

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou



Faculté des Sciences
Département de Mathématiques



Mémoire de fin de cycle

**En vue de l'obtention du Diplôme de Master En Recherche
Opérationnelle Méthode Aide à la Décision**

THEME

Planification et optimisation du projet
Cas :
Réalisation d'un pont a poutre qui enjambe oued sibaou

Présenté par : M^r : IMMOUNE Sofiane

M^r : SEKKAI Mohamed

Encadré par : M^r MERAKEB Abdelkader M.C.B UMMTO

M^r Rafa Omar ingénieur planificateur COSIDER

Devant le jury: M^r SADI M.C.A UMMTO

M^r KASDI M.A.A UMMTO

Promotion : 2014/2015



Remerciements

*D'abord nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné la santé,
le courage et la foi
Pour réaliser ce travail avec beaucoup de volonté.*

*Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à MR.MERAKEB.A
qui a proposé et dirigé ce travail. Nous le remercions pour son
contribution à l'aboutissement de ce travail et pour sa
disponibilité.*

*Nous remercions aussi les membres du jury qui ont accepté de
juger notre travail.*

*Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de
près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1: Présentation du groupement Cosider et la problématique	
1.1. Présentation du groupement Cosider.....	3
1.1.1-Les filiales du groupe Cosider	4
1.1.2- Les activités du groupe Cosider.....	4
1.1.3 - les réalisations du groupe Cosider	5
1.1.4-Cosider ouvrage d'art	6
1.1.4.1- Définition d'un ouvrage d'Art	6
1.1.4.2-Famille d'ouvrage d'art	6
1.2- Projet.....	7
1.2.1- Tache.....	7
1.2.2- Jalon.....	7
1.2.3- Ressources.....	8
1.2.4- Le triangle du projet.....	8
1.2.5- La gestion de projet.....	9
1.2.6- Les étapes de la gestion des projets.....	9
1.2.7- Cycle de vie d'un projet.....	10
1.3- La problématique.....	11
1.3.1- Présentation générale du projet	11

Table des matières

1.3.2- Consistance des travaux	12
1.3.3- Étude préalable du projet	14
1.3.3.1- Découpage du projet.....	14
1.3.3.2- Estimation de la durée de chaque tache.....	15
1.3.3.3- Enchaînement des taches.....	15
1.3.3.4- Visualisation du coût total de projet.....	16
A. Coût fixe (Estimé par des ingénieurs d'études).....	17
B. Coût variable.....	17
1.3.4- Tableau récapitulatif du coût total par tache.....	17
1.4- Conclusion.....	18
Chapitre 2 : Technique d'ordonnement de projet	
2.1- Introduction.....	19
2.2- Généralités sur la théorie des graphes.....	19
2.2.1- Historique	19
2.2.2- Définitions.....	20
2.2.2.1- Graphe.....	20
2.2.2.1.1- Graphe orienté et graphe non orienté.....	21
2.2.2.1.2-quelque graphes particuliers.....	22
2.2.2.1.3-longueur d'un arc.....	22
2.2.2.1.4- Réseau.....	22
2.2.2.1.5- successeurs et prédécesseurs d'un sommet.....	23

Table des matières

2.2.2.1.6- La représentation matricielle d'un graphe.....	23
A) La matrice d'adjacence.....	23
B) La matrice associée.....	24
2.2.2.1.7- quelque terminologie	24
2.2.3- problème d'ordonnancement du projet	25
2.2.3.1- Définition.....	25
2.2.3.2- Les méthodes d'ordonnancement du projet.....	26
2.2.3.2.1- La méthode PERT	26
2.2.3.2.1- Origine et définition.....	26
2.2.3.2.2 Le but de la méthode.....	26
2.2.3.2.3 Le réseau PERT.....	27
2.2.3.2.4 Calendrier des dates au plus tôt et au plus tard, dans le réseau PERT	29
2.2.3.2.5 Analyse et identification des taches critiques.....	30
2.2.3.2.1.5- Intervalle de flottement.....	30
2.2.3.1.6- Les différentes marge d'une tâche	31
2.2.3.2.1.6.1- La marge totale d'une tâche	31
2.2.3.1.7-La marge libre d'une tâche	32
2.2.3.1.6.3 -La marge certaine d'une tâche.....	32
2.2.3.2.1.7-Intérêts de méthode PERT	32
2.2.3.2-Méthodes de GANTT (diagramme de barre)	33
2.2.3.2.2-Méthodologie de construction d'un diagramme de GANTT	33
2.2.3.2.3-Intérêt du diagramme de GANTT	34
CONCLUSION	35
Chapitre 2 : planification parla méthode d'ordonnancement de projet appliqué au projet Lot ° 2	
3.1. Introduction	36

Table des matières

3.2. Consistance.....	36
3.3. Objectifs	36
3.4. Estimation de la durée des tâches.....	37
3.4.1 Jugement d'expert	37
3.4.2 Estimation par analogie.....	37
3.4.3 Estimation paramétrique	37
3.4.4 Estimation à trois points (loi Béta).....	38
3.5. Structure de répartition du travail WBS (Working Breakdown Structur.....	39
3.6. OBS (Organisation Breakdown Structure).....	39
3.7. La matrice RACI.....	40
3.8. Tableau récapitulatif des tâches ; leurs durées et leurs organisations.....	40
3.9. Répartition des tâches par niveau	41
3.10. La Construction du réseau PERT.....	43
3.11. Calcul de l'ordonnancement pour le LOT N°2.....	44
3.11.1 Détermination des dates du début au plus tôt et au plus tard des événements	44
3.11.1.1 Les dates au plus tôt des événements	44
3.11.1.2 Les dates au plus tard des événements	45
3.11.2 Le calcul des différentes marges des tâches dans le réseau PERT.....	45
3.11.3 Mise en évidence du chemin critique sur le réseau PERT.....	46
3.12. Conclusion	47

Chapitre 5 : Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le Lot N°2

4.1. Introduction.....	48
4.2. Environnement de Microsoft projet «MS-Project ».....	48
4.3. Rôle du logiciel MS-Project.....	54

Table des matières

4.4. Mise en place informatisée du projet du LOT N2.....	54
4.4.1 Les principales étapes à suivre.....	54
4.4.2 Opérations sur les tâches.....	55
Conclusion	56
Conclusion générale	58

Introduction générale

En ce début de millénaire, la gestion de projet est reconnue comme une nécessité à la survie d'une organisation. Avec l'ampleur grandissante de la compétitivité, toutes les organisations en quête de profitabilité sont amenées à élaborer de plus en plus de produits, services et /ou des projets d'investissements nouveaux. En effet, la gestion par projets est utilisée dans bon nombre d'industries et d'organisations diverses comme: la construction et surtout dans l'industrie pétrolière...etc.

Selon Oisen (1971), la gestion de projet est une application d'un ensemble d'outils et de techniques en vue d'orienter l'utilisation des diverses ressources vers l'accomplissement d'une tâche uni que, complexe et ponctuelle, sous les contraintes de temps, de coût et de qualité.

Cette définition, quoique très technique, précise la mission du gestionnaire de projet : réaliser le projet dans un délai raisonnable, à moindre coût et en une qualité acceptable. De ce fait, le pilotage d'un projet reste un travail laborieux et requiert un certain niveau d'expertise ; *N'est plus gestionnaire de projet qui veut mais qui peut*. De plus, celui qui peut doit être en mesure de cerner la notion de performance, de maîtriser les outils dans un souci permanent d'amélioration de cette performance et d'assurer une bonne gestion des ressources à l'intérieur du triangle vertueux (durée, coût, qualité).

Donc, la gestion de projet veut dire avant tout obligation de résultats. Dans cette obligation de résultats, la clé de la bonne performance se trouve dans la maîtrise des étapes et processus de réalisation du projet. Les méthodes de planifications et d'optimisations (d'accélération) de projet figurent au nombre de ces processus auxquels le gestionnaire doit recourir quotidiennement, dans sa quête d'efficience et d'efficacité, afin de répondre aux exigences et directives des parties prenantes au projet. Ceci fait de l'accélération de projet un problème de plus en plus incontournable, crucial, pertinent, actuel, objectivement posé est à résoudre.

C'est ce problème précis qui nous a conduit à nous y intéresser à travers le thème suivant : « Planifier et optimiser le projet de la réalisation du LOT N°2 qui est ce pont qui enjambe Oued Sibaou afin de déterminer la durée totale en tenant Compte du conflit coût /durée ».

Notre démarche instrumentale sera illustrée à l'aide d'un projet concret qui est le pont qui enjambe Oued Sibaou au sein du groupe Cosider ; pour démontrer l'utilisation des outils élaborés aux praticiens de la gestion de projet.

Pour atteindre cet objectif fixé, nous aborderons ce travail dans l'ordre Suivant :

Introduction générale

- Au chapitre 1: On se consacre à la présentation générale du groupe cosider ainsi que la problématique du projet
- Le chapitre 2 : comporte les principales notions de la théorie des graphes et un survol des différents es méthodes du problème d'ordonnancement.
- Au chapitre 3 : il sera question de la modélisation du projet LOT N°2 par les méthodes d'ordonnancement.
- Au chapitre 4: il est question de l'utilisation de l'outil informatique pour mieux planifier et optimiser le projet du LOT N°2 ; Il s'agit du logiciel Microsoft Project (logiciel spécialisé en planification).

1.1-Présentation du groupe Cosider :

Cosider est un groupe algérien sous forme de société d'économie mixte. Elle a été créée le 1er janvier 1979 par la société nationale de sidérurgie (S.N.S) et le groupe Danois ChristianietNielsen.

En 1982, COSIDER devient filiale à 100% de la S.N.S suite au rachat par cette dernière des actions du partenaire Danois.

Dans le cadre de la restructuration organique des entreprises publiques décidée par les autorités algériennes, Cosider est transformée en 1984 en entreprise nationale placée sous tutelle du Ministère de l'Industrie Lourde.

A la faveur de l'application des lois et des réformes économiques, dont notamment celles relatives à l'autonomie des entreprises publiques en 1988, COSIDER fut transformée en société par action en octobre 1989.

Cosider a su créer et exploiter divers opportunités qui lui ont permis de développer et d'élargir son domaine d'intervention vers d'autres activités ne relevant pas uniquement de la branche du bâtiment et des travaux publics. Contrairement à ses concurrents présents sur le marché local, favorisée en cela par sa stabilité et sa volonté d'entreprendre, Cosider s'est engagée à diversifier en l'espace d'une décennie, ses portefeuilles d'activités et de clients.

Une évaluation continue, par croissance interne, a fait de Cosider le plus grand Groupe Algérien de B.T.P.H. Aujourd'hui, Cosider Groupe SPA au capital social de **17 800 000 000 DA**, est organisé en un groupe de sociétés détenant 100% du capital de huit (08) filiales.

Le Groupe occupe la première place du BTPH en Algérie et la onzième en Afrique (selon Jeune Afrique). C'est aussi une activité de 87 milliards de dinars et plus de 28 500

collaborateurs jusqu'à la fin de l'exercice 2013.

Ces performances sont le résultat d'un sens aigu de l'organisation et de la rigueur, c'est également le résultat d'une culture d'entreprise forte qui a permis de réunir les meilleurs talents pour constituer des équipes de collaborateurs fortement motivés.

1.1.1-Les filiales du groupe cosider :

- *COSIDER ENGINEERING*
- *COSIDER ALREM*
- *COSIDER PROMOTION*
- *COSIDER CARRIERES*
- *COSIDER CONSTRUCTION*
- *COSIDER CANALISATIONS*
- *COSIDER TRAVAUX PUBLICS*
- *COSIDER OUVRAGES D'ART*

1.1.2-Les activités du groupe cosider : s'articulent autour de ces 8 filiales qui prennent en charge :

- **Canalisations** : transport d'hydrocarbures (oléoducs, gazoducs)
- **Infrastructures** : autoroutes, pose de voies ferrées, aérodrômes, travaux maritimes, grands ouvrages d'art.
- **Hydrauliques** : barrages, grands transferts, adductions d'eau, assainissement et traitement.

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

- **Logement** : grands ensembles d'habitations programmes promotionnels.
- **Constructions** :industrielles et bureaux.
- **Infrastructures sociales** : hôtels, hôpitaux, universités, complexes sportifs.
- **Production et exploitation de carrières d'agrégats.**
- **Maintenance d'engins de travaux publics.**
- **Rénovation d'organes des engins de travaux publics.**
- **Fabrication de coffrage** : pour la construction, charpente métallique, chaudronnerie.
- **Financement de programmes promotionnels, vente de logements.**

1.1.3- les réalisations du groupe Cosider :

- Le plus grand nombre de barrages réalisés à ce jour de tous types de terre (compactée, béton, voûte...).
- Le plus grand palmarès dans la pose de pipe-lines de tous diamètres pour le transport des hydrocarbures.
- Le plus grand nombre de tunnels routiers, ferroviaires et hydrauliques.
- La plus longue liste de pistes d'aérodromes de classes internationales.
- La réalisation de grands chantiers de génie civil industriel et d'ouvrages d'art.
- L'une des plus importantes sinon la plus importante capacité de réalisation dans le bâtiment (coffrage, tunnel).

Tout cela concourt à faire de Cosider un groupe puissant, diversifié, solidement intégré autour de ses huit filiales.

1.1.4-Cosider ouvrage d'art :[1]

1.1.4.1- Définition d'un ouvrage d'Art :

Un ouvrage d'art est une construction de grande importance permettant de franchir un obstacle sur une voie de communication routière, ferroviaire ou fluviale (ponts, tunnels) mais également un dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau (murs, tranchée couverte, digue) et enfin un dispositif de transition entre plusieurs modes de transport (quais et autres ouvrages portuaires).

De tels ouvrages sont qualifiés « d'art » parce que leur conception et leur réalisation font intervenir des connaissances où l'expérience joue un rôle aussi important que la théorie. Cet ensemble de connaissances constitue d'ailleurs ce que l'on appelle l'art de l'ingénieur.

