

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université MOULAY TAHAR Saida

Faculté des Sciences Economiques, Sciences de Gestion et Sciences
Commerciales

Département : Sciences Commerciales

Mémoire

En vu de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Commerciales

Option : Management des projets

Thème :

**L'application des méthodes d'ordonnancement PERT/
CPM sur un projet**

(Etudes de cas : le projet ferroviaire Moulay Slissen ASTALDI)

Encadré par : Souar youssef

Présentée par : Mlle .Remmas zahéra

Devant le jury d'examen composé de :

Le président du jury.....

L'examineur.....

L'encadreur

Année Universitaire

2012-2013

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné tant de patience, de persévérance et surtout du courage pour achever ce travail à temps.

Eclairée par le savoir et l'attention attribuée à notre personne, je remercie profondément mon encadreur respectueux Dr. Souar U ; dont l'expérience scientifique et pédagogique m'a aidé énormément à réfléchir, à analyser et enfin permettre à notre modeste travail de recherche de revêtir l'aspect d'une étude scientifique qui a pour objectif fondamental l'efficacité avant tout.

A part cela, mes sincères remerciements sont aussi pour tous ceux qui m'ont encouragé, conseillé et motivé, à savoir M. Barak Ahmed, ainsi que mes admirables enseignants de l'Université Moulay Taher de Saida.

Remmas Zahéra

Dédicace

*À la mémoire de mon défunt père Remmas
Mohammed, qui nous a quittés trop tôt pour voir aboutir un
projet qu'il aurait aimé, à savoir partager avec sa fille
R. Zahéra la joie de réussir ses études supérieures*

*À ma mère, dont l'amour, la motivation et le grand sacrifice
m'ont toujours encouragé à aller jusqu'au bout, je leurs dédie
cette humble recherche de fin d'études et à ma famille et mes
cher amis : (Amira, Youcef, Amine, Slamet, Sabrina, Abed
samed, Kadhija, Sidahemed, Imane, Yasmina, Hajer, Yakout
Ikram, Rabia, Hafida) et tous mes camarades de classe
management des projets.*

Remmas Zahéra

Introduction générale

Au milieu du siècle dernier et avec le développement de la pensée économique et administrative, le terme « ordonnancement » est devenu le terme le mieux inclus dans la planification des projets, et qui occupe le souci de plusieurs secteurs des activités telles que la construction des ponts, des immeubles et même la production.

Un problème d'ordonnancement peut être considéré comme un sous-problème de planification. Hors ce dernier est une phase importante et même fondamentale dans le traitement du projet ; plusieurs facteurs sont imposés par l'environnement et qui entrent en jeu dans l'opération de planification d'un projet.

Parmi ces facteurs, on peut citer le facteur temps qui est important dans tout projet, dont la réalisation optimale est conditionnée par une durée limite à respecter et à ne pas dépasser. Cependant tout retard d'exécution cause des pénalités indésirables comme pénalité de retard, perte de clientèle...etc. ce qui explique l'importance de faire une bonne planification.

D'autre part tout projet est confronté à des difficultés, parmi ces difficultés trouver le chemin critique qui est en lui-même un ensemble de tâches critiques, où tout retard pris dans son exécution influe directement sur la durée totale du projet.

Cependant la résolution optimale de ce problème est l'intégration des divers types de méthodes d'ordonnancement telles que : la méthode PERT, la méthode CPM, et la méthode MPM.

Problématique :

Vu l'importance du chemin critique dans le projet qu'on a déjà mentionné dans l'introduction générale, on peut formuler notre problème de recherche comme suivant : Quel est le chemin (délai) optimal pour réaliser l'ensemble du projet de l'entreprise ASTALDI ?

Les questions dérivées :

- Qu'elles sont les méthodes à employer pour minimiser simultanément le temps et coût ?
- Comment pouvons-nous appliquer les méthodes PERT, CPM sur le projet ?
- Es-ce que le chemin critique du projet (la durée totale du projet) change avec l'application de ces méthodes ? et qu'elle est la différence ?

L'hypothèse de recherche :

Cette recherche s'appuie sur l'hypothèse suivante :

En utilisant les méthodes d'ordonnement CPM /PERT on peut minimiser la durée totale du projet prévue par l'entreprise ASTALDI et aussi organiser les tâches.

L'objectif de notre recherche :

Le but de notre travail est chercher l'ordonnement **minimisant la durée totale** de projet en appliquant les diverses méthodes (PERT, CPM, MPM).

Les critères de choix du thème :

Nous avons choisi ce thème de recherche pour plusieurs raisons, citons-les :

- Résoudre le problème du chemin critique que nous rencontrons dans la réalisation des projets.
- L'utilisation des méthodes quantitatives.
- Acquérir une expérience personnelle dans l'élaboration de ce travail.

Structuration de travail de recherche:

Notre travail de recherche est composé d'une introduction, trois chapitres, une conclusion et une bibliographie.

Dans le premier chapitre, nous présentons des définitions générales sur le projet et ses différentes phases, ainsi que ses caractéristiques et ses types. A part cela, nous exposons le problème d'ordonnement et ses différents niveaux.

