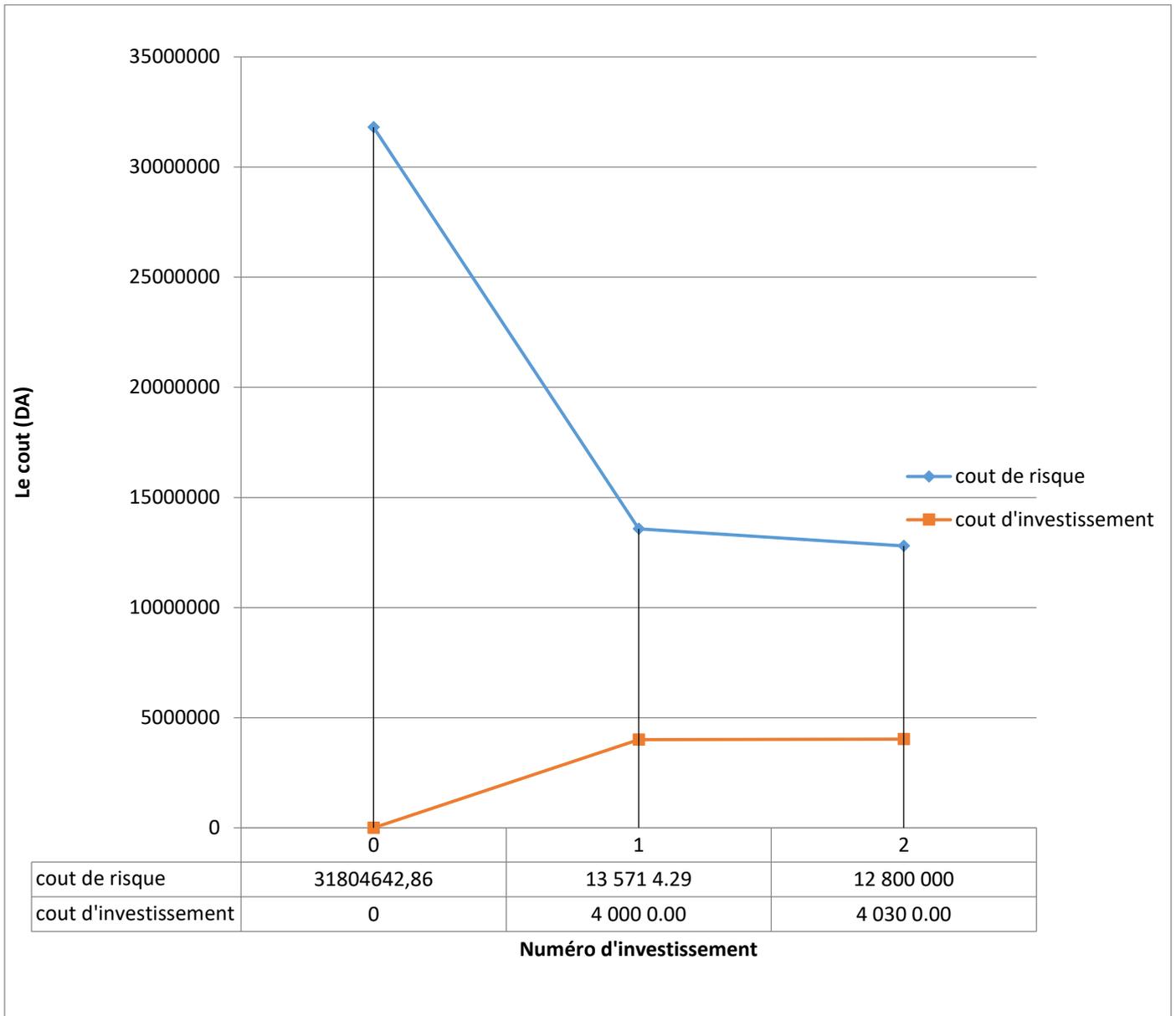


Figure 4. 22. La courbe de cout d'investissement et le cout de risque sur Microsoft Excel