1.1.4.2-Famille d'ouvrage d'art :

a) Les ouvrages d'art liés à des voies de communication :

- les **ponts** et **viaducs**, qui sont des ouvrages aériens qui permettent de franchir une rivière, un bras de mer, un val, une autre voie de communication ou tout autre obstacle ;
- les **tunnels**, qui sont des ouvrages souterrains permettant le franchissement de tout obstacle similaire à ceux franchis par les ponts ;
- les structures en élévation comme les auvents de **péage** ou les grands **murs antibruit**, les grands mâts et portiques ;
- les **écluses** et les **ascenseurs à bateaux** sont des ouvrages d'art liés à des **voies navigables**.

b) Les ouvrages d'art destinés à la protection contre l'action de la terre ou de l'eau :

- les murs de soutènement, qui sont des ouvrages assurant la stabilité de la voie de communication portée ;
- les gabions, les jetées, les brise-lames, etc.

c) Les ouvrages d'art destinés à la protection contre l'action de l'eau :

- les barrages, qui sont des grands ouvrages de génie civil, sont souvent rangés dans la famille des ouvrages d'art ;
- les digues, etc ...

1.2-Projet : [02]

Un projet est un ensemble d'activités organisées en phase ou en étapes et formant l'unité de gestion permettant la réalisation d'un objectif défini et précis.

1.2.1- Tâche : [02]

Un projet est constitué d'un ensemble de tâches, une tâche est une activité ayant un début et une fin, elle est caractérisée par les éléments suivant :

- ✓ Identité (nom de la tâche)
- ✓ Durée estimée.
- ✓ Reliée ou non à au moins une autre tâche du projet.
- ✓ Cout (matérielles, humains, financières).

1.2.2-Jalon :[02]

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

Un jalon est un événement particulier qui marque le début ou la fin d'une partie bien identifiée du projet. Il est en général associé à une date précise. C'est un repère prédéterminé et significatif dans le cours du projet.

1.2.3-Ressource : [02]

La réalisation de chaque tâche identifiée dans le projet entraîne l'utilisation des ressources. Ces ressources peuvent être de différentes natures (matérielles, humaines, financière).

1.2.4- Le triangle du projet : [02]

Les principes de base de la gestion de projet sont représentés par le triangle du projet, un Symbole rendu populaire par Harold Kerzner. il est caractérisé par 3 objectifs liés et antagonistes:

- ❖ **Le délai** : il s'agit du temps nécessaire pour achever le projet tel qu'il est décrit dans les prévisions.
- ❖ **Le coût** : le coût du projet est basé sur les coûts des ressources, c'est-à-dire le personnel, l'équipement et le matériel nécessaire à la réalisation des tâches.
- ❖ **La qualité** : il s'agit des objectifs et des tâches du projet ainsi que le travail nécessaire pour atteindre ces objectifs.

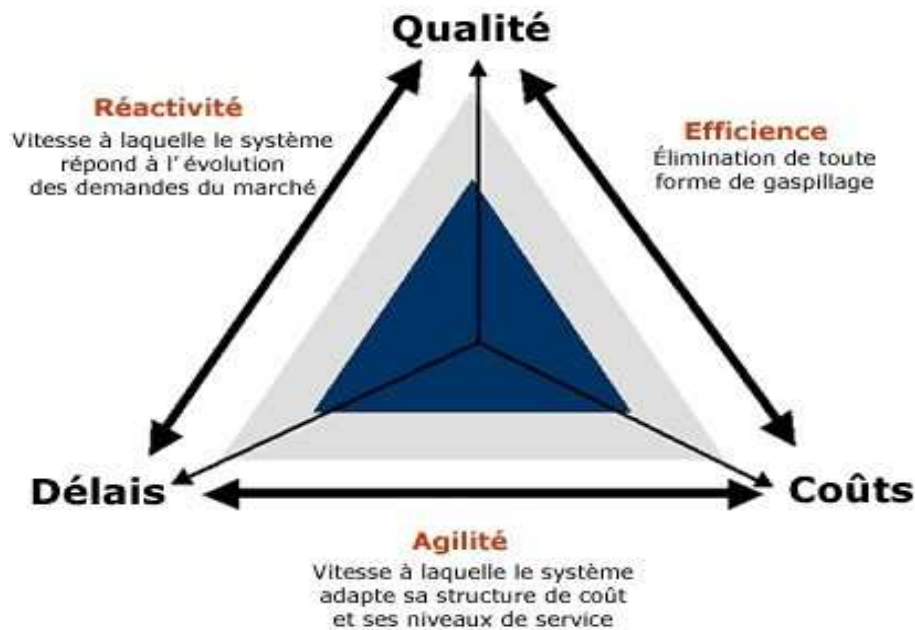


FIG 1.1: Le triangle du projet

Ce trio délai, coût et qualité constituent le triangle du projet, ils sont interdépendants et doivent être pris en compte soigneusement.

L'ajustement de l'un de ses trois facteurs a des répercussions sur les deux autres même s'ils sont tous les trois importants, l'un de ses facteurs influence généralement d'avantage sur le projet.

1.2.5-La gestion de projet : [03]

La gestion de projet est le processus qui consiste à planifier, organiser et gérer les tâches et les ressources afin d'atteindre un objectif défini, généralement en respectant des limites de temps, de ressources et de coûts.

1.2.6-Les étapes de la gestion des projets : [04]

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

La gestion de projet est découpée en deux phases: une phase **prévisionnelle** durant laquelle on ordonnance et on hiérarchise les tâches qui concourent à la réalisation du projet, on prévoit et on évalue toutes les informations les concernant (délais, ressources, coûts).

Puis une seconde phase dite de **suit** des activités, pendant laquelle on observe les décalages éventuels qui peuvent survenir entre ce qui a été prévu et ce qui est effectivement réalisé.

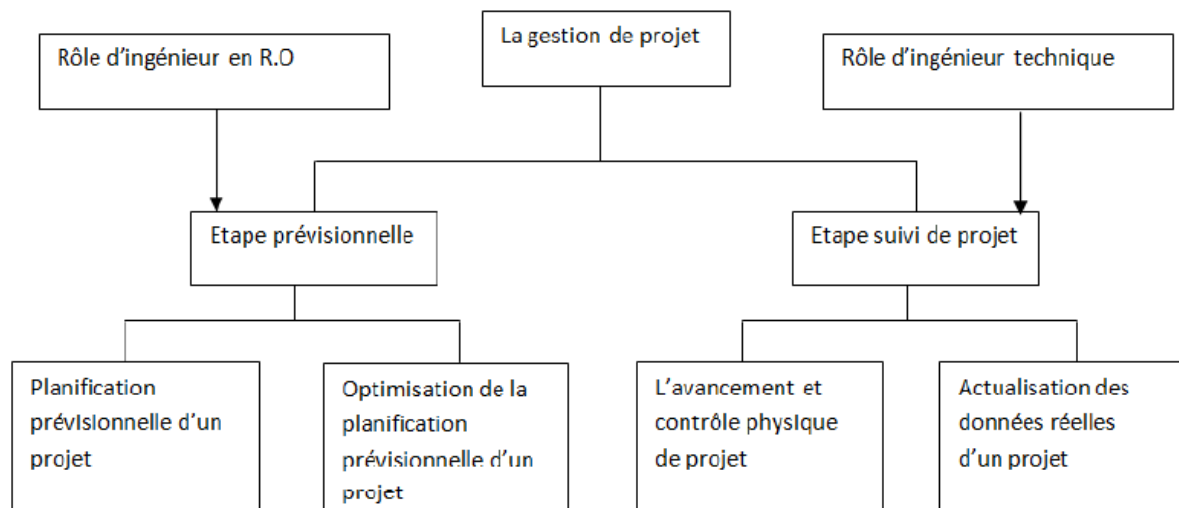


Fig 1.2 : organigramme des étapes de la gestion de projet

1.2.7-Cycle de vie d'un projet :

Les organisations qui exécutent les projets divisent ceux-ci en plusieurs phases afin d'en Permettre une meilleure gestion et un contrôle adéquat: identification, planification, réalisation et terminaison. Ces phases sont mieux connues sous le nom de cycle de vie de projet. La figure 1.4 illustre les phases du cycle de vie de projet.

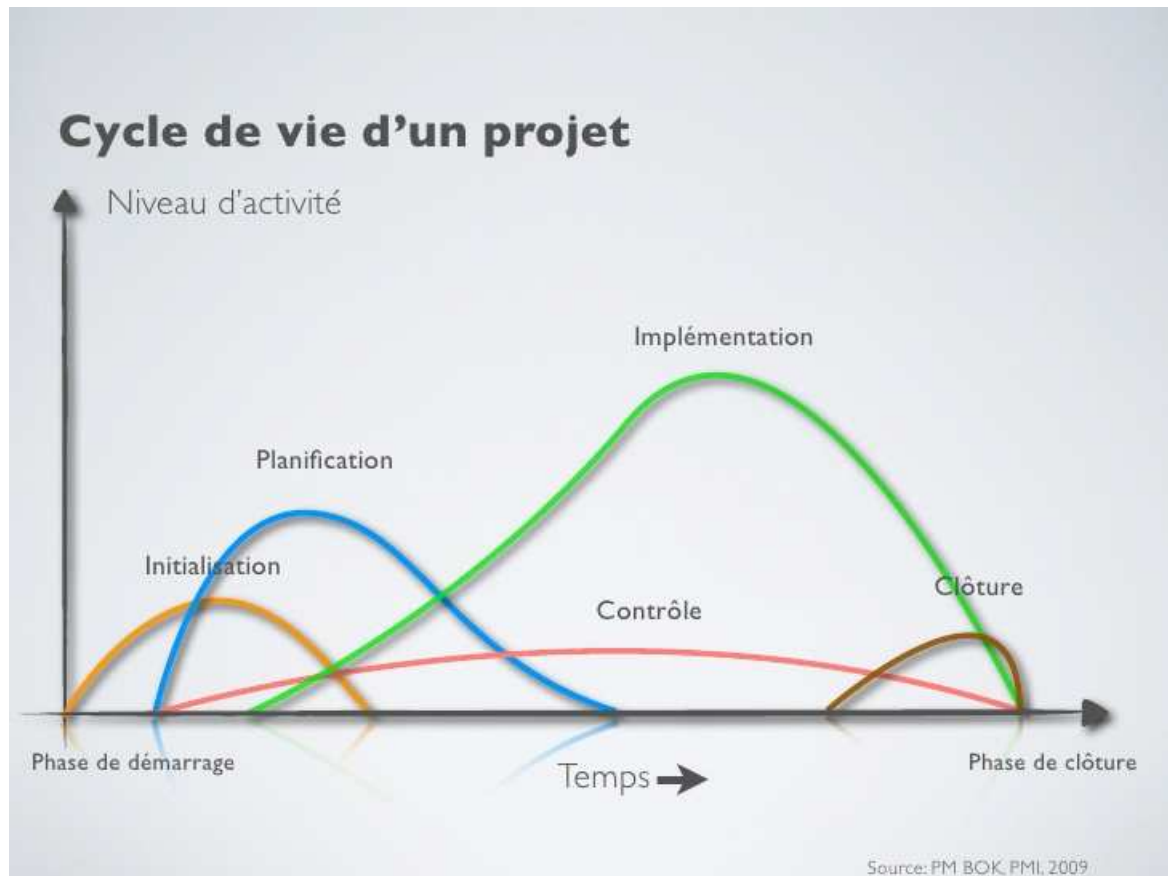


Fig1.3 : Le cycle de vie de projet

1.3-La problématique :

Tout projet doit être planifié quelque soit son importance, sa longueur ou sa complexité.

La planification est un outil indispensable de gestion de projet.

Elle permet de mieux définir les travaux à réaliser, de fixer des objectifs de coordonner divers actions, de maîtriser les moyens requis, de minimiser les risques rencontrés, gérer le temps, c'est à dire ordonnancer les interventions, prévoir l'avancement des travaux . . . etc.

C'est pour cela que le groupe Cosider s'intéresse à la planification afin d'optimiser leur projets.

1.3.1-Présentation générale du projet lot N°2 :

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

Le projet lot N° consiste à l'aménagement de la RN12 en axe autoroutier de la sortie Est de Tizi-Ouzou à Azazga du PK6+000 (Tala Amara) au PK 14+000 (Chaaib) sur 8 Km.

1.3.2-Consistance des travaux :

La partie ouvrage d'art qui nous concerne est composé de trois types d'ouvrages.

Type (01) :

Défini par sa conception comme étant des échangeurs, pont à poutres en BA et BP.

- Echangeur Tala Amara Pont à poutres en BA, L= 35.00 m.
- Echangeur Tamda Pont en BP, L= 25.00 m.
- Echangeur CW 01 Pont en BA, L= 38.00 m.

Type (02) :

Défini par sa conception comme étant un échangeur (Pont en dalle précontrainte).

Echangeur Chaoufa en BP, L= 40.46 m.

Type (03) :

Défini par sa conception comme étant une trémie avec une partie ferme et une partie ouverte ; L=60 ml, L=130+200 ml.