Dans le deuxième chapitre nous présentons les différentes méthodes d'ordonnement PERT, MPM, CPM avec leur application.

Dans le troisième chapitre on a vu le cas pratique de notre travail où nous traitons l'ensemble des activités du projet de la nouvelle voie Moulay-Slissen (Lot de Telagh), dans l'entreprise ASTALDI en utilisant le logiciel WIN QSB.

Introduction au chapitre I

Depuis longtemps et jusqu'au aujourd'hui le projet est considéré comme des ambitions ou objectifs à atteindre chez les individus, ainsi que les institutions privées et d'états où nous devons aussi citer que les projets sont généralement soumis à un ensemble de contraintes et de variables. L'élément mentionné dans le paragraphe précédent (contraintes) définit en lui même le problème d'ordonnancement ou d'optimisation de la combinaison du temps. Dans ce chapitre, nous donnerons des définitions générales sur tout ce qui concerne un projet, de ses phases et ses objectifs...etc. ; ainsi qu'est ce qu'un problème d'ordonnancement ?

Section 1 :

1.1) Définitions du projet :

Selon plusieurs travaux scientifiques, concernant le projet, ce dernier a eu plusieurs définitions parmi eux :

Selon Philips courtôt :

Le projet est une activité collective structurée qui a un temps et un lieu pour réaliser une demande déterminée.

b) Par contre et selon W.Deneken le Projet est un devoir réglementaire soit temporaire, son objet est pour créer un produit ou un service unique.¹

c) Dans son sens le plus large, est une métaphore (mission) d'une tâche spécifique qui a un point de départ et un point final déterminée, où cette mission (tâche), habituellement précédée par un besoin spécifique, nécessite pour la satisfaire un ensemble d'actions ou d'activités interdépendants et coordonnés.²

d) Hors, ces activités sont mises en œuvre d'une manière ordonnée ; afin d'atteindre des résultats spécifiques pour répondre aux besoins stratégiques de l'entreprise dans 'heure actuelle'³.

e) C'est aussi une gamme complète d'activités et opération qui consomment des ressources spécifiques, pour obtenir des gains monétaires (rentabilité) ou non monétaires (service).⁴

f) A part cela, le projet est un objectif à atteindre, qui est accompli par plusieurs partis dans un cadre particulier ou, on respecte les contrainte de temps et l'utilisation des moyens et outils appropriés.⁵

g) En fin le projet est conditionné par une organisation scientifiques des méthodes et des étapes permettre la réalisation optimale des objectifs.⁶

¹ ولیم دنکان، دليل إدارة المشروعات ، ترجمة عبید الحکیم أحمد الخزامي، الطبعة الأولى ، دار الفجر للنشر و التوزيع، القاهرة، 2000، ص09 .
² د. حسن إبراهيم بلوطر ادارة المشاريع و دراسة جدواها الاقتصادية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، لبنان ، 2006 ، ص19 .
³ تريفر يونغ، كيف تنمي قدرتك على ادارة المشاريع ، ترجمة سامي تيسير، انترناشونال، أيديز هوم أنكوربورييتد، السعودية- الرياض ، 1997 ، ص15 ،

⁴ Kamel hamedi, analyse des projets et leur financement, imprimerie, es-Salem, Alger, 2000, p09

⁵ Henri –pierre maders –Etienne Clet, comment manager un projet, édition d'organisation, 2eme tirage , 2003, p08

⁶ Pr. Charles debbash et al, L'lexique politique , 7ème é édition Dalloz, paris, 2001, p326

Donc, nous voyons que le projet est un ensemble d'activité collective conditionné par le temps appropriés, pour réaliser des objectifs selon des étapes déterminés.

Selon des associations et organisations, nous constatons un effort fort intéressant dans la définition du terme projet :

e) L'association française de normalisation (AFNOR)⁷ :

Un projet est un ensemble d'action à réaliser pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise et pour laquelle on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin.

f) Association de management de projet Britannique : (Association of projet management) APM :

Un ensemble d'activités liées et non routinières, elle a des débuts et des fins temporaires spécifiques, exécutées par une personne ou une entreprise dans le but de réaliser des objectifs déterminés par des paramètres de temps et de qualité.

g) Institut management des projets d'Amérique (PMI) :

Le projet est un effort temporaire .Il est réalisé pour créer un service, un produit ou un résultat unique.

h) Selon le modèle (ICOM) :

C'est un processus de conversion de certains types d'entrées converties à des sorties, spécifiques dans le cadre d'un ensemble de contraintes avec des mécanismes divers.

i) L'association francophone du management de projet (AFITEP) :

Le projet est un ensemble des activités à réaliser en utilisant des ressources données pour satisfaire, c-à-dire la réalisation d'un objectif connu dans le cadre d'un début et d'une fin déterminé.