4- L'analyse de la courbe :

Quand nous n'avons aucun investissement : le cout d'investissement égale à '0' et le cout de risque égale à 31 804 642,86 DA ;

Après l'application du premier investissement : le cout d'investissement sera égale à 4 000 000,00 DA « le cout de la technique du retraitement en place des chaussées avec 2% de ciment », et le cout de risque va diminuer à 13 571 428,57 DA « le cout de risque total moins le cout de risque de premiers groupe qui va être éliminer par ce investissement plus le cout de risque de la première technique → $C.R_T - C.R_{G1} + C.R_{Tech1}$ ».

En fin quand on applique le deuxième investissement : le cout d'investissement va être égale à 4 030 000,00 DA « le cout de la technique du traitement de sol à la chaux », et le cout de risque va encore diminué à 12 800 000,00 DA « le cout de risque de la première technique plus le risque de la deuxième technique → C.R_{Tech1}+ C.R_{Tech2} ».

5- La conclusion :

Nous concluons qu'on peut appliquer les deux investissements et cette application sera très bénéficière ou nous allons diminuer le cout de risque de 31 804 642,86 DA à 12 800 000,00 DA alors nous allons bénéficier de 19 004 642,86 DA ; d'autre part, nous allons perdre 4 030 000,00 DA comme cout d'investissement. Le profit net après cette amélioration est de 14 974 642,86 DA « le profit de diminution de cout de risque moins le cout d'investissement ».

5. Calcul supplémentaire :

5.1. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en moins de 286.17 jours :

Si on désire connaître la probabilité de terminer le projet à 286 jours, on utilise la table de la loi normale réduite, soit le changement de variable :
 $u = (tx - tm) / e(Ti) = (286.17 - 286.17) / 13.001 = 0.00$

Tx : la durée qu'on désire calculer leur probabilité ; Tm : la durée moyenne du projet ; e(Ti) : l'écart type du projet.

En consultant une table de loi normale réduite, nous pouvons déterminer la probabilité correspondant à cette valeur « u ». La probabilité de terminer le projet en moins de 286.17 jours, est de 5%.

5.2. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en moins de 247 jours :

Si on désire connaître la probabilité que ce projet soit terminé en 247 jours, on utilise la table de la loi normale réduite, soit le changement de variable:
 $u = (tx - tm) / e(Ti) = (247 - 286.17) / 13.001 = -3.01$

On a : $F(-u) = 1 - F(u)$

Donc : $F(-3.01) = 1 - F(3.01)$

En consultant une table de loi normale réduite, nous pouvons déterminer la probabilité correspondant à cette valeur « u » puis la probabilité correspondante à la valeur « -u ».

Alors on a : $P(X \leq u) = P(X \leq 3.01) = 0.99867$;

Donc : $P(X \leq -u) = P(X \leq -3.01) = 1 - P(X \leq 3.01) = 1 - 0.99867 = 0.0013$

C'est-à-dire la probabilité de terminer le projet en moins de 247 jours, est de 0.13%.

5.3. Calcule de la probabilité pour que ce projet soit terminé en plus de 310 jours :

Si on désire connaître la probabilité que ce projet soit terminé en plus de 310 jours, on utilise la table de la loi normale réduite, soit le changement de variable:
 $u = (tx - tm) / e(Ti) = (310 - 286.17) / 13.001 = 1.83$

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT probabiliste sur le projet d'un doublement d'une route national :

En consultant une table de loi normale réduite, nous pouvons déterminer la probabilité correspondant à cette valeur « u ». La probabilité de terminer le projet en plus de 310 jours, est calculé de cette façon :

On a : $P(X > u) = 1 - P(X \leq u)$

Donc : $P(X > 1.83) = 1 - P(X \leq 1.83) = 1 - 0.9664 = 0.0336$

Alors la probabilité de terminer le projet en plus de 310 jours, est de 3.36 %.