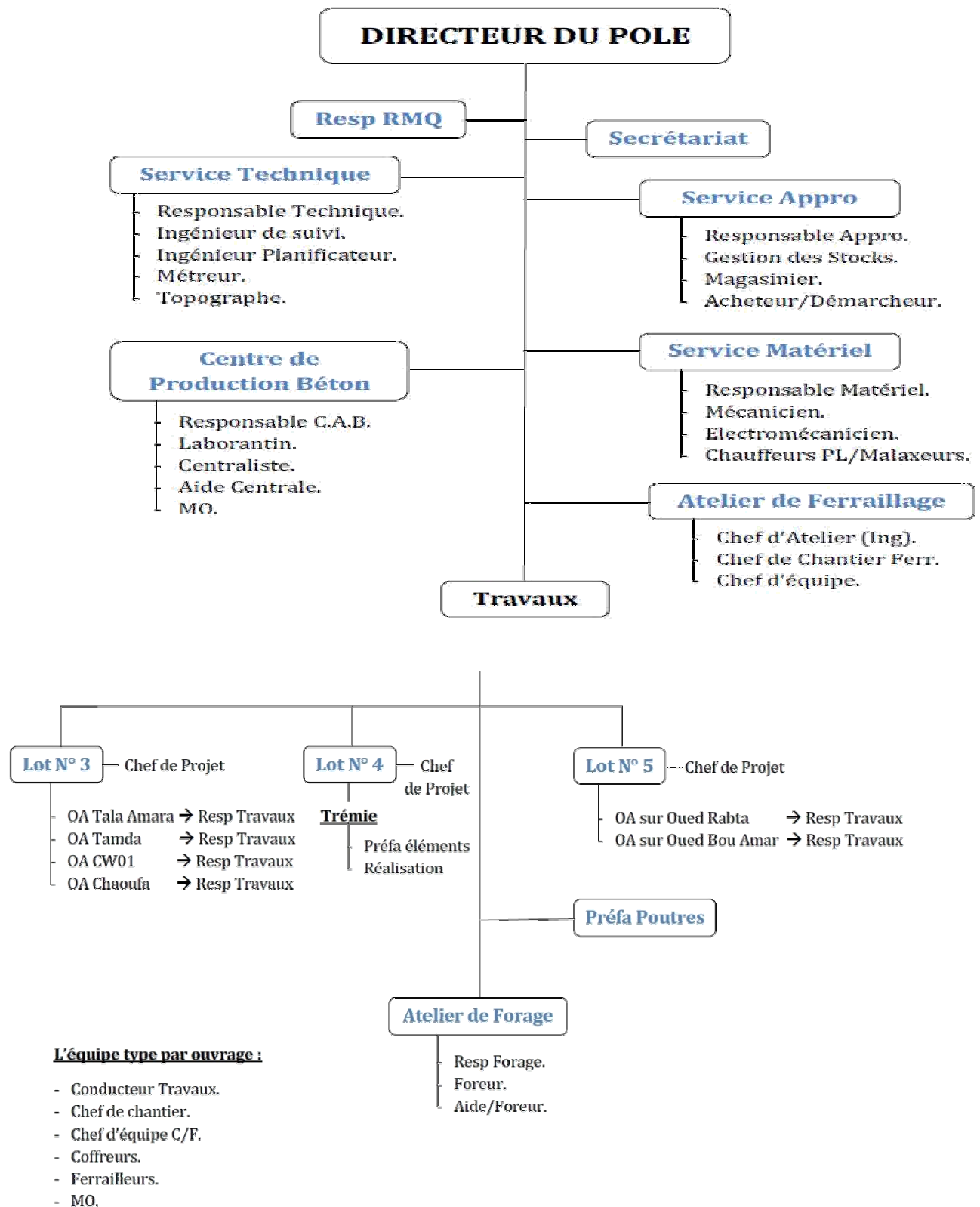


Fig1.3 : Organigramme de projet

Vue l'ampleur et la complexité du projet de l'aménagement en axe autoroutier de la RN 12 du PK 52+000 au PK 84+000, et compte tenu qu'on est dans l'incapacité de le planifier et de l'optimiser on est emmener a ce focaliser sur une partie qui est le lot N° 2 du projet qui consiste a réaliser un pont à poutre précontrainte qui enjambe Oued SIBAOU vers TAMDA .

L'objectif de notre contribution consiste en l'élaboration d'un calendrier de déroulement des taches, en vue de minimiser la dure totale de réalisation du LOT 2.

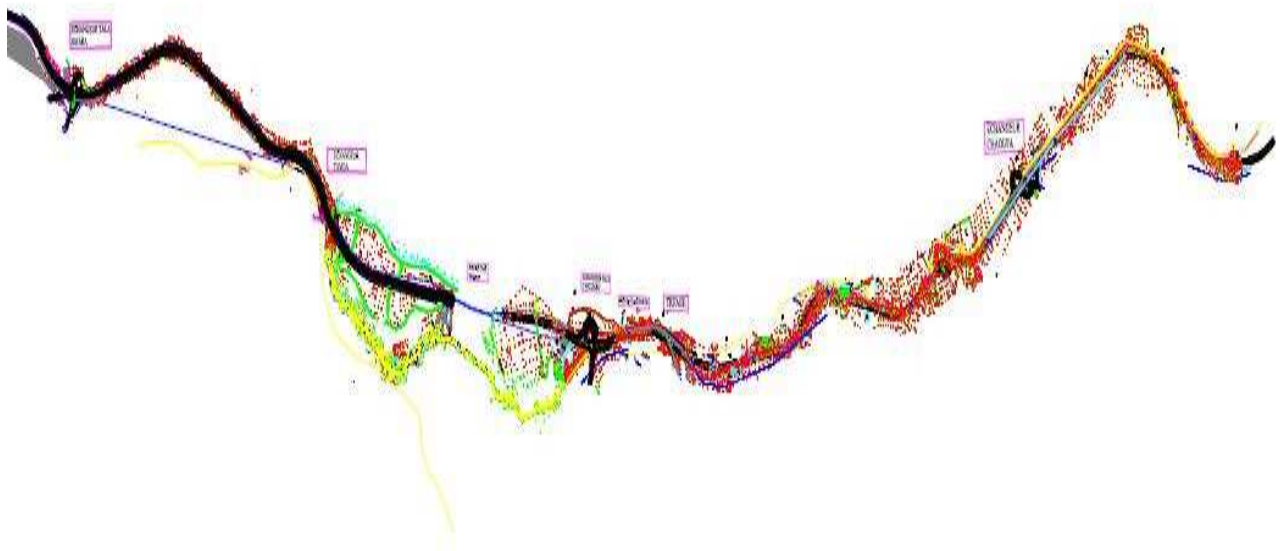


Fig1.4 :Synoptique du projet

1.3.3-Étude préalable du projet :

Avant d'entamer la réalisation d'un planning prévisionnelle du projet **G**, il est nécessaire d'établir une étude préalable. Le but de cette étude est de concevoir et de spécifier l'ensemble des informations nécessaire (les taches, leurs durées, leurs ressources, leurs enchainements . . .etc) pour l'établissement de ce planning, elle consiste à :

1.3.3.1-Découpage du projet :

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

Il s'agit de décomposer de façon structurée et précise le projet en tâches, de manière à visualiser l'ensemble du projet.

En ce qui concerne notre projet les tâches sont données comme suit :

- **Etude**
- **Installation du chantier**
- **Fabrication des poutres**
- **Exécution des pieux**
- **terrassement**
- **Infrastructure**
- **Superstructure**
- **Finition**

1.3.3.2- Estimation de la durée de chaque tâche :

C'est-à-dire le temps nécessaire pour accomplir chacune des tâches. La durée choisie doit être à la fois réaliste et raisonnable. Donner des délais trop courts Entraîne l'impossibilité de les respecter, tandis que des échéances trop souples ne permettent pas l'optimisation du projet.

Divers techniques peuvent être envisagées pour résoudre ce problème, par exemple Technique PERT qu'on aborde ultérieurement.

1.3.3.3- Enchaînement des tâches :

Pour le déroulement de planning il est nécessaire que chaque tâche soit liée à une autre mais, tout en évitant que les liens ne soit pas trop nombreux.

Il existe quatre types de relation entre les tâches comme indique le tableau suivant :

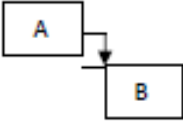
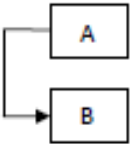
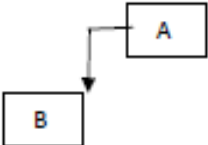
Type de lien	Représentation graphique	Discrétions
Fin /Début		La tâche (B) ne peut pas commencer tant que la tâche (A) n'est pas terminée.
Début/ Début		La tâche(B) ne peut pas commencer tant que la tâche (A) n'est pas commencée.
Fin / Fin		La tâche (B) ne peut pas se terminer tant que la tâche (A) n'est pas terminée.
Début/Fin		La tâche (B) doit se terminer Quand (A) commencer.

Tableau 1.1 : Les différents types de liens

1.3.3.4-Visualisation du coût total de projet :

L'affectation d'une ressource à une tâche met en jeu les paramètres suivant :

- Quantité de ressources affectée à une tâche.
- Nombre d'heures de travail.
- Durée d'une tâche.

Ces informations permettent également de déterminer le coût engendré par cette affectation.

Cependant, deux types de coûts sont généralement pris en compte pour évaluer le coût total du projet:

A. Coût fixe (Estimé par des ingénieurs d'études) :

Il inclut les différents frais et coûts relatifs au projet :

1. Frais d'installation.
2. Frais de matériels et de fourniture de construction.
3. Frais de transport et de télécommunication.
4. Frais de bureau d'étude (composé des ingénieurs de planification).
5. Frais de bureau d'étude (composé des ingénieurs de suivi de projet)

B. Coût variable :

Appelé aussi « **coût standard** » il correspond au salaire ou coût de la ressource par unité de temps, ce coût change proportionnellement avec la durée d'une Tâche.

1.3.4-Tableau récapitulatif du coût total par tache :

Nom de la tache	Désignation de la tache	Le cout estimé en KDA
A	Etude	5000
B	Installation du chantier	8000
C	Fabrication des poutres	54000
D	Exécution des pieux	22400
E	Terrassement	2500
F	Infrastructure	17400

Chapitre1 Présentation du groupe Cosider et problématique

G	Superstructure	21000
F	Finition	1500

Tableau 1.2 : Tableau récapitulatif du coût total par tâche

Remarque : le coût total estimé du projet est du : 131800 K DA

Conclusion :

Compte tenu de ce qui précède notre objectif est désormais fixé, à savoir :

« Planifier et optimiser le projet de la réalisation du LOT N°2 qui est ce pont qui enjambe Oued Sibaou afin de déterminer la durée totale en tenant Compte du conflit coût /durée ».

2.1-Introduction :

La théorie de l'ordonnancement de projet est une branche de la recherche opérationnelle qui s'intéresse au calcul de dates d'exécution optimale des tâches. Pour cela il est très souvent nécessaire d'affecter en même temps les ressources nécessaires à l'exécution de ces tâches. Un problème d'ordonnancement de projet peut être considéré comme un sous problème de planification dans le quel il s'agit de décider de l'exécution opérationnelle des tâches planifiées.

Nous allons présenter dans ce chapitre les notions de base de la théorie des graphes et les différents outils mathématiques (les techniques d'ordonnancement) qui nous ont permis de modéliser et de résoudre le problème d'ordonnancement de projet .

2.2- Généralités sur la théorie des graphes :

2.2.1- Historique :[05]

L'histoire de la théorie des graphes débute peut être avec les travaux d'Euler au XVIII^e siècle et trouve son origine dans l'étude de certains problèmes , tel que celui des ponts de Königsberg (figure 2.1, les habitants de Königsberg se demandaient s'il est possible en partant d'un quartier quel qu'en que de la ville , de traverser tous les ponts sans passer deux fois par le même et revenir à leur point de départ).

La théorie des graphes s'est alors développée dans les divers disciplines telle que la chimie , la biologie , les sciences sociales... . Depuis le début du XX^e siècle , elle constitue une branche à part entière des mathématiques , grâce aux travaux de König Menger , Cayley, puis de Berge et d'Erdős.

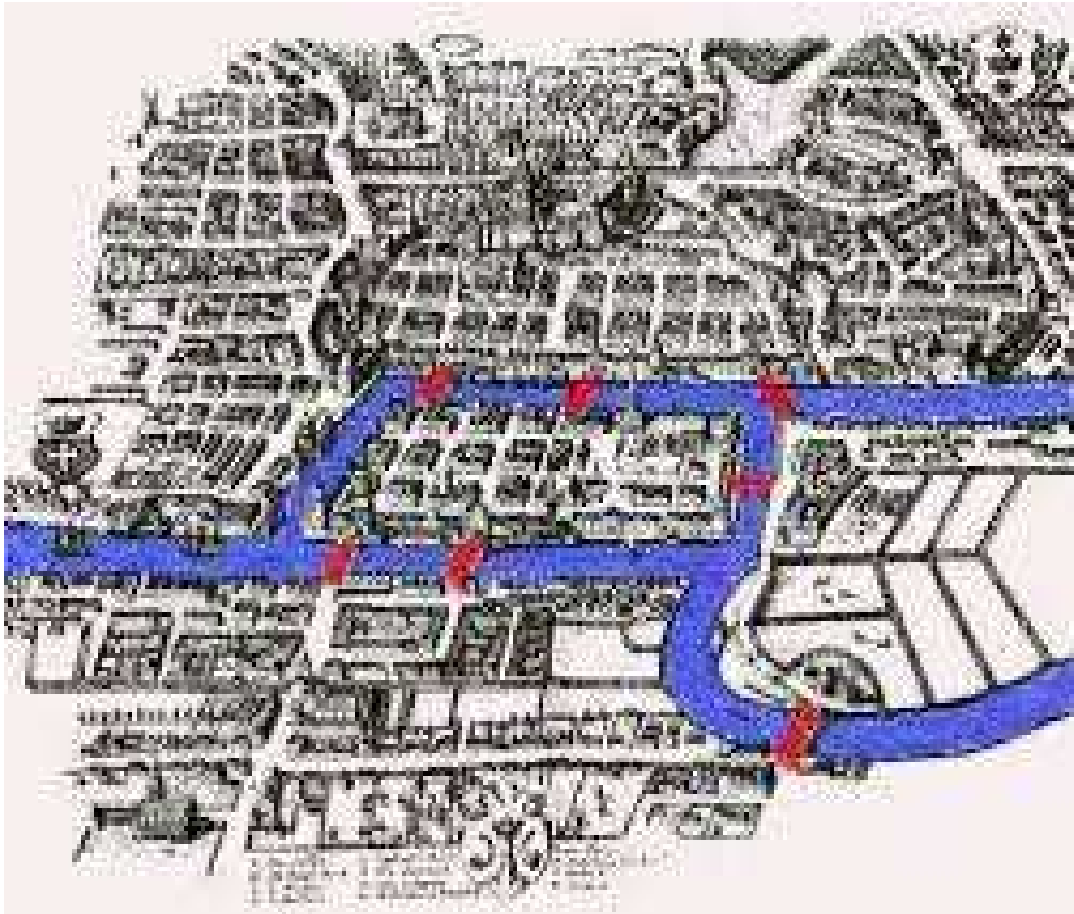


Figure 2. 1- les sept-ponts de Königsberg

2.2.2- Définitions :

2.2.2.1. Graphe :

C'est en 1822 que le mot « graphe » est introduit par l'anglais J.J Sylvester , et en 1936 que paraît le premier livre sur la théorie des graphes , écrit par D King .