⁷ Voir dictionnaire de management de projet, 3em Édition, paris AFNOR ,1996, page10

j) La définition donnée par Cleand et King(1983) :

Un projet est un effort complexe pour atteindre un objectif spécifique, devant respecter un échéancier et un budget, et qui, typiquement franchit des frontières organisationnelles, est unique et en général non répétitif dans l'organisation.

k) Selon ISO (10006 /2003) :

Le projet c'est des opérations qui contiennent un ensemble d'activités en concurrence entre elles, et qui ont un début et une fin dans le temps. Pour réaliser des objectifs et des demandes déterminées conditionnés par le délai, le coût, et les ressources on conclut que le projet est un objectif à atteindre par des personnes dans un secteur déterminé et un temps donné par des moyens connus.

Donc, le projet c'est des actions réalisant un objectif qui un début et une fin dans le temps. Il est composé d'un sous-projet englobant un périmètre et un lotissement.

1.2 Définition du sous-projet :

Dans de nombreux cas du projet il est assez difficile de le diviser en activités de travail et en parties distinctes afin que chaque partie emmène avec elle un nombre de tâches de travail⁸.c'est pour cela il faut poser la question suivante :qu'-ce que un périmètre et un lotissement du projet ?

a)Définition du périmètre :

Le **périmètre** du projet correspond à la délimitation précise du projet. Le projet peut être ensuite subdivisé en sous-projets possédant chacun son propre périmètre.

b) Définition du lotissement d'un projet :

Le **lotissement** du projet est le regroupement de sous-projets entre eux. Chaque regroupement est un **lot** du projet. Les lots peuvent parfois se chevaucher dans le temps ou se paralléliser partiellement.

⁸ تريقور ل . يونغ، المرجع في إدارة المشروعات، ترجمة بهاء شاهين، الطبعة الأولى ، مجموعة النيل العربية ، 2005 ، ص 25

c) La différence entre le projet et sous-projet

La différence peut être illustrée par le tableau suivant :

Tableau 1 : « La différence entre le projet principal et des sous-projets »

Projet principal	Sous-projet
il comprend des sous-projets et les phases et les tâches principales.	-Il comprend des tâches et des phases principales.
- il n'est pas lié directement au projet mise en œuvre.	-il lié au projet en cours d'exécution.
il fait parti directement du programme de l'entreprise.	- ne n'est pas une parti de l'institution directement.
- Il nécessite une assez longue période de temps.	il est accompli pendant une période relativement courte.
- il nécessite l'effort au moins deux personnes ou plus pour un an et il emploi plus d'une personne.	Il nécessite l'effort d'une seule personne pendant au moins un an et implique plus d'une personne.

1.3 Les types de projets :

La classification la plus courante des projets est la classification par finalité : dont nous allons étudier les plus grand types de projets⁹ :

a) Projets de création de produits nouveaux :

Il faudra tenir compte de l'existence d'une très forte création des idées nouvelles et des produits nouveaux. Il sera nécessaire de faire plusieurs hypothèses et de tester les possibilités d'adaptation à une modification du marché. Il faudra majorer systématiquement les charges et avoir une attitude pessimiste dans les choix implicites pour aboutir aux produits, il sera nécessaire de dénier les caractéristiques du bien, de son marché de son processus d'élaboration, et bien sur, faire des prévisions commerciales afin de rentabiliser le projet au maximum.

b) Projets d'investissement de productivité :

Leur finalité tient en fait que l'entreprise cherche à mesurer l'opportunité du changement d'un équipement, et non sa rentabilité. La difficulté se résume dans le calcul des coûts et notamment l'intégration correcte des changements induites par le nouvel équipement. Tout remplacement de matériel important peut s'assimiler à ce type de projet dans la mesure où le remplacement ne se fait pas à l'identique. Le problème est alors de savoir quand il faut remplacer l'équipement. La finalité de ce projet est le remplacement des équipements est pour augmenter la capacité de production afin de rentabiliser le projet.

c) Projets d'investissement de capacité :

L'objectif de ce type de projet est le changement de taille de la production à partir d'une modification de la demande. Il s'agit donc de déterminer une nouvelle capacité optimale de l'investissement. Parmi les particularités, nous retrouverons les points sensibles précédents comme l'incertitude de nouveau marché.

⁹ H.Provest, la conduite de projet, les éditions du moniteur, paris, 1991, page, 14

d) projets d'investissements collectifs ou sociaux :

Nous trouvons les investissements relatifs aux conditions générales de vie dans une entreprise dont les catégories de projets sont nécessaires. Ils sont destinés alors à obtenir une meilleure intégration du personnel ou une meilleure image de marque. Les coups sont également un point sensible en raison de leurs ampleurs et souvent de leur caractère novateur, leur finalité et d'améliorer les conditions générales du travail du personnel d'une entreprise et dans la rentabilité et calculée sur le long terme.

e) projets de développement :

Ses projets peuvent concerner toute les catégories précédentes, mais avec une composante particulière dont la finalité est celle du développement et qui doit apparaître comme facteur propre.

f) Autre projets :

A ce titre d'exemple on peut citer d'autres types de projets suivants :

- Projets d'urbanisme ;
- Projets de lancement de produits nouveaux dans des installations de production existantes;
- Projets d'édification de bâtiments et d'ouvrages de travaux publics ;
- Projets de rénovation des installations de production existants ;
- Projets industriels de conception et de construction et d'installations de toutes sortes et de toutes tailles ;
- Projets de maintenance et d'intervention sur des unités en opération ;
- Projets informatique et de développement de logiciels ;
- Projets artistiques, tels que le montage d'un spectacle ou d'une exposition.