5.4. Calcul de la durée du projet avec une probabilité de 90.66 % :

On peut également fixer un délai pour une probabilité donnée. Par exemple ici, on va calculer le délai à fixer au client en regard d'une probabilité de 90.66%.

La table de la loi normale réduite nous indique la valeur « u » correspond à cette probabilité, soit $u = 1,32$.

Le délai à fixer sera de : $286.17 + (1.32 \times 13.001) \approx 303$ jours.

$$F(t) = P(X \leq t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt \text{ et } F(-t) = 1 - F(t)$$

La formule

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9986	0,9986	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990
3,1	0,9990	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992
3,2	0,9993	0,9993	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996
3,4	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
3,5	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,7	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
4,0	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

Figure 4. 23. Le tableau de la loi normale

5.5. Calcul des probabilités et durées précédentes avec le logiciel Microsoft Excel :

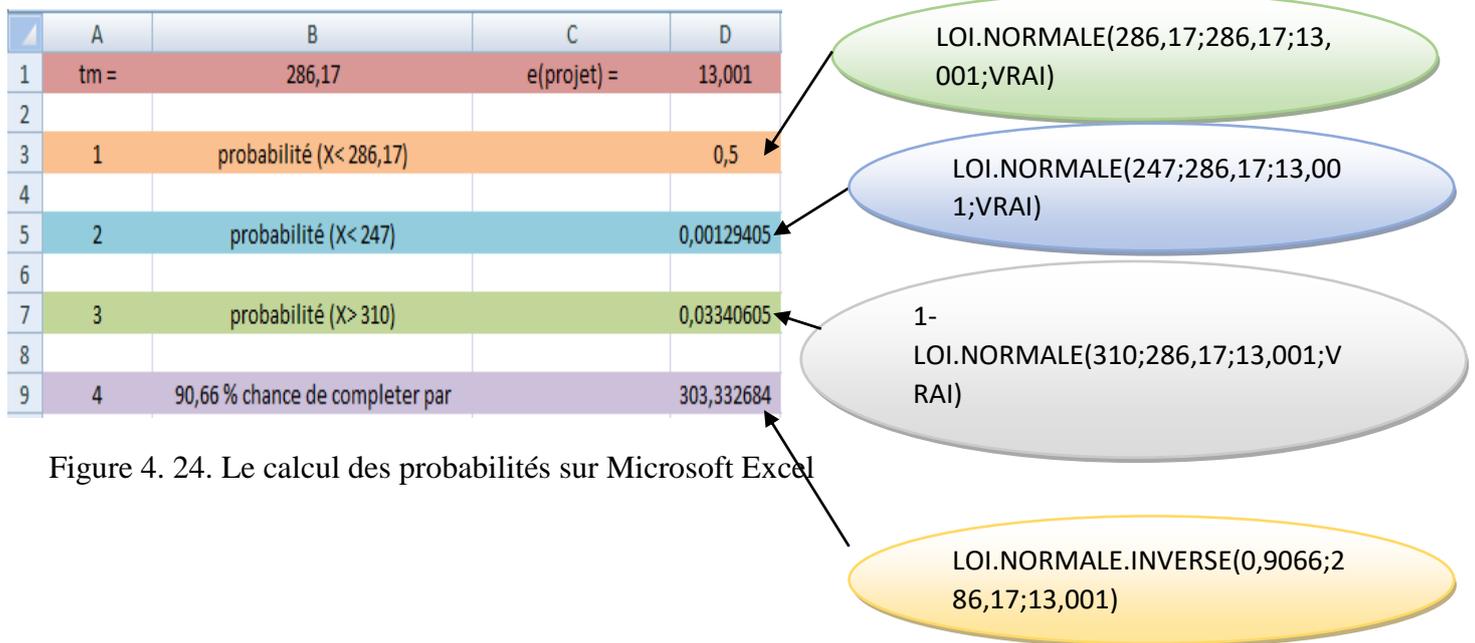


Figure 4. 24. Le calcul des probabilités sur Microsoft Excel

Conclusion :

Dans tous les chapitres de ce travail, l'aspect théorique, les définitions, les présentations et les études théoriques ont pris la part la plus importante vu le besoin de ces derniers dans ce dernier chapitre ou tous ce qu'a été présenté auparavant sont utilisé.