Un graphe est un dessin géométrique défini par la donnée d'un ensemble de points appelés sommets ou nœuds , reliés entre eux par un ensemble de lignes ou de flèches appelées arête ou arc, chaque arête a pour extrémité deux points, éventuellement confondus.

- **Mathématiquement** : généralement un graphe est représenté par un couple de deux ensembles $G = (X , U)$ où :

X est l'ensemble des nœuds et U l'ensemble des arcs .

Les graphes peuvent servir a représenter un grand nombre de situations courantes comme :

- Les liens routiers .
- Les réseaux de communication .
- Les circuits électriques .
- Les liens entre divres personnes ou entités administratives
- Les problèmes d'ordonnement , les problèmes d'emploi du temps ,.....

2.2.2.1.1- Graphe orienté et graphe non orienté [06]

Un graphe orienté est un système formé d'un ensemble fini de sommets que l'on notera $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ et d'un ensemble fini d'arcs reliant dans un ordre bien défini ces sommets ou un certain nombre d'entre eux noté $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$.

Mathématiquement un graphe orienté est représenté par le couple $G=(X,U)$ où :

X est l'ensemble des sommet , U est l'ensemble des arcs .

Si on definit une relation sur un ensemble où la notion d'ordre n'est pas importante, on représente ainsi la relation entre deux sommets par un arc non orienté appelé arête, on obtient alors un graphe non orienté, noté $G=(X,U)$.

2.2.2.1.2-Quelque graphes particuliers [05] ;[06]

- **Graphe simple** :un graphe est dit simple s'il ne contient pas de boucle et s'il n'y a pas plus d'une arête reliant deux même sommet (boucle : arête ou arc partant d'un sommet et allant vers lui-même).

- **Graphe complet** : on appelle un graphe complet un graphe dont tous les sommets sont adjacents (deux sommets sont adjacents s'ils sont reliés par une arête).
- **Un graphe biparti** : un graphe est biparti si ses sommets peuvent être divisés en deux ensembles X et Y , de sorte que toute arête relie un sommet dans X à un sommet dans Y , il est habituellement noté par $G = (X, Y, E)$, où E est l'ensemble des arêtes.
- **Un graphe planaire** : un graphe est dit planaire si on peut le dessiner sur un plan de façon que les arêtes ne se coupent pas, en dehors de leurs extrémités.

2.2.2.1.3-Longueur d'un arc [01]

On peut attribuer une longueur à chaque arc l'orqu'une valeur numérique l_{ij} est associée à la relation (durée, coût, probabilité...), dans ce cas on dit que le graphe est valué.

2.2.2.1.4-Réseau [01]

Un réseau est un graphe $G=(X;U)$ auquel on associe une fonction $d : U \rightarrow \mathbb{R}$ qui à chaque arc fait correspondre sa longueur, on note $R=(X,U,d)$ un tel réseau.

2.2.2.1.5- Successeurs et prédécesseurs d'un sommet[01]

L'ensemble des successeurs d'un sommet i , noté $r^+(i)$, regroupe toutes les extrémités finales des arcs ayant comme extrémité initiale i .

symétriquement, l'ensemble des prédécesseurs d'un sommet i , noté $r^-(i)$ regroupe toutes les extrémités initiales des arcs ayant comme extrémité finale i .

2.2.2.1.6- La représentation matricielle d'un graphe :

A un graphe $G=(X,U)$ contenant n sommets et m arcs c'est à dire $|X| = n$ et $|U|=m$, on associe généralement trois types de matrices :

a) La matrice d'adjacence [05]

La matrice d'adjacence du graphe G est la matrice $M(G) \in \mathbb{R}_{n \times m}$ dont les coefficients m_{ij} sont définis par :

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } (x_i, x_j) \in U \\ 0 & \text{si } (x_i, x_j) \notin U \end{cases}$$

Exemple:

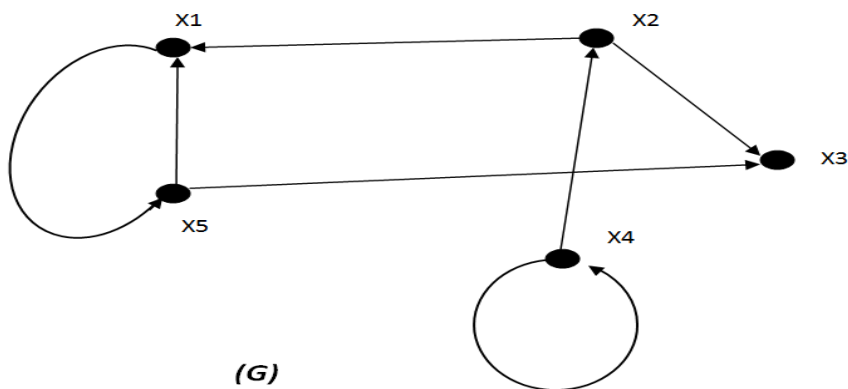


Figure 2.3 : Graphe G

$$M(G) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$M(G)$ est la matrice d'adjacente du graphe (G)

b) La matrice associée [06]

La matrice associée d'un graphe $G=(X,U)$ est une matrice $(n*n)$, ou chaque ligne et colonne correspondante à un sommet du graphe, les éléments de cette matrice indiquent le nombre d'arc orientés dans le même sens reliant deux sommet comme suit :

- + 1 signifie que le sommet est une extrémité initiale de l'arc
- -1 signifie que le sommet est une extrémité finale de l'arc .
- 0 signifie qu'il n'existe pas de relation entre le sommet et l'arc .

2.2.2.1.7- Quelques terminologies [05] ;[07]

- **Ordre d'un graphe** : l'ordre d'un graphe est le nombre de sommet de ce graphe .
- **Chaîne** : est une suite finie de sommet reliés entre eux .
- **Chaîne simple** : chaîne qui n'utilise pas deux fois la même arête .
- **Chaîne eulérienne** : chaîne simple passant par toutes les arêtes d'un graphe et une seule fois.
- **Chaîne hamiltonienne** : chaîne simple passant par tous les sommets d'un graphe une et une seule fois .
- **Chemin** : suite de sommet reliés par des arcs dans un graphe orienté.
- **Cycle** : chaîne qui revient à son point de départ.

- **Cycle eulérien** : cycle simple passant par toutes les arêtes d'un graphe et une seule fois.

Cycle hamiltonien : cycle simple passant par tout les sommet d'un graphe une et une seule fois .

- **Graphe connexe** : un graphe G est dit connexe si pour toute paire de sommets $(x ; y)$ de G il existe une chaine de premier terme x et de dernier terme y .
- **Arbre** : graphe connexe sans cycle simple et sans boucle
- **Indice chromatique** : nombre minimale de couleurs permettant de colorier les arêtes d'un graphe de telle sorte que deux arêtes adjacentes n'aient pas la même couleur.
- **Nombre chromatique d'un graphe** : nombre minimale de couleurs permettent de colorier les sommets d'un graphe, de telle sorte que deux sommets adjacents n'aient pas la même couleur.

2.2.3- Problème d'ordonnement de projet :

2.2.3.1 -Définition :

La gestion d'un projet composé de plusieurs tâches, présente de grand problèmes quand à l'établissement d'un calendrier du déroulement et du contrôle de leurs execution.

C'est ainsi que sont apparus les problèmes d'ordonnement dans la, planification des projets et ce dans le but de gagner du temps dans leurs réalisation (minimiser la durée de réalisation d'un projet) compte tenu des contraintes d'antériorité reliant les différentes tâches , c'est à dire, une tâche ne peut commencer que si une, ou plusieurs prenant fin .

Résoudre un problème d'ordonancement, c'est d'abord donner l'ordre dans lequel doivent etre executées les tâches , de façon à minimiser la durée d'exécution totale du projet , tout en satisfaisant les conditions d'antériorité .

2.2.3.2- Les methodes d'ordonnancement de projet :

Les methodes d'ordonnancement de projet peuvent se regrouper en 2 catégories selon leurs principe de base :

2.2.3.2.1-La méthode PERT :

2.2.3.2.1.1- Origine et définition :

A la fin des années cinquante, la marine américaine concoit une nouvelle technique d'ordonnancement qui devait conduire à des gains de temps importants dans la réalisation de ses missiles à ogive nucléaire polaris : c'est la technique PERT (Programme Evaluation and Review Technique).[08]

Cette technique a permis de coordonner les travaux de près de 6000 constructeurs dans les délais imposes par le gouvernement américain.

Le PERT (technique d'ordonnancement et de contrôle de programmes) est « une méthode consistant à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui grâce a leurs dépendance et à leurs chronologie concourent toutes à l'obtention d'un produit finis ».[09]

2.2.3.2.1.2-But de la méthode :

Cette méthode consiste a optimiser sous contrainte une action qui comporte plusieurs étapes dans un ordre précis, avec des spécificités de durée ou de coûts.

L'objet est de determiner le temps (coût totale minimale nécessaire pour que toutes les phases soient réalisées selon leurs anteriorité.

2.2.3.2.1.3- La représentation du réseau PERT :

La méthode PERT consiste à représenter un problème d'ordonnancement de projet par un graphe dit « reseau PERT» qu'on note : $R=(X,U,d)$ où :

- Un arc correspond à une tâche .
- La valeur d'un arc u represente la durée d'une tâche $d(u)$.

Field	Set Field	1	Ad	h	Ad	h	Ad	h
-------	-----------	---	----	---	----	---	----	---

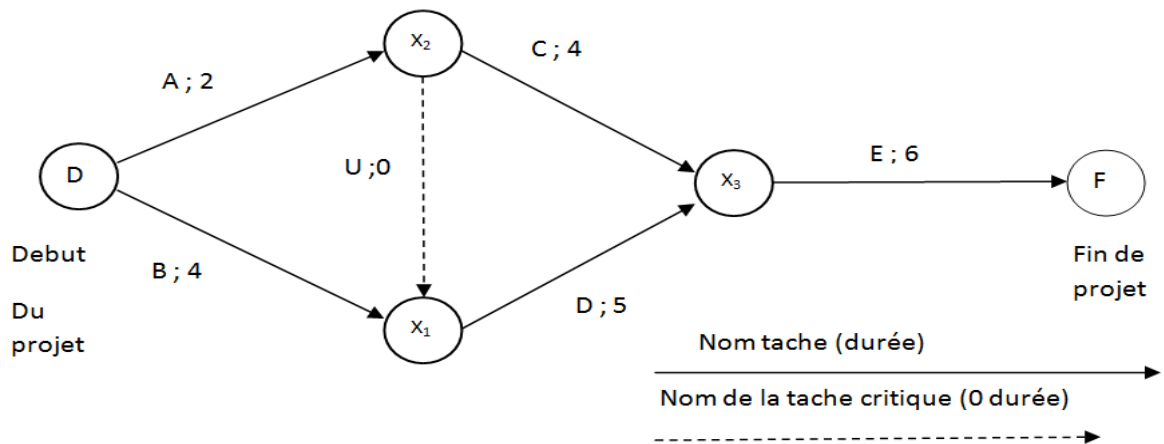


Figure 2.4: Réseau PERT de l'exemple précédent

2.2.3.2.1.3- Calendrier des dates « au plus tôt » et au « plus tard » dans un réseau PERT [06]

➤ Calendrier des dates au plus tôt :

Une fois qu'on aura établi le réseau PERT, on pourra déterminer pour chaque événement la date à laquelle il peut au plus tôt se réaliser, autrement dit, la date de début au plus tôt de chaque tâche.

On considère la date du début de l'événement D (début de projet) égale à 0.

Un événement x ne se réalise que si tous les événements précédents se sont réalisés.

On calcule alors la longueur maximale du chemin aboutissant à x .

$$✓ T_x = \max [t_y + d(x, y) / y \in r]$$

(le max étant pris sur les prédécesseurs de x).

▪ La date de début au plus tôt d'une tâche :

La date de début au plus tôt d'une tâche est égale à la date au plus tôt de l'événement d'où elle est issue, on la note T_a .

$$\checkmark T_a = T_x \text{ (si la tâche a est issue de l'événement x).}$$

➤ Calendrier des dates au plus tard :

Connaissant la date de fin du projet on pourra déterminer la date au plus tard à laquelle les événements peuvent se réaliser .

▪ On note la date au plus tard d'un événement par T_x^* :

$$\checkmark T_f^* = T_f \text{ (pour le sommet du projet)}$$

$$\checkmark T_x^* = \min [T_y^* - d(x,y) / y \in r^+(x)]$$

(le min étant pris sur le successeur de x)

▪ La date de début au plus tard d'une tâche :

La date de début au plus tard d'une tâche est égale à la date au plus tard de l'événement au quel elle aboutit, diminuée la durée de la tâche, la note T_a^* .

$$\checkmark T_a^* = T_y^* - d(x,y), \text{ (si la tâche a va du sommet x au sommet y).}$$

2.2.3.2.1.4- Analyse et identification des tâches critiques :

Une fois la date au plus tard et au plus tôt de chaque événement calculé, on peut analyser la situation, la date au plus tôt fournit la date planifiée pour chaque événement et les dates au plus tard indiquent de combien un événement peut être retardé sans retarder le projet, ceci permet d'indiquer les tâches critiques.