Donc les différentes définitions de projet données dans les paragraphes précédents, nous permis de conclure que nous pouvons considérer le projet comme système d'exploitation permettant de convertir certaines entrées (INPUTS) aux sorties (OUTPUTS) spécifique avec un ensemble de contraintes et en utilisant une variété de mécanismes.¹⁰

¹⁰ د، سعد صادق، إدارة المشروعات، الدار الجامعية، القاهرة، 2002 ، 2003 ، ص 45/

1.4) Les entrées et les sorties du projet (IN PUTS and OUT PUTS) :

a) Les entrées du projet (IN PUTS) :

Il est considéré comme le premier moteur de l'émergence d'un projet, car il développe les objectifs et les besoins stratégiques. Les IN PUTS sont reflétés par un document représentant la situation actuelle et son évaluation.

b) Les contraintes :

Les contraintes ont une influence directe sur la satisfaction des besoins du consommateur et les objectifs de l'organisation. Les contraintes du projet sont diverses telle que (temps, coût, qualité, valeur, l'environnement, les effets indirects).

- ✓ **Temps** : tous les projets sont conditionnés par un certain délai pour l'achèvement, et qui est en fait le plus grand défi du management de projet.
- ✓ **Coût** : la taille et le volume horaire des ressources financière est un facteur clé dans la continuité des opérations de projet.
- ✓ **Qualité** : elle représente tous les critères pour l'acceptation du produit final qui est le projet ; ainsi que ses étapes et processus de mise en œuvre.
- ✓ **L'environnement** : il est considéré comme les déterminants environnementaux qui sont illustré par les lois des états ; c'est des contraintes essentielles qui régissent le travail des organisations dans la plupart des pays du monde.
- ✓ **Logique** : c'est les contraintes qui demandent une succession logique des activités de projet, c'est-à-dire assumer la fin d'une activité pour le commencement de l'activité prochain.
- ✓ **Les effets indirects** : il est destiné aux indicateurs imprévus qui peuvent influencer sur la poursuite ou la cessation du projet comme les catastrophes naturelles.

c) les sorties du projet (OUT PUTS):

Il s'agit de la dernière révision de ce qui a été prévu dans les opérations de préparation afin d'assurer la disponibilité de tous les ressources humaines et l'environnement approprié pour démarrer l'opération proprement dite projet.

Chapitre I : Généralités sur le projet et l'ordonnancement

d) mécanismes de travail: c'est les outils et les mécanismes à travers lequel la sortie du projet (outputs) est obtenue telle que :

e) les personnes physiques : qui sont utilisé directement ou indirectement dans les activités du projet.

f) l'expérience et la connaissance : c'est la contribution des experts et des consultants pour soutenir la réalisation du projet.

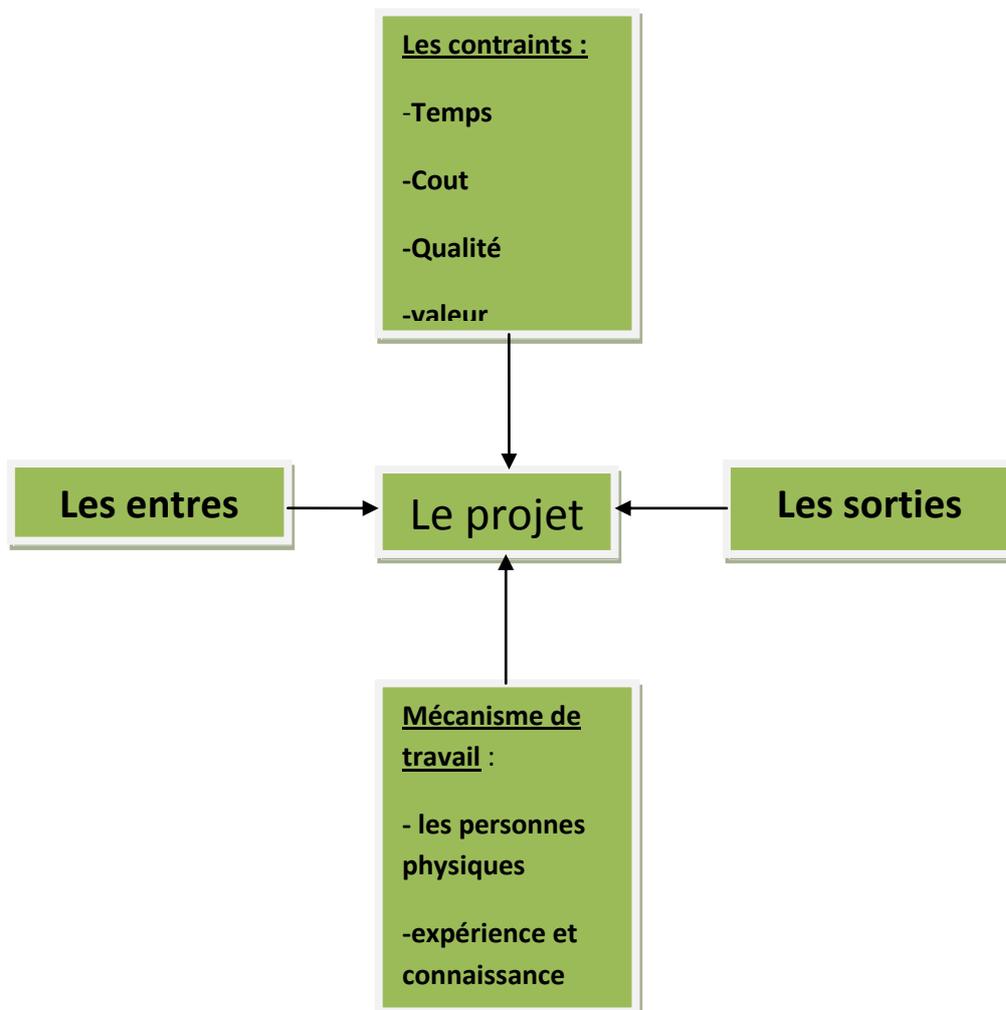
*Les ressources financières nécessaires pour payer l'engagement.