Dans le dernier chapitre, les calculs, les analyses, les propositions des solutions et l'étude de l'efficacité de ces solutions ont enfin pris leur place dans ce travail.

Comme le lecteur de ce mémoire a constaté lors de l'exploration de ce dernier en générale et de sont dernier chapitre, Nous avons suivi une approche basé sur l'étude de l'existant, puis sont analyse, et par la suite nous l'avons modélisé par des logiciels (MS Project et Microsoft Excel) ou nous avons proposé à l'entreprise STARR l'utilisation de l'outil informatique dans la planification des ces projets. L'utilisation d'une méthode scientifique (PERT probabiliste) pour l'optimisation du projet et pour la détection des taches critiques nous a menés vers la concentration de nos recherches et de nos idées sur l'optimisation des couts et des temps de ces taches pour diminuer les couts et les temps globales du projet. A la fin de cette étape, nous avons proposé des techniques de génie civil comme solution technique après la proposition des solutions managériales.

Enfin, nous avons fait une étude d'efficacité de nos solutions et nous avons montré les avantages et les apports de l'application de ces solutions en termes de temps, de coût et d'améliorations apportées à l'entreprise.

Le point fort de ce chapitre est dans l'approche suivie et dans la méthodologie respectée, ou l'enchaînement des travaux étaient méthodique, logique et convaincant. Ou nous avons présenté le projet puis nous l'avons modélisé, ensuite nous l'avons étudié et on a appliqué sur lui la méthode souhaitée pour l'optimisé en donnant des propositions et enfin la valorisation du travail fait.

CONCLUSION GENERALE :

Un projet, quoi quelle soit sa taille, sa valeur et son importance doit être étudié, schématisé, modélisé, méthodiquement organisé, logiquement applicable et réalisable et bien sure le projet doit être valorisé pour démontré son efficacité et son bénéfice. Tout cela et plus était fait dans ce modeste travail et comment cela ne soit pas fait et nous avons été entraine de réalisé un projet sur le management et la gestion de projets.

L'idée initiale du projet qui a été de confronté une véritable et réelle problématique dans le monde professionnel ou ces derniers sont multiples et plus complexes. Cette idée était de jour en jour développée et claire ou dans chaque jour qui passe nous apprenions plus et nos idées étaient de plus en plus organisées et logiques.

La définition du thème et du domaine sur lequel nous allons travailler était la première étape, le choix de la méthode à utilisé et sa maitrise, sa compréhension et son étude détaillée était la deuxième étape de ce travail. Ensuite, le choix de l'entreprise ou nos idées seront exploitées et notre projet sera réalisé était une troisième étape dans notre parcours. Le choix du type de projets, sa bonne maitrise et les recherches sur le domaine était unes autre étape dans un long chemin de la finalisation d'un projet de fin d'études.

Ces étapes et bien d'autres que nous allons résumer par la suite ne sont qu'une simple et histoire abrégée de tout ce que nous avons fait.

Après cela, Nous avons modélisé les type de projets choisi en utilisant les logiciels MS Project et Microsoft Excel, cette modélisation était pour objet d'optimisé le projet en termes de temps de coûts et de ressources et de même pour définir le chemin critique et donc les taches critiques sur lesquelles nous devons agir et auxquelles nous allons chercher des solutions qu'elle soit technique ou managériales pour les optimisées et diminuer leurs temps, couts et ressources ce qui a été fait.