Une tâche i correspondant à l'arc (x,y) peut voir sa durée augmenter d'un délai

$$\alpha(i) = T_y^* - T_x - d(i) = T_i^* - T_i \text{ sans que ce retard ne se répercute nécessairement sur la durée de réalisation du projet .}$$

Une tâche est dite « critique » si tout retard dans son exécution se répercute automatiquement sur la durée de réalisation du projet, en d'autre terme une tâche est critique si sa date de début et sa date de fin sont critiques, et si la différence entre la date de début et la date de fin est égale à la durée de la tâche . [06]

Autrement dit , une tâche i est critique si $\alpha(i) = 0$.
il est à noter que , sur le plus long chemins de D à F ; toutes les tâches sont critiques, ce chemins est dit alors chemin critique, c'est le chemins critique qui définit la durée minimale du projet .

2.2.3.2.1.5- Intervalle de flottement .[06]

Chaque tâche a une date de début au plus tôt et une date de début au plus tard. Le démarrage de cette tâche peut intervenir entre ces deux dates sans compromettre la date de fin de projet . L'intervalle de flottement d'un événement est égal à la différence entre la date de début au plus tôt et la date de début au plus tard de la tâche.

2.2.3.1.6- Les différentes marge d'une tâche [06] ;[10]

Le responsable du projet peut se pencher aussi sur le degré de liberté dont il dispose pour éventuellement augmenter la durée d'une tâche sans compromettre la durée totale du projet , on distingue trois type de marges (figure 2.4)

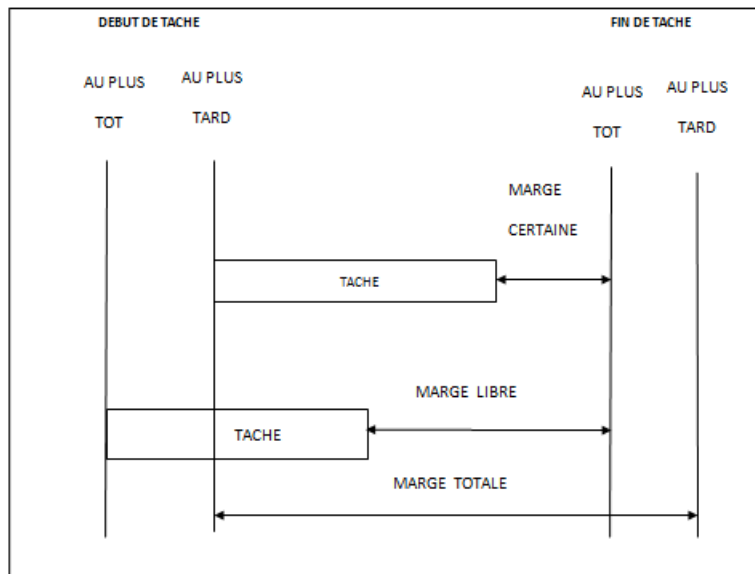


Figure 2.5: Les différentes marges d'une tâche

2.2.3.2.1.6.1-La marge totale d'une tâche :

Notée $M_t(u)$, c'est le retard maximum qu'on peut apporter au démarrage d'une tâche sans perturber la date de fin du projet, mais en acceptant de perturber l'exécution d'autres tâches.

Soit une tâche u , représentée par l'arc $u=(x, y)$:

$$M_t(u) = t_y - t_x - T_u$$

2.2.3.2.1.6.2 -La marge libre d'une tâche :

Notée $M_l(u)$, c'est le retard maximum que l'on peut apporter au démarrage d'une tâche non seulement sans allonger le délai total de projet, mais aussi sans décaler l'exécution d'aucune autre tâche.

Soit une tâche u , représentée par un arc $u(x, y)$:

$$M_l(u) = t_y - t_x - d(u)$$

2.2.3.1.6.3 -La marge certaine d'une tâche :

Notée $M_c(u)$, c'est le retard maximum que l'on peut apporter au démarrage d'une tâche sans perturber la réalisation au plus tôt de l'événement suivant bien que l'événement précédent n'a été réalisé qu'à sa date limite.

Soit une tâche u , représentée par un arc $u(x, y)$:

$$M_c(u) = t_y - t_x^* - d(u)$$

2.2.3.2.1.7-Intérêts de méthode PERT :

- Le PERT présente d'une façon visuelle l'enchaînement logique des tâches en vu :
 - D'en faciliter la coordination et le contrôle,
 - D'améliorer les prévisions de durée et de coût.
- Le tracé du réseau PERT permet de connaître le chemin critique (c'est –à-dire le chemin le plus long entre la première et la dernière étape) et par conséquent :

La durée totale du projet,

Les tâches pour lesquelles tout retard entraîne l'allongement du projet

2.2.3.2-Méthodes de GANTT (diagramme de barre) :

2.2.3.2.1- Définition :

Le diagramme de GANTT a été conçu en 1917, par un américain du nom de Henry L.GANTT, pour améliorer la gestion des ateliers des entreprises .très rapidement cet outil a montré son utilité dans la gestion de tout le projet nécessitant la coordination, dans le temps, d'un ensemble de tâches . .[07]

Il se présente sous forme d'un planning présentant en ligne les tâches élémentaires d'un projet et en colonne l'échelle de temps retenue (jours, semaine, etc.).

Ce tableau permet donc de visualiser d'un simple coup d'œil les différentes étapes de réalisation d'un projet et leur état d'avancement.

2.2.3.2-Méthodologie de construction d'un diagramme de GANTT :

L'élaboration d'un diagramme de GANTT suppose que toutes les tâches nécessaires à la réalisation de l'objectif poursuivi soient clairement identifiées, hiérarchisées (relation d'antériorité) et quantifiées en terme de délai d'exécution, de charges ou de ressources nécessaires (humaines, techniques, financières).

La démarche à suivre, peut passer par les cinq étapes suivantes :

1. Déterminer et structurer la liste des tâches à réaliser pour mener à bien le projet.
2. Estimer les durées et les ressources des tâches identifiées.
3. Réaliser le « réseau logique » (celui-ci vise à traduire visuellement les relations d'antériorité des tâches précédemment définies)
4. Tracer le diagramme de GANTT : il s'agit formaliser les étapes précédentes dans un diagramme de synthèse, faisant apparaître en ordonnée la liste des tâches et en abscisse l'échelle de temps adopté (généralement en semaines ou mois).

A l'intérieur du cadre, les tâches sont figurées sous la forme de traits ou de rectangles d'une longueur proportionnelle à la durée, leur position horizontale reflétant leur ordre logique d'exécution. La méthode la plus simple consiste à commencer par représenter les tâches n'ayant aucune antériorité, puis celles qui peuvent immédiatement leur succéder et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les tâches aient été positionnées.

Éventuellement plusieurs tâches peuvent être réalisées simultanément (sous réserve d'une disponibilité des ressources nécessaires) ce qui permet de diminuer la durée totale d'exécution du projet et, donc, son coût.

Exemple :

Le diagramme de GANTT associé au projet de l'exemple précédent (Tableau 2.1) est comme suit :

Remarque : on suppose que le projet commence par exemple le 29.05.2015.

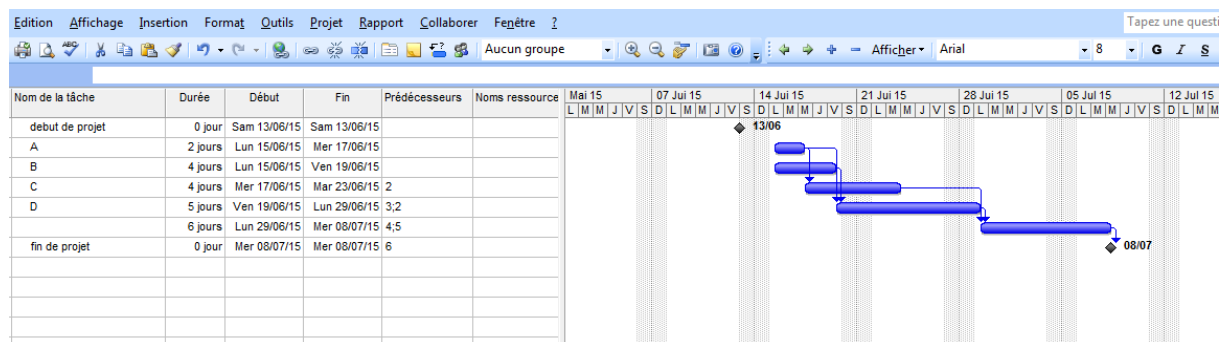


FIG 2.6 Diagramme du GANTT de l'exemple précédent

Par convention :

- Chaque colonne du diagramme représente une unité de temps.
- Chaque tâche est représentée par un rectangle dont la longueur est proportionnelle à sa durée d'exécution prévue.
- Le chemin critique est formé par la succession des tâches pour lesquelles aucun retard n'est possible sans entrainer un retard de même ampleur dans la date d'achèvement du projet.

2.2.3.2.3-Intérêt du diagramme de GANTT :

Ce type de diagramme permet de visualiser l'enchaînement des différentes étapes du déroulement d'un projet et offre, ainsi, la possibilité :

- ✓ De prévoir suffisamment à l'avance les actions à entreprendre pour minimiser le temps de réalisation d'un projet
- ✓ D'identifier les tâches critiques (tâches pour lesquelles aucun retard n'est possible sans retarder d'autant la date de fin du projet) et les marges (total, libre et certaine) des autres.
- ✓ De faciliter le suivi de l'état d'avancement du projet (notamment évaluation de L'impact global d'un retard sur une tâche intermédiaire)
- ✓ De gérer au mieux les éventuels conflits de ressources
- ✓ De servir d'outil de communication entre les différents acteurs impliqués dans la réalisation du projet.

CONCLUSION :

EN conclusion, les problèmes d'ordonnement des projets constituent une classe importante en recherche opérationnelle. Ils consistent à programmer dans le temps un ensemble de tâches, en respectant diverses contraintes (enchaînement entre les tâches, dates limités, ressources limités), dans le but d'optimiser un critère comme la durée totale, nombre de tâches en retardetc.[03] ;[11]

Ces problèmes surgissent dans de nombreux domaines telle que : Gestion de projet, production industrielles, télécommunication, système informatiques, transports, etc.

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnancement de projet appliqué au projet du LOT N2

3.1 - Introduction :

Après avoir identifié toutes les tâches liés au projet (chapitre 1) ; désormais notre objectif se focalise en l'élaboration d'un planning (calendrier) pour le déroulement de ces différentes tâches qui composent notre projet, ainsi que l'estimation de la durée de chaque tâche ; et cela afin de déterminer la date de la livraison de ce dernier, ainsi que la minimisation de son coût total de réalisation.

3.2- Consistance :

La planification d'un projet consiste à :

- Découper le projet en phases.
- Découper les phases en tâches.
- Définir la logique d'enchaînement des tâches.
- Analyser les résultats (délai final, chemin critique, les marges,...).
- Optimiser le planning :
 - en changeant certain enchaînement logique
 - en modifiant la durée de certaines tâches.
- Editer le planning sous une forme temporelle claire et bien adaptée aux divers utilisateurs.

3.3- Objectifs :

Les objectifs principaux de notre planification sont les suivants:

- Minimiser la durée d'exécution totale du projet LOT N° 2
- Minimiser le coût total du projet.

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

- Gestion optimale des ressources.

3.4- Estimation de la durée des tâches :

C'est le processus qui consiste à estimer le nombre de périodes de travail requises pour achever chacune des tâches avec les ressources estimées. La durée d'une tâche est souvent fonction de l'importance des ressources affectées pour la réaliser. Pour cela il existe quatre techniques qui sont les suivantes:

3.4.1 - Jugement d'expert :[12]

Basé sur l'information historique, le jugement d'expert peut fournir des informations sur l'estimation de la durée maximale recommandée des activités provenant de projets antérieurs similaires.

3.4.2 - Estimation par analogie : [12]

L'estimation par analogie utilise les paramètres d'un projet antérieur similaire, tels que la durée, le budget, la taille, la charge et la complexité, comme base pour l'estimation des paramètres ou mesures semblables dans un projet futur. L'estimation de la durée par analogie est fréquemment utilisée pour estimer la durée d'un projet lors que l'on dispose de peu d'informations détaillées sur ce dernier, comme c'est le cas, par exemple, lors des phases initiales d'un projet. L'estimation par analogie utilise l'information historique et le jugement d'expert. Le plus souvent, l'estimation par analogie est moins onéreuse et prend moins de temps que les autres techniques, mais en revanche, elle est moins précise.

3.4.3 - Estimation paramétrique : [12]

L'estimation paramétrique utilise une relation statistique entre les données historiques et les autres variables pour estimer les paramètres d'une activité, tels

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

que le coût, le budget et la durée. La durée des activités peut être quantitativement déterminée en multipliant la quantité du travail à effectuer par le nombre d'heures de main d'œuvre par unité de travail. Par exemple, Pour un projet de câblage, en multipliant le métrage de câble par le nombre d'heures de travail par mètre de câble ; Si les ressources allouées sont capables d'installer 25 mètres de câble par heure, la durée requise d'installation de 1000 mètres de câble sera de 40 heures. (1000 mètres divisé par 25 mètres par heure).

3.4.4 - Estimation à trois points (loi Béta) :

La durée (T) de chaque tâche du projet est considérée comme aléatoire, de distribution Béta. Les paramètres de la distribution Béta sont calculés moyennant, une hypothèse de calcul assez forte à partir des trois paramètres (A), (B) (M0). Il suffit donc de poser les trois questions suivantes:

- ✓ Quelle est la durée minimale de réalisation de la tâche ?
- ✓ Quelle est la durée maximale de réalisation de la tâche ?
- ✓ Quelle est la durée la plus probable ?