*Techniques et outils d'organisation du travail. (Méthodes PERT MPM CPM)

g) La technologie : toutes les machines et les moyens qui contribuent à la réalisation des différentes étapes du projet.

Ceci peut être illustré par la figure 1.1 suivant :

Figure 1. : Le projet comme système modèle (ICOM)



Source :

د. مؤيد الفضل د. محمود العبيدي, إدارة المشاريع كمنهج كمي, الطبعة الأولى, دار
الوراق النشر, عمان-الأردن, 2005, ص 19 .

D'après les définitions diverses du projet en déduit les caractéristiques du projet suivant : ¹¹

1.5 Les caractéristiques d'un projet

a) l'unicité et la nouveauté :

Un projet suppose généralement de faire quelque chose de nouveau, quelque chose qui n'a pas encore été fait exactement de la même façon ou dans le même contexte. Le degré de nouveauté ou d'unicité peut varier considérablement d'un projet à un autre, par exemple le projet « APOLLO » dont l'objectif était d'envoyer des humains sur la lune et de les ramener en toute sécurité vers la terre, était tout à fait nouveau. De même un entrepreneur peut avoir construit plusieurs éditions plus ou moins pareilles, mais pour divers clients, en divers endroits...etc. ces deux exemples sont des projets mais le premier est soumis à un degré d'incertitude beaucoup plus élevé que la seconde, notamment en raison de sa plus grande nouveauté. Alors le projet se caractérise par une singularité il n'est jamais la reproduction à l'identique de ce qui existe déjà.

b) la durée limitée :

La caractéristique de durée limitée signifie qu'un projet est par nature temporaire, qu'il est soumis à une date de début et à une date de fin prédéterminées, la durée du projet peut être relativement courte, c'est-à-dire quelques semaines ou très longue années dans le cas d'un méga projet.

c) objectif autonome :

Tout projet a un objectif précis, quantifié ou spécifié sous forme de caractéristiques formalisant le besoin d'un « client » identifié, dans le cadre d'une mission clairement définie.

d) Une micro-organisation non permanente est un ensemble de personnes rassemblées temporairement pour réaliser l'ensemble des actions nécessaires à l'atteindre des objectifs.

e) complexe :

Tout projet a des complexités à trouver la combinaison optimale entre :

¹¹ Site internet (www.180-360.net). Des idées à la carte.