La définition, la démonstration et l'étude des solutions proposées étaient une phase très importante et nous pouvons même dire que c'était l'une des étapes cruciales de ce travail.

A la fin du travail et de l'étude des solutions, nous avons évalué ces solutions pour démontrer leur efficacité et leur apport à l'entreprise en particuliers et aux entreprises qui activent dans le même domaine en général.

Cette dernière phase avait l'objectif de valoriser notre travail généralement et les solutions apportées particulièrement ou nous avons calculé les coûts d'investissement en ces solutions par rapport aux coûts de risques liées à la non mise en place de ces solutions. A la fin de cette étape nous avons prouvé avec des chiffres et des calculs réelles et logiques que ces solutions sont très bénéfiques et apportent des gains pour l'entreprise en matière d'argent, de délais et de ressources utilisées.

Finalement, nous invitons l'ensemble des étudiants, des professeurs et des dérangeants des entreprises à faire de ce travail un repère et un point de départ pour d'autres travaux en ce sens. Comme perspectives, nous aimerions voir un jour des étudiants qui vont : appliquer cette méthodes pour d'autres types de projets et pourquoi pas pour d'autres entreprises dans d'autres domaines ; appliquer d'autres méthodes et faire des comparaisons entre les résultats des différentes méthodes pour tirer les méthodes les plus adéquates aux différents types de projets ce qui représente un travail énorme qui ne peut être réalisé qu'avec l'utilisation des outils informatiques plus développés et pourquoi pas des méta-heuristiques.

A la fin, il nous reste qu'a inviter l'entreprise STARR et les autres entreprises pour utiliser ce qui a été fait et l'exploité d'une telle façon à améliorer et à développé leurs systèmes de management et de gestion des projets, et de donner la chance aux jeunes chercheurs pour appliquer leurs idées et réaliser leurs projets chez eux etde leur préparé un air de recherche et de développement ou les informations nécessaires seront disponibles et accessibles et les propositions et les solutions apportées seront pris en charge et exploitées.

BIBLIOGRAPHIE

- (s.d.). Récupéré sur ressources.aunege:
<http://ressources.aunege.fr/nuxeo/site/esupversions/9e77208b-230f-48ed-9993-61e8b4b8c39a/co/phaseavant.html>
- (s.d.). Récupéré sur Formation MIAGE a distance (licence et Master) : http://www.e-miage.fr/demos/demo_B303/B303/B303_4.htm#Gantt
- (http://www.memoireonline.com/12/07/785/m_gestion-des-risques-des-projets0.html). (s.d.).
- A. ASQUIN, C. F. (2005). *Ce que manager par projet veut dire*.
- Baki, S. (2003). *Contribution à une démarche d'intégration des processus de gestion des risques et des projets: étude de la fonction planification. Thèse de doctorat. Université de Toulouse*. Toulouse, France.
- Barjis, J. e. (2000). *Business process modeling and analysis using Gert networks*. Récupéré sur Enterprise information systems.
- CHAN, F. (1997). Resource management in project scheduling through simulation . *International Journal of Computer Applications in Technology* .
- Diagramme-de-gantt*. (2012). Récupéré sur <http://www.diagramme-de-gantt.fr>
- Gestion de projet*. (s.d.). Récupéré sur L'Agence universitaire de la Francophonie (AUF): http://www.foad-mooc.auf.org/IMG/pdf/CM-Gestion_de_projet_1.pdf
- Golenko-Ginzburg. (1988). Controlled alternative activity networks for project management. *European Journal of Operational Research* , 336-346.
- Golenko-Ginzburg, D. e. (1998). A heuristic for network project scheduling with random activity durations depending on the resource allocation . *International Journal of Production Economics* , 149–162.
- Guide de pratique professionnelle, O. d. (2016, 06 15). *Le processus d'analyse et d'évaluation des risques*. Récupéré sur http://www.oiq.qc.ca/Documents/DAP/GPP/2016-06-15_GPP.pdf
- Guide, I. (2002). Risk management Vocabulary: guidelines for use in standards. .
- HIL. (2004). *Project Management with PERT/CPM*. San Francisco: Holden-Day.
- IKA, L. A. (2004). L'analyse de la valeur acquise en contexte d'interdépendance des chemins : une analyse à explorer. *Département des sciences administratives, Université du Québec en Outaouais*. Récupéré sur https://www.researchgate.net/profile/Lavagnon_Ika/publication/24111946_Analyse_de_la_valeur_acquise_en_contexte_d'interdACpendance_des_chemins_la_solution_P