Pour obtenir respectivement les paramètres (A), (B) (M0) qui permettent de Calculer la moyenne, à partir de la formule suivante:

$$E(t) = \frac{A+B+4M_0}{6}$$

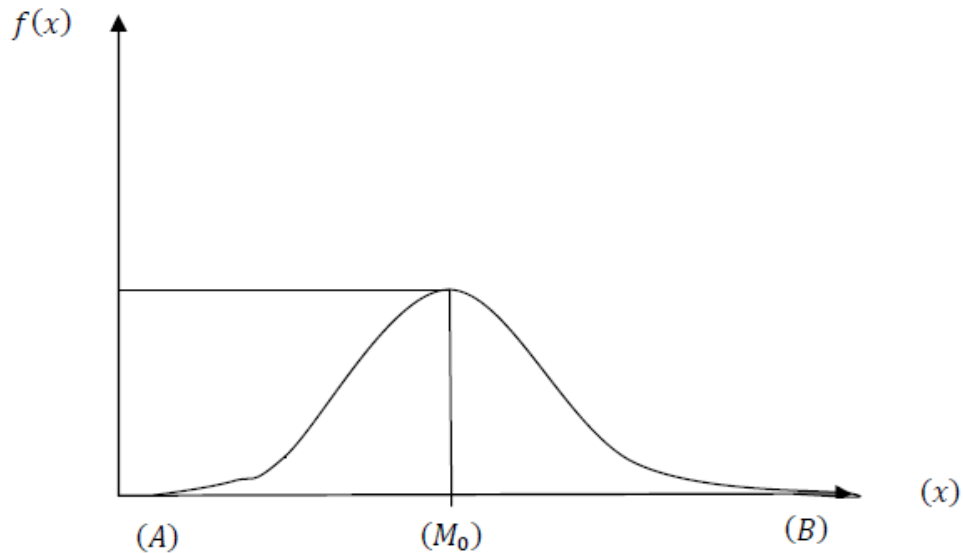


Fig 3.1: Distribution Bêta

3.5 - Structure de répartition du travail WBS (Working Breakdown Structure) :

Le WBS répond à la question quoi-faire ? C'est une décomposition arborescente orienté d'un projet, qui montre une subdivision de l'effort requis pour atteindre un objectif.

Dans un projet le WBS est développé en commençant par l'objectif final et successivement le subdiviser en éléments gérables en termes de taille, la durée et la responsabilité qui comprennent toutes les mesures nécessaires pour atteindre cet objectif.

3.6 - OBS (Organisation Breakdown Structure) :

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

L'OBS répond au qui est responsable de quoi ? Et qui fait quoi ? Il fait le lien entre les tâches et les personnes (physiques ou morales). Il permet de définir les responsabilités et les actions dans les tâches. Dans la pratique, cependant, on ne produit pas une arborescence calquée sur le WBS mais une matrice avec les tâches d'un côté et les personnes de l'autre. Le remplissage de cette matrice fait alors office d'OBS.

3.7 - La matrice RACI :

Est une matrice qui met en évidence les responsabilités et les rôles des Intervenants au sein de chaque processus et /ou activité. Cette matrice représente l'organisation du travail en reliant dans un tableau commun le WBS et L'OBS. Elle offre aussi une vision simple et claire de qui fait quoi dans le projet en permettant d'éviter une redondance des rôles ou une dilution des responsabilités. Elle est remplie non seulement de façon binaire mais avec les quatre lettres du RACI qui signifient:

R: Pour le ou les responsables opérationnels (Responsable), c'est-à-dire ceux qui effectuent la tâche.

A: Pour le responsable final (Accountable), c'est-à-dire celui qui rend des comptes.

C: Pour le ou les personnes consultées (Consulted).

I: Pour le ou les personnes informées (Informed).

3.8 - Tableau récapitulatif des tâches ; leurs durées et leurs organisations :

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnancement de projet appliqué au projet du LOT N2

Désignation	Nom de la tâche	Durée estimée (mois)	Prédécesseurs
A	étude	2	-
B	Installation du chantier	1	A
C	Fabrication des poutres	2	A, B
D	Exécution des pieux	7	A, B
E	Terrassement	7	D
F	Infrastructure	7	D, C
G	Superstructure	7	E, F
H	Finition	1	F

3.9 - Répartition des tâches par niveau : [13]

Le niveau d'une activité correspond au plus grand nombre d'activités rencontrées sur un même itinéraire depuis le début du projet plus un. Pour déterminer le niveau des activités, on procède comme suit. On place au premier

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

niveau les activités qui n'ont aucun ancêtre et on raye ces activités de la liste des activités. On continue comme suit :

- **Etape 1** : on raye dans la colonne des ancêtres les activités qui viennent d'être affectées au dernier niveau analysé.
- **Etape 2** : les activités du nouveau niveau sont les activités non rayées de la colonne des activités qui n'ont plus d'ancêtres. Après affectation au nouveau niveau, ces activités sont rayées dans la colonne des activités.
- **Etape 3** : s'il reste des activités non rayées dans la colonne des activités, on repart à l'étape 1. Sinon le processus est terminé.

Désignation	Nom de la tâche	Durée estimée (mois)	Prédé	N1	N2	N3	N4	N5	N6
A	Etude	2	-	A					
B	Installation du chantier	1	A		B				
C	Fabrication des poutres	2	A, B			C			
D	Exécution des pieux	7	A, B			D			
E	Terrassement	7	D				E		
F	Infrastructure	10	D, C				F		

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

G	Superstructure	7	E ;F					G	
H	Finition	1	F, G						H

Tableau 3.1 Classement des tâches par rang.

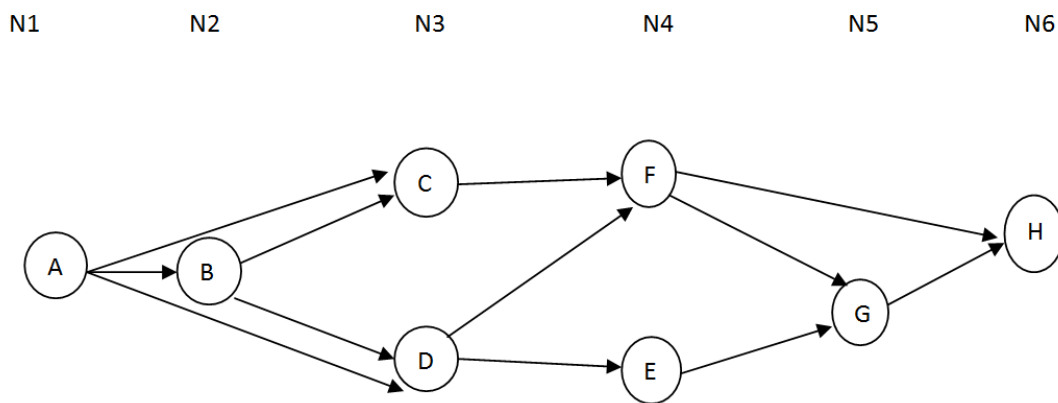


FIG 3.2 Graphe des précédences par niveau

3.10 - La Construction du réseau PERT :

A l'aide du tableau 4.1 on peut construire le réseau PERT associé au projet LOT N°2 comme suit:

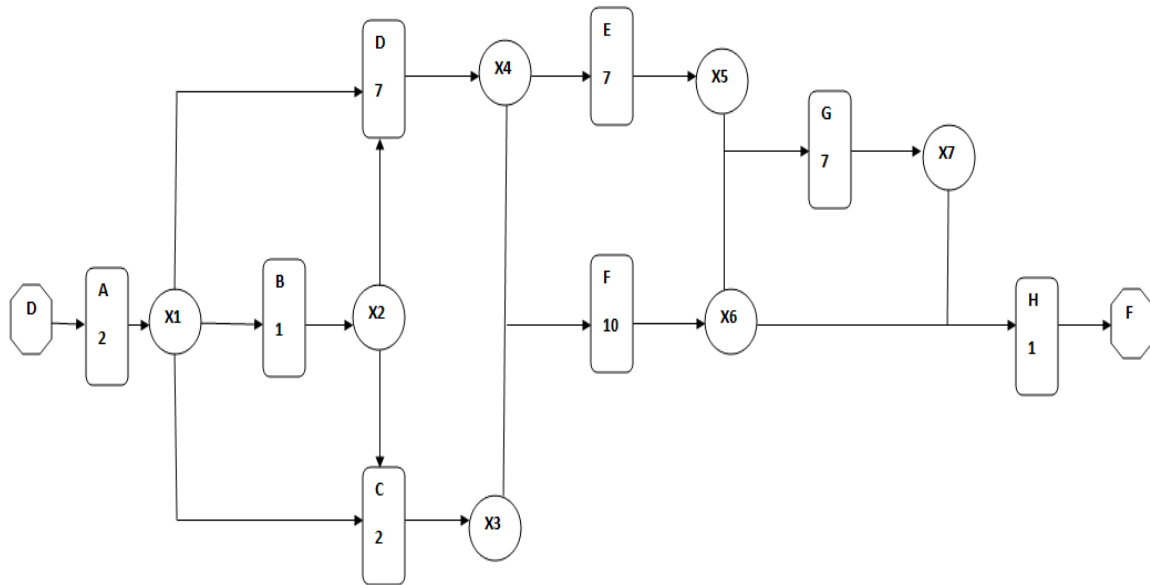


Fig 3.3 Réseau PERT du projet du LOT N°2

3.11- Calcul de l'ordonnancement pour le LOT N°2

3.11.1 Détermination des dates du début au plus tôt et au plus tard des Événements

3.11.1.1 Les date au plus tôt des événements

- $t_D = 0$
- $t_{X1} = t_D + d(A) = 0 + 2 = 2$
- $t_{X2} = t_{X1} + d(B) = 2 + 1 = 3$
- $t_{X3} = \max \{ t_{X1} + d(C) ; t_{X2} + d(C) \} = \max \{ 3 ; 5 \} = 5$
- $t_{X4} = \max \{ t_{X1} + d(D) ; t_{X2} + d(D) \} = \max \{ 9 ; 10 \} = 10$
- $t_{X5} = t_{X4} + d(E) = 10 + 7 = 17$
- $t_{X6} = \max \{ t_{X3} + d(F) ; t_{X4} + d(F) \} = \max \{ 15 ; 20 \} = 20$

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnancement de projet appliqué au projet du LOT N2

- $t_{x7} = \max \{ t_{x5} + d(G) ; t_{x6} + d(G) \} = \max \{ 24 ; 27 \} = 27$
- $t_{x8} = \max \{ t_{x6} + d(H) ; t_{x7} + d(H) \} = \max \{ 21 ; 28 \} = 28$
- $t_F = t_{x8} = 28$

Remarque :

$t_F = t_{x8} = 28$ correspond au temps minimal de réalisation de ce projet qui est de 28 mois.

3.11.1. 2 - Les date au plus tard des événements

- $t_F^* = t_F = 28$
- $t_{x8}^* = t_F^* = 28$
- $t_{x7}^* = t_{x8}^* - d(H) = 28 - 1 = 27$
- $t_{x6}^* = \min \{ t_{x8}^* - d(H) ; t_{x7}^* - d(G) \} = \min \{ 27 ; 20 \} = 20$
- $t_{x5}^* = t_{x7}^* - d(G) = 27 - 7 = 20$
- $t_{x4}^* = \min \{ t_{x5}^* - d(E) ; t_{x6}^* - d(F) \} = \min \{ 13 ; 10 \} = 10$
- $t_{x3}^* = t_{x6}^* - d(F) = 20 - 10 = 10$
- $t_{x2}^* = \min \{ t_{x3}^* - d(C) ; t_{x4}^* - d(D) \} = \min \{ 8 ; 3 \} = 3$
- $t_{x1}^* = \min \{ t_{x2}^* - d(B) ; t_{x4}^* - d(D) \} = \min \{ 2 ; 3 \} = 2$
- $t_D = 0$

3.11.2 - Le calcul des différentes marges des tâches dans le réseau PERT

Tache	Date de Début au plus tard	Date de début au plus tôt	Marge totale $M_t(u) = t_y^* - t_x$	Marge libre $M_l(u) = t_y - t_x - d(u)$
	0	0	0	$2 - 0 - 2 = 0$

Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnement de projet appliqué au projet du LOT N2

A				
B	2	2	0	$3 - 2 - 1 = 0$
C	3	2	1	$3 - 2 - 1 = 0$
D	3	3	0	$3 - 3 - 7$
E	10	3	7	$10 - 3 - 7$
F	20	20	0	$20 - 10 - 10$
G	27	27	0	$27 - 20 - 7$
H	28	28	0	$28 - 27 - 1$