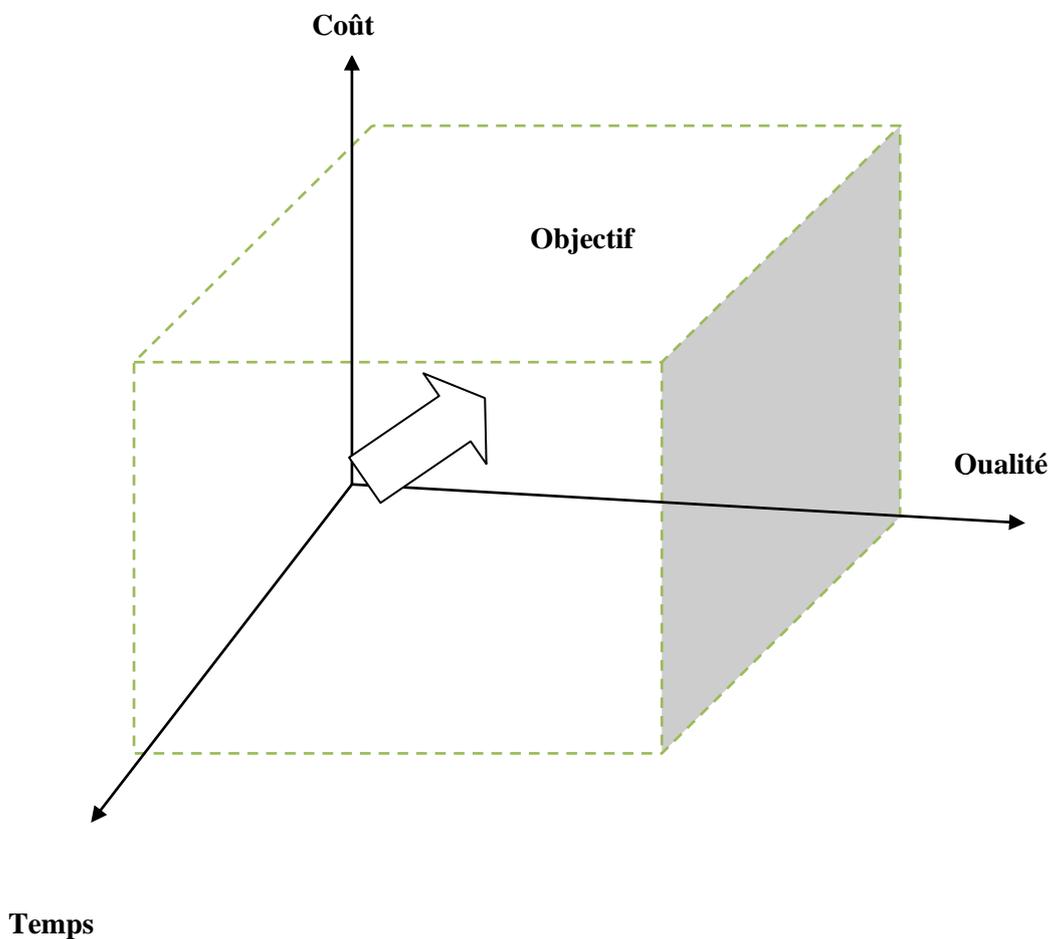
Chapitre I : Généralités sur le projet et l'ordonnancement

Les coûts : le budget nécessaire pour la réalisation du projet

Le temps : le temps nécessaire pour la génération du projet

Les moyennes : les possibilités de la mise en œuvre pour l'exécution du projet avec la qualité demandée.

Figure numéro 2. « la combinaison optimale du projet »



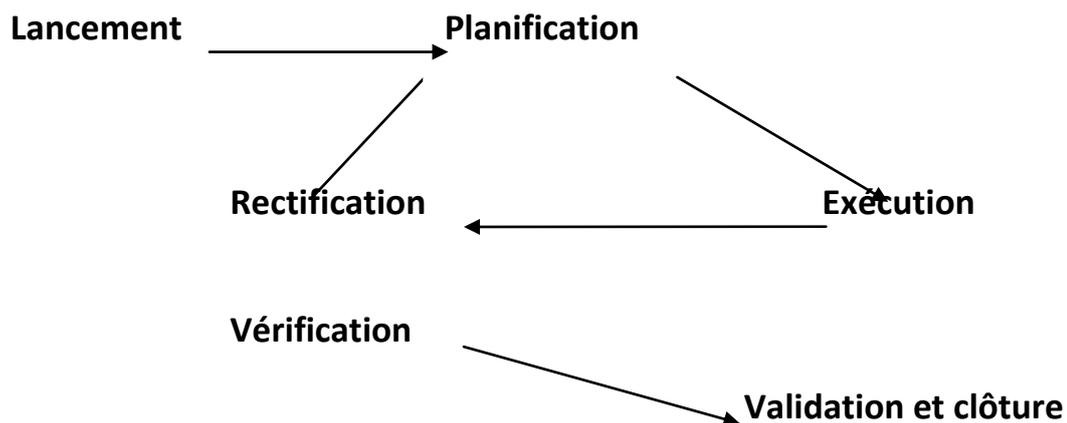
Source : Même référence précédente, page 27.

Chapitre I : Généralités sur le projet et l'ordonnancement

Un des éléments essentiels du projet, consiste à reconnaître qu'ils passent par un certain nombre de phases successives ¹² aux objectifs bien définis. A chaque phase correspond un travail à effectuer, des décisions à prendre. Toute action / décision, effectuée au prise hors phase, entraîne la plupart du temps une sous optimisation du projet. Découlant soit la nécessité de reprise d'actions effectuées trop hâtivement, soit de l'impact de décision/actions trop tardives (reprises d'autres actions, coût d'accélération pour maintenir les délais).

On doit considérer que chaque phase du projet peut se gérer « en boucle », selon le cycle ci prés :

Figure numéro 3 : « le cycle d'un projet »



Ce cycle s'applique à toutes les disciplines de gestion et est illustré sur la figure 3 ci-après, pour les coûts et les délais.