NET/links/549463980cf29b94481e8d75/Analyse-de-la-valeur-acquise-en-contexte-dinterdACpendance-des

ISO:31000. (2009). International Standards for Business, Risk management - Principles and guidelines. *article 2.1.*

ISO:73. (2002). Risk management Vocabulary: guidelines for use in standards. *Guide.*

J.IZUCHUKWU. (1990). *shortening the critical path, Mechanical Engineering.*

NGUYEN, T. H. (8 septembre 2011). *CONTRIBUTION A LA PLANIFICATION DE PROJET : PROPOSITION D'UN MODELE D'EVALUATION DES SCENARIOS DE RISQUE-PROJET.* Toulouse, Institut National Polytechnique, france.

Pritsker, A. A. (1966). Graphical Evaluation and Review Technique.

Pritsker, A. A. (1979). *Modeling and analysis using Q-GERT networks.* Halsted Press.

Processus Stochastique. (2017, 1 2). Récupéré sur Wikipedia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Processus_stochastique

SAKR, N. (2006). *Gestion des risques des projets.* Marrakech, Université cadi-eyyad - licence gestion, Maroc. Récupéré sur http://www.memoireonline.com/12/07/785/m_gestion-des-risques-des-projets0.html

Taylor, B. W. (1980). R&D Project Planning with Q-GERT Network Modeling and Simulation. *Management Science* , 44–59.

Vallée., A. D. (2010). *Le management des risques des entreprises et de gestion de projet.* Récupéré sur <https://hal-ecp.archives-ouvertes.fr/hal-01465697>

Résumé :

Dans ce projet, nous avons étudié le management des projets et ses différentes méthodes et essentiellement la méthode PERT probabiliste théoriquement, et nous l'avons appliqué sur un type de projet de travaux publics dans l'entreprise STARR ou nous avons modélisé ce projet par l'utilisation de l'outil informatique représenté par les logiciels : MS Project et Microsoft Excel. Nous avons analysé les résultats obtenus avec la proposition et l'évaluation des solutions proposées.

Mots clés : Management, projet, management des projets, gestion des projets, PERT probabiliste, STARR, travaux publics, doublement d'une route nationale, Modélisation, MS Project, Excel.

Abstract:

In this project, we have studied the management of projects and its different methods and essentially the probabilistic method PERT theoretically, and we applied on a type of public works project in the company STARR where we have modeled this project by the use of the IT tool represented by the Software: MS Project and Microsoft Excel. We have analyzed the results obtained with the proposal and the evaluation of proposed solutions.

Key words: management, project, project management, PERT probabilistic, STARR, public works, the twinning of a national highway, modeling, MS Project, Excel.

ملخص:

في هذا المشروع اطلعنا على ادارة المشاريع بمختلف الطرق وخصوصا طريقة PERT الاحتمالية، وطبقناها على نوع من مشاريع الاشغال العامة فيشركة STARR حيث قمنا بتمثيل هذا المشروع باستخدام أداة حاسوبية المتمثلة في البرامج الحاسوبية التالية: Ms-Project، Microsoft Excel، لقد قمنا بدراسة النتائج المتحصل عليها بالاقتراح وتقييم الحلول المقترحة.

الكلمات الدليلية : مشروع، الاحتمالية PERT ، الاشغال العامة، طريق وطني مزدوج، تمثيل، ادارة المشاريع، مشروع.