Tableau 3.3 Tableau des marges

3.11.3 Mise en évidence du chemin critique sur le réseau PERT :

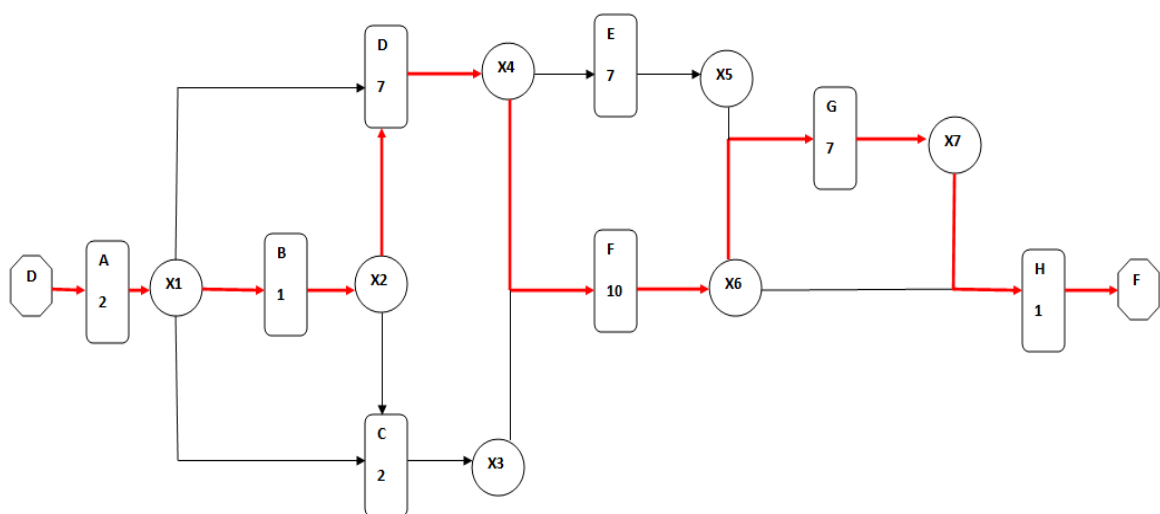


Fig 3.4 Mise en évidence du chemin critique sur le réseau PERT

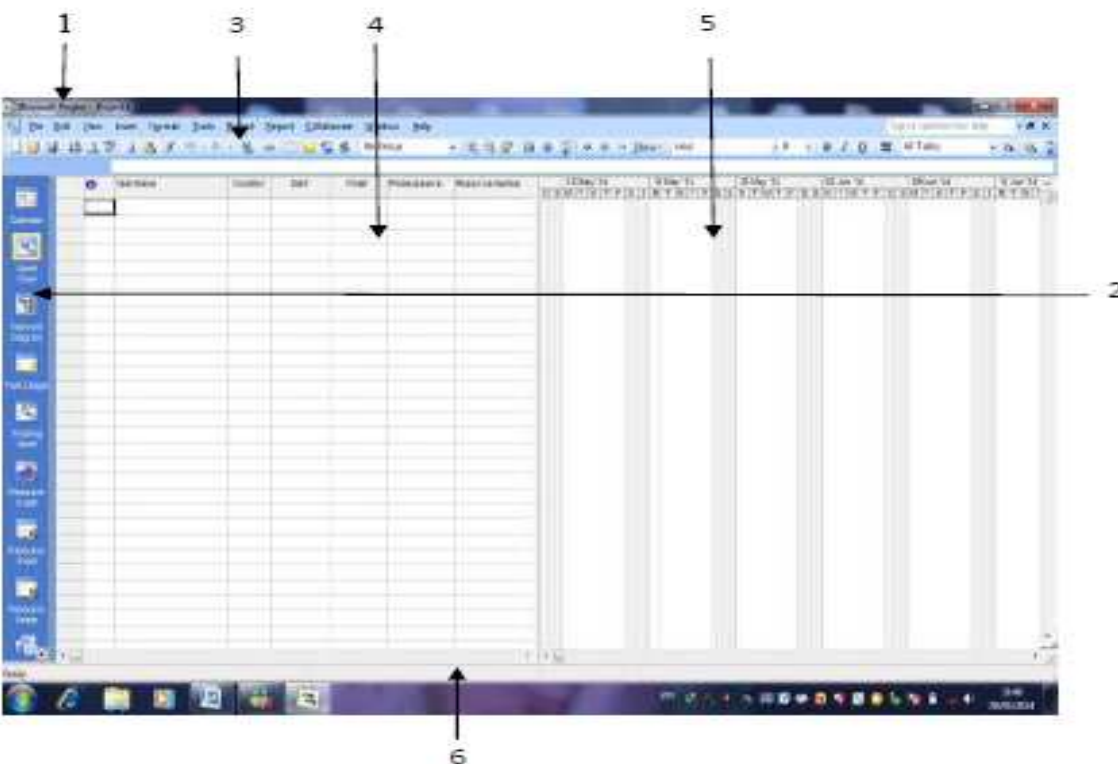
Chapitre 3 Planification par la méthode d'ordonnancement de projet appliqué au projet du LOT N2

Conclusion :

Après avoir établi le planning de déroulement des événements du projet LOT N°2 de l'aménagement de la RN 12 et après l'application des différentes méthodes et techniques d'ordonnancement sur ce dernier, nous avons obtenu le résultat suivant :

La durée de réalisation du projet est de 2 ans et 4 mois soit 28 mois à compter de la date de départ du projet qui est le 21 /04/2015, au lieu des 30 mois prévus par COSIDER.

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.



0 1 1 0

Chapitre 4: Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le projet Lot N 2

1. La **barre de titre** affiche le nom du programme (logiciel) et le nom du projet.
2. La **barre de menus** affiche les principales commandes du programme.
3. La **Barre d'outils et mise en forme** affichent des boutons « raccourcis » permettant de réaliser les opérations courantes du projet.
4. La **zone de travail** du projet.
5. La **zone d'affichage**.
6. La **barre d'état** en bas de la fenêtre comprend une zone de message et d'informations.

Pendant une session de travail, on peut cliquer sur le bouton droit de la souris pour afficher un menu contextuel présentant les commandes les plus courantes.

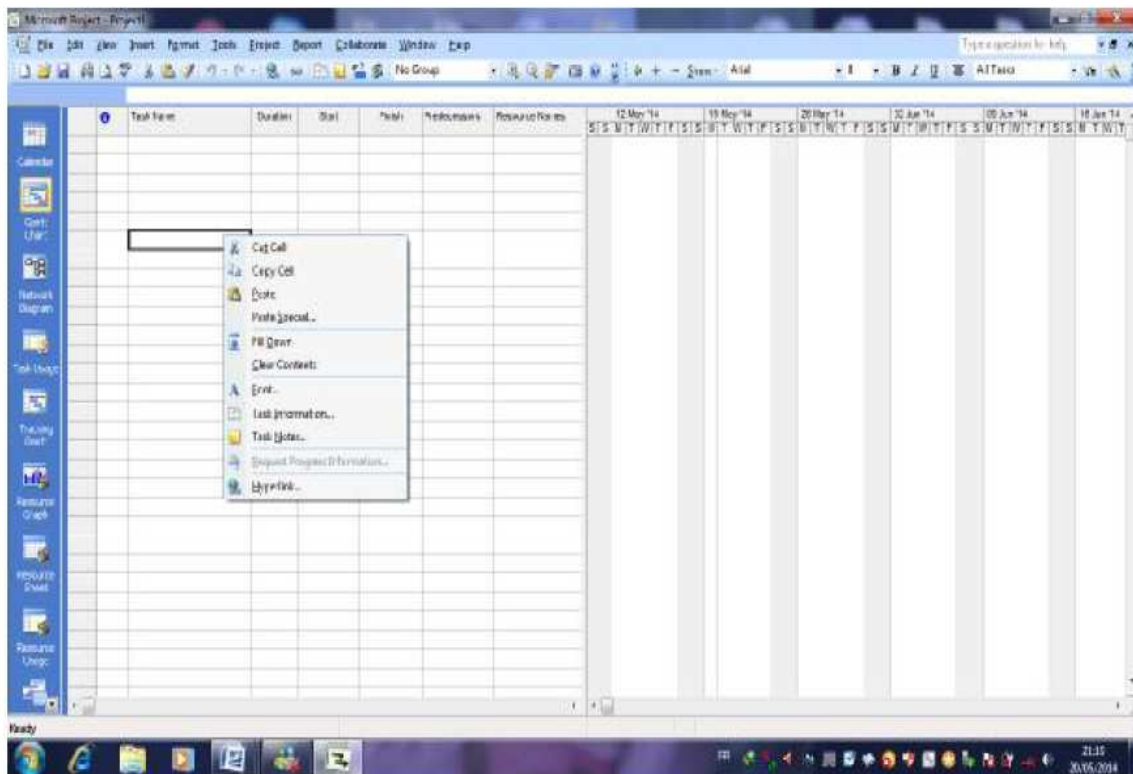


Fig 4.2 Le menu abrégé.

Expliquons brièvement les icônes des barres d'outils montrées à la figure ci après :

Chapitre 4: Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le projet Lot N 2

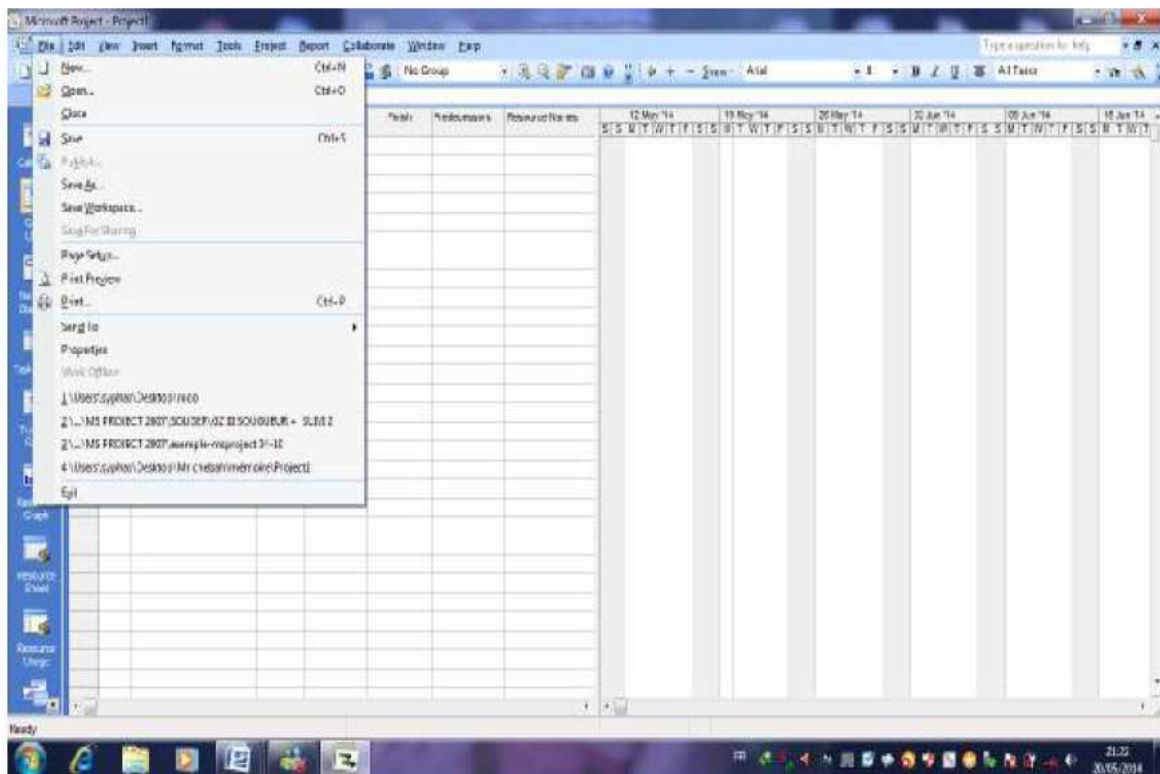


Fig 4.3 Taches du menu

1- File :

- 1- Crée un nouveau projet
- 2- Ouvre un projet existant
- 3- Enregistre le projet actif
- 4- Imprime l'affichage en cours
- 5- Affiche les affichages tels qu'à l'impression
- 6- Vérifie l'orthographe du projet

2- Edite :

- 7- Coupe et supprime l'élément sélectionné
- 8- Copie l'élément sélectionné
- 9- Insère les éléments copiés
- 10- Copie la mise en forme de la sélection
- 11- Inverse la dernière action ou commande
- 12- Crée un lien hypertexte
- 13- Affiche la barre d'outils Web

Chapitre 4: Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le projet Lot N 2

- 14- Lie deux ou plusieurs tâches sélectionnées avec une relation FD
- 15- Annule la liaison des tâches sélectionnées
- 16- Fractionner une tâche
- 17- Affiche des informations à propos d'une sélection

3- View :

- 18- Ajoute une remarque à la tâche / ressource sélectionnée
- 19- Affecte les ressources aux tâches sélectionnées
- 20- Agrandit l'échelle de l'affichage
- 21- Réduit l'échelle de l'affichage
- 22- Affiche la barre du Gantt pour la tâche sélectionnée.

4- Insert ; format ; Tools ; Project :

- 23- Copie les éléments sélectionnés en tant qu'image
- 24- Facilite la mise en forme d'un graphique par rapport à Gantt
- 25- Affiche le Compagnon Office
- 26- Hausse les tâches sélectionnées
- 27- Abaisse les tâches sélectionnées
- 28- Affiche les tâches subordonnées sous les tâches sélectionnées
- 29- Masque les tâches subordonnées sous les tâches sélectionnées
- 30- Masque les affectations
- 31- Affiche toutes les tâches masquées
- 32- Affiche la police de caractères de la barre d'outils Format
- 33- Donne la taille de la police de la barre d'outils Format
- 34- Met la sélection en gras
- 35- Met la sélection en italique
- 36- Souligne la sélection
- 37- Aligne à gauche le texte dans la colonne
- 38- Centre le texte dans la colonne
- 39- Aligne la colonne sur la droite
- 40- Filtre sur la barre d'outils Format
- 41- Filtre automatique

5- Report ; Collaborate ; window :

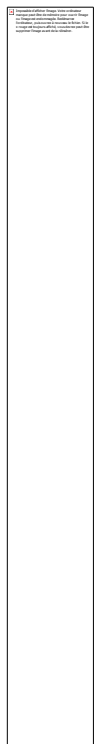
- 42- visualiser les rapports
- 43- afficher les différents rapports (cout, travail, ressource...)
- 44- arranger l'ensemble du projet 44- cacher le travail

6- Barre d’Affichage

A cause de la grande quantité d’information que Microsoft Project contient, c’est impossible de l’afficher simultanément. Pour cette raison, Microsoft Project utilise des affichages dans différents formats pour mieux visualiser les besoins de l’utilisateur.

Pour faciliter la transition entre les affichages, Microsoft Project offre une Barre d’affichage qui apparaisse sur le côté gauche de la fenêtre et que vous pouvez utiliser pour modifier des affichages. Pour sélectionner un affichage, cliquez sur l’icône correspondante. Si vous ne voulez pas l’afficher, ou vous voulez un peu plus d’espace dans la fenêtre Microsoft Project, on clique dans le menu **Affichage** sur **Barre**

Affichage pour la désactiver. Expliquons les différents affichages :



Calendrier: affiche un calendrier mensuel qui présente les tâches et leur durée d’une façon quotidienne.

Diagramme de Gantt: affichage le plus souvent utilisé, présente une liste de tâches avec une visualisation des liens et les durées.