¹² Voir I.Chvidechenko et Chevalier gestion des grands projets, paris, Cépadus, 1991, page 08

1.6) Les phases d'un projet

Un projet peut être découpe de la manière suivante ¹³ :

a) Phase préparatoire :

Cette phase permet de prendre conscience du projet, puis d'étudier l'objet du projet pour s'assurer que sa mise en œuvre est pertinente et qu'il entre dans la stratégie de l'entreprise. Cette phase, généralement qualifiée l'avant-projet, doit se conclure par la mise au point de documents formalisant le projet et indiquant les conditions organisationnelles de déroulement du projet.

b) Phase de réalisation:

Il s'agit de la phase opérationnelle du projet. Elle commence par la réception du cahier des charges et se clôture par la livraison de l'ouvrage (produit attendu).

c)Phase de Mise en oeuvre:

Il s'agit de s'assurer que l'ouvrage est conforme aux attentes des utilisateurs. Ces trois phases sont également connues sous l'appellation « **3C** » : cadrer, conduire, conclure.

Phase préparatoire :

Cette phase se décompose comme suit :

- **L'étude d'opportunité :**

Cette étape d'avant-projet permet d'étudier la demande de projet et de décider si le concept est viable.

- **L'étude de faisabilité :**

A partir de l'analyse sommaire des besoins, on doit faire une estimation Grossière du coût d'investissement et de fonctionnement du projet. Cette étape a Pour finalité « le dossier de faisabilité»

- **L'étude détaillée :**

On doit faire une étude plus approfondie des besoins. Cette étape a pour finalité « Le cahier des charges fonctionnels »

- **L'étude technique :**

L'étude technique est la phase d'adaptation de la conception à l'architecture technique retenue. Cette étape a pour finalité « Le Cahier des Clauses Techniques Particulières ». (CCTP) ou cahier des charges détaillé.

¹³ Article de Souar.H, 2009(cour de la gestion de projet) page 3.

b) La phase de réalisation:

Cette phase se décompose comme suit :

- **a)Préparation :**

Avant de se lancer dans la réalisation du projet, il est nécessaire de prendre le temps de découper le projet en tâches afin de planifier l'exécution de ces tâches et de définir les ressources à mobiliser.

- **Réalisation :**

Il s'agit de l'étape de réalisation du projet proprement dite. A travers cette phase des réunions doivent être régulièrement organisées (hebdomadairement de préférence) afin de faire le point sur l'avancement du projet et fixer les priorités pour les semaines suivantes.

- **Documentation :**

Une documentation doit nécessairement accompagner le projet.

- **Validation :** Lorsque le projet est réalisé, il convient de s'assurer qu'il répond au cahier des charges.

c) Phase de mise en œuvre :

Cette phase se décompose comme suit :

- **a)Recette :**

Sont les essais de réception.

- **Qualification :**

La qualification consiste à vérifier la conformité du projet aux spécifications techniques.

- **Mise en production :**

- **Sites pilotes :**

La mise en place de sites pilotes permet de tester l'ouvrage dans sa dimension technique.

- **Généralisation :**

La généralisation est le déploiement en masse de l'ouvrage au près des utilisateurs finaux.

- **Capitalisation :**

Cette phase consiste à faire un bilan du projet en capitalisant, c'est-à-dire en archivant, l'expérience métier (savoir-faire) qui découle du projet afin d'améliorer l'efficacité de la conduite pour les projets futurs.