Gantt suivi: similaire à diagramme de Gantt avec l’addition des barres du Gantt planifiées et prévues pour chaque tâche.

Réseau PERT: illustre sous forme graphique les interdépendances entre les tâches et le chemin critique.

Utilisation des tâches: présente une liste de tâches affichant les ressources affectées regroupées sous chaque tâche.

Graphe ressources: présente l’affectation des ressources, le coût et le travail des ressources pendant le projet.

Tableau des ressources: liste les ressources et les informations associées

Utilisation des ressources: liste les ressources avec l’affectation, le coût et les informations sur le travail de chaque ressource à travers le temps

Plus d’affichages: liste d’autres affichages qui peuvent être choisis.

Fig 4.4 Raccourcis des différents affichages

7- Assistance en direct (help)

Plusieurs options d'aide sont disponibles pendant le travail. La touche **F1 Aide** active **Compagnon Office**, une aide pour toutes les fonctions du programme. On peut également activer **Compagnon Office**, en cliquant sur l'icône de la barre d'outils, on obtient les options montrées sur le menu suivant :

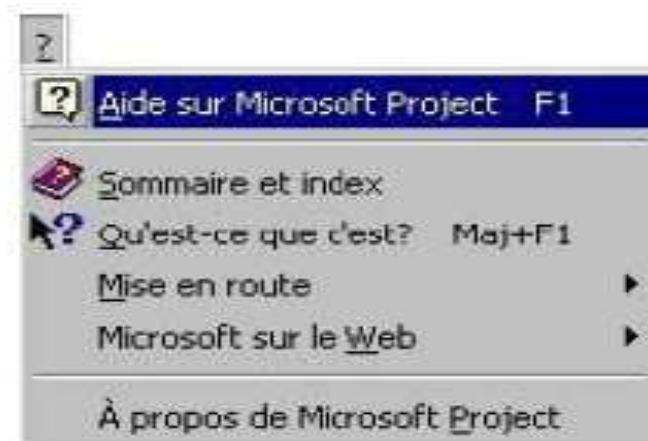


Fig 4.5 Options d'aide

Expliquons les options de la fonction d'Aide d'une façon plus détaillée si on choisie cette option, on peut effectuer une recherche en tapant une question dans une boîte de dialogue comme indiquée sur la figure 3.5. Quand on clique sur **Rechercher, Compagnon Office** prépare une liste de sujets et vous pouvez choisir lequel répond le mieux à votre question.



Fig 4.6 Autre option d'aide

4.3. Rôle du logiciel MS-Project

- **Outil de gestion :**
Aide à la gestion des délais, coûts, ressources et les achats.
- **Outil d'analyse et d'aide a la prise de décision :**
Aide à l'analyse de la performance, scénarios.
- **Outil de communication :**
Aide à la gestion de la communication

4.4. Mise en place informatisée du projet Oued Sibaou :

4.4.1 Les principales étapes à suivre :

- **Définition du calendrier:**
Dans le menu option, changer les horaires, journées de travail, date de début ou de fin du projet comme le montre les figures ci-dessus :

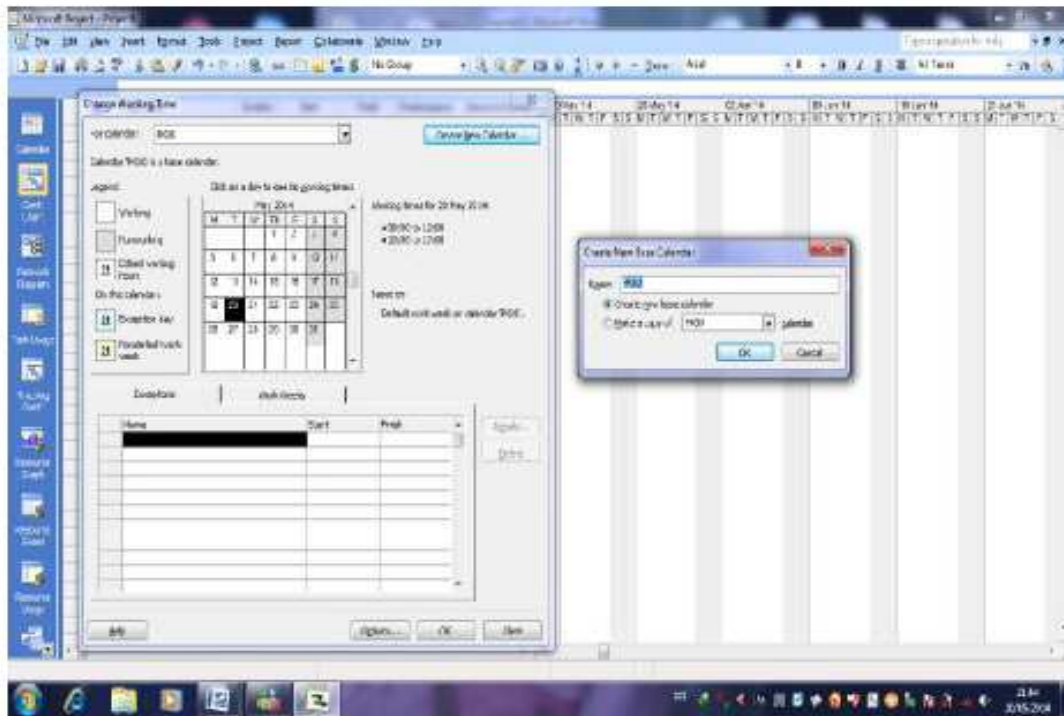


Fig 4.7 Création et affectation du calendrier du P Oued Sibaou

4.4.2 Opérations sur les tâches :

Saisir l'ensemble des tâches relatives au projet Oued Sibaou (nom, durée) et liens entre les tâches. Le diagramme de Gantt et le réseau Pert peuvent être préparés ici ; figures suivantes :

Une tâche jalon en est une dont la durée est égale à zéro (0 h ou 0 j). Les tâches jalons sont utilisées pour indiquer le début ou la fin d'une phase. Microsoft Project affiche le symbole du jalon dans le diagramme de Gantt au début de cette heure ou journée, dans notre projet sont représentées par le (Début, Fin).

Chapitre 4: Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le projet Lot N 2

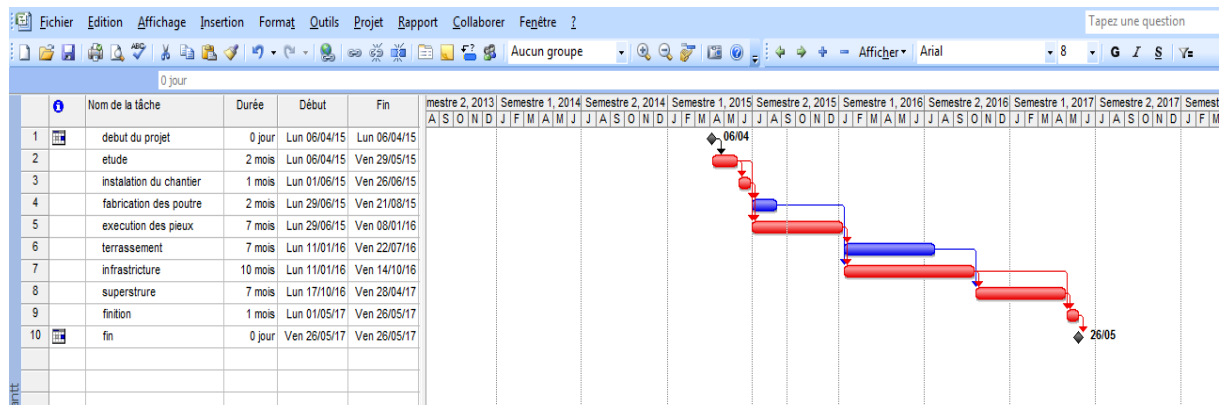


Fig 4.8 Saisie des taches de P Oued Sibaou et diagramme de Gantt associé

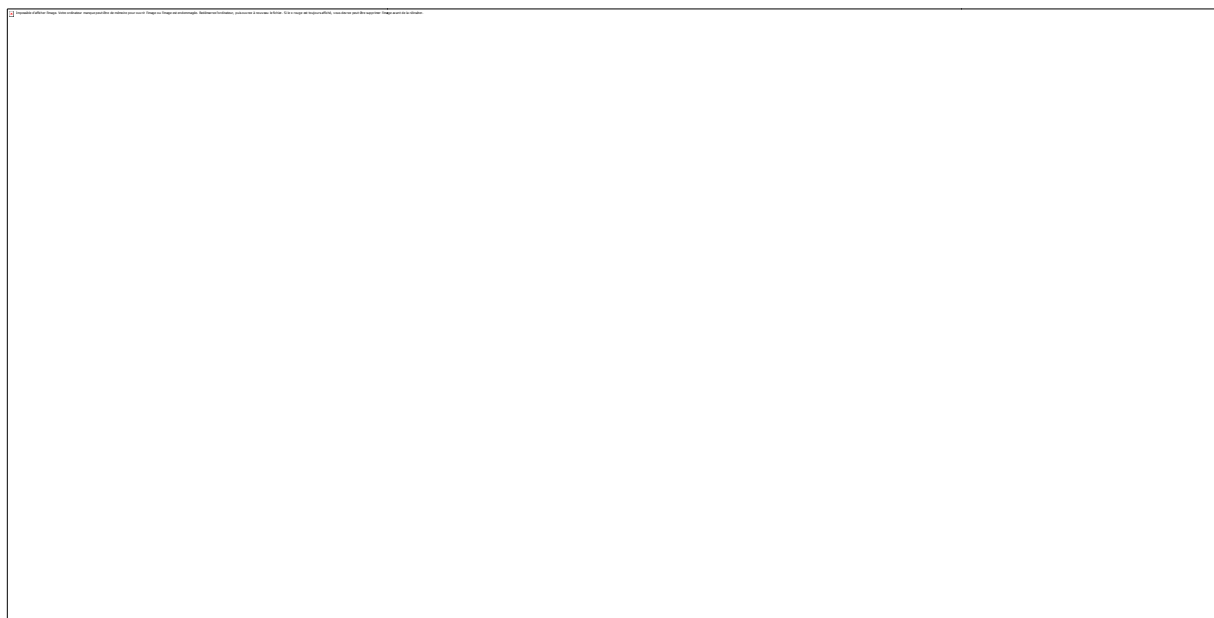


Fig 4.9 Le réseau PERT, met en évidence le chemin critique

Conclusion :

Les différents résultats concernant la durée totale et la réalisation du projet sont résumés dans le tableau suivant :

Chapitre 4: Utilisation du logiciel de planification des projets « Microsoft Project » pour le projet Lot N 2

\	
COSIDER	30 mois
Techniques d'ordonnancement	28 mois
Logiciel MS-Project	25 mois

Conclusion Générale :

Notre travail a eu pour principale objectif ; la réalisation d'un planning prévisionnel optimal pour le groupe COSIDER appliqué aux travaux de l'aménagement de la RN12. Ce planning permettra de mieux définir les travaux à réaliser, d'atteindre les objectifs fixés, de coordonner diverses actions, de maîtriser les moyens requis...etc. En fin de mettre en place une stratégie managériale, notamment en suivant le déroulement des activités en cours en se rendant compte de l'état d'avancement du projet tout en évitant les mauvaises surprises.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons utilisé une technique de la recherche Opérationnelle à savoir :

– Technique d'ordonnement de projet :

Dans cette partie, nous avons programmé dans le temps (GANTT) un ensemble de tâches du dit projet, en respectant diverses contraintes (enchaînement des tâches, date limite, budget octroyé...) dans le but d'optimiser la contrainte de la durée totale et le coût total approprié. Nous basons, dans cette méthode sur la notion du chemin critique et le diagramme de GANTT.

Par conséquent, la technique ainsi utilisée présente des insuffisances (calendrier, affectation particulière des ressources...), et pour remédier à ces lacunes nous avons eu recours à MICROSOFT PROJECT ; qui est un logiciel spécialisé dans la planification du projet et les résultats obtenus dans ce travail se résument comme suit :

- Le groupe COSIDER propose un planning de **30 mois**
- Le logiciel MS-Project donne **25 mois**

Ce travail nous a permis : d'acquérir un bon nombre de connaissances, théoriques et pratiques, ainsi que leur consolidation via la rude épreuve pratique à laquelle nous étions confrontés.

Bibliographies

- [01]**- P. Esquirol, P. Lopez« L'ordonnancement »Ed. ECONOMICA ,1999
- [02]** - Sylvie, Tournier, « Techniques de planification de projet ». Paris : EYROLLES, 1990.
- [03]** - - Sigward Eric, « Introduction à la théorie des graphes », paris, DUNOD, 2000
- [04]** - Thierry Curet, « Control de la gestion » DUNOD, 2000
- [05]**- Eric Sigward « Introduction à la théorie des graphes » Paris, DUNDO
- [06]**- N.Belharrat & Collectif« La recherche opérationnelle (théorie des graphes» Algérie, Les pages bleus, 2005
- [07]** - Marouane ARROUB, pierre COSTAGNA, Nadjib M.Nadjid « Problème d'ordonnancement de projet (Institut de recherche en communications et cybernétique de Nantes UMR CNRS 6597) Metz, les 20, 21 Novembre 2008 colloque.
- [09]** - Thierry Curet, « Control de la gestion » DUNOD, 2000
- [11]** - Christelle Gueret, Christian Prins, Marc Sevaux, « Programmation linéaire : 65 problèmes d'optimisation modélisés et Résolus avec Visual Xpress », Canada, EYROLLES, 2003
- [12]** – Pulat, P.S & Horn, S.J (1999) time resource tradeoff problem, IEEE transactions on engineering management, vol 43, NO.4 (411,417)
- [13]** - www.CETIC/MS_project.fr, «support de cour année 2009, Bab Ezzouar Alger »
- [14]** - 20 CD ROM, « Microsoft Project », 2007
- [15]** - www.CETIC/MS_project.fr, «support de cour année 2009, Bab Ezzouar Alger »