- **Maintenance :**

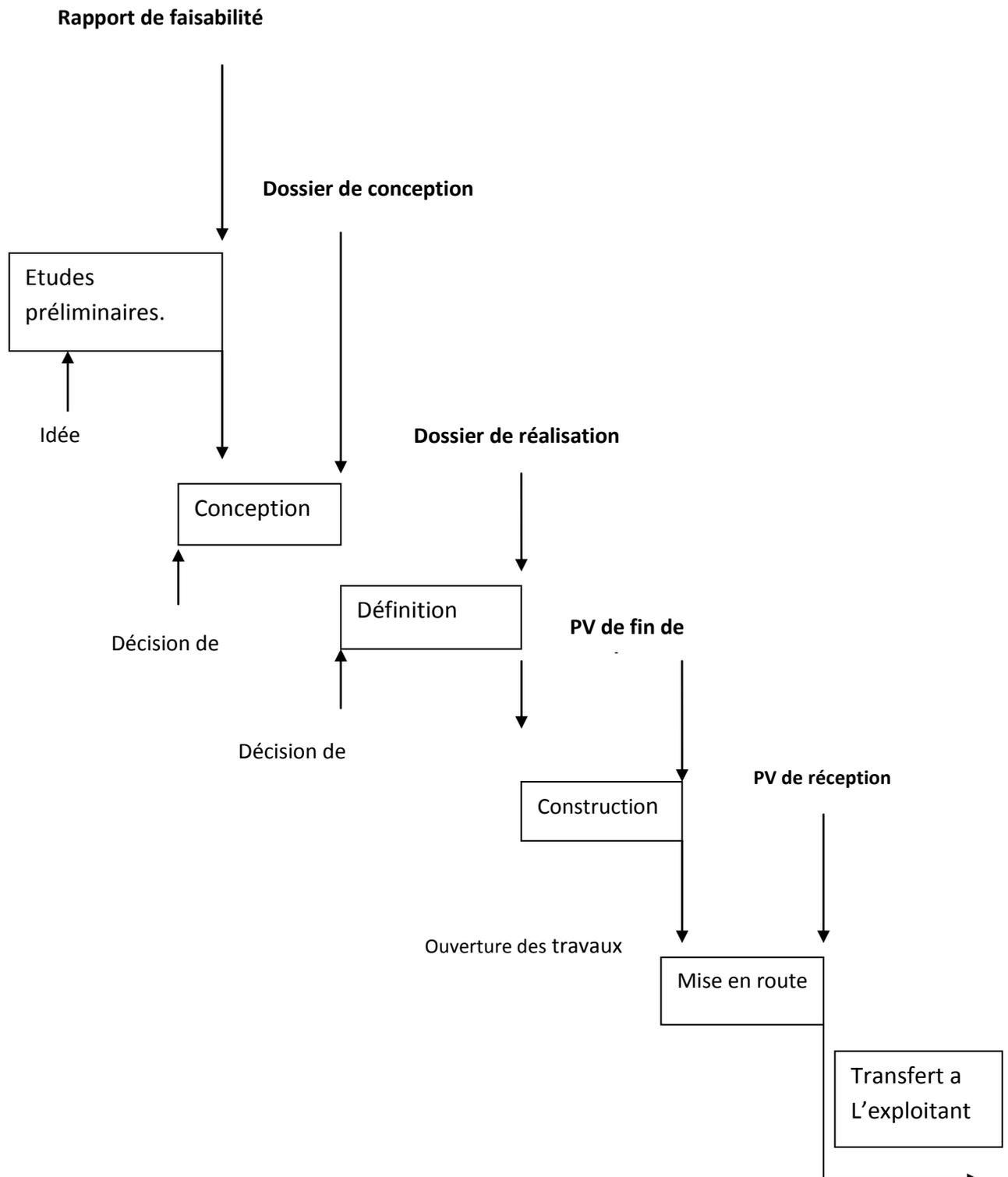
La maintenance permet donc de maintenir un système en fonctionnement en rectifiant les anomalies de l'ouvrage et en prenant en compte les demandes d'évolution des utilisateurs. ¹⁴

¹⁴ Ibid. p4.

A titre d'exemple, et précisant le schéma d'I.Chividchenko, on trouvera ci-après les phases qui peuvent être retenues pour tout un projet d'investissement industriel (figure 4)

Les grandes phases d'un projet :

Figure numéro4 : « les grand phases d'un projet »



Source : Schéma d'I.Chividchenko

1.7 Les principaux acteurs du projet :

- Le chef de projet, ou Project manager (PM) :

Cette dénomination recouvre des fonctions très différentes d'un secteur d'activité à un autre, d'une entreprise à une autre d'un service à un autre. Le chef de projet est la personne physique chargée, dans le cadre d'une mission définie, d'assumer la maîtrise d'un projet, c'est-à-dire de veiller à sa bonne réalisation dans les objectifs de techniques, de coûts et délais.

Après avoir clarifié et fait approuver les objectifs du projet et son cadre de référence (mission), le chef de projet pilote son exécution dans les axes qualité /performance, budget et durée, jusqu'à la recette du produit attendu ;

- ✓ Il organise l'effort, le plan des charges en est une des résultantes.
- ✓ Il anime les intervenants qui vont travailler sur les différentes tâches.
- ✓ Il assure les échanges d'informations dans l'équipe avec sa hiérarchie et avec son client.
- ✓ Il contrôle les écarts entre ce qu'il a prévu et ce qui est réalisé et ce qui reste à faire.

- Le maître d'ouvrage (MOA) :

Le MOA est le commanditaire du projet ; c'est la personne pour laquelle est produit l'ouvrage. Il met à la disposition du projet des moyens matériels et humains nécessaires pour effectuer les tâches qui lui reviennent.

Son rôle est de définir l'ouvrage, de passer les marchés d'études, de réaliser les règles de travaux effectués, de suivre le bon déroulement de travaux et d'en assurer la recette.

- Le maître d'œuvre (MOE) :

Le MOE est le fournisseur de l'ouvrage. Il met à la disposition du projet l'infrastructure et les moyens nécessaires à son achèvement. Sa responsabilité est de conseiller le MOA, de diriger la conception et la réalisation, d'assister le prestataire dans la procédure de recette et de mise en œuvre, d'informer le MOA de l'avancement des travaux, d'assurer la garantie et de proposer le règlement pour le bon déroulement du projet. Les deux parties ont une obligation de coopération.

Chapitre I : Généralités sur le projet et l'ordonnancement

- l'équipe projet :

C'est l'équipe qui est chargée de concevoir et mettre en œuvre la solution technique requise pour la satisfaction du besoin du client. Cette équipe pourra se confondre avec la MOE en interne et en externe, on parlera de MOE délégué ou sous traitant.

- comité consultatif :

C'est un collège d'experts constitué pour apporter un éclairage à la MOA par l'appréhension des différentes solutions techniques. Ils peuvent aussi servir de facilitateur ou de sponsors (terme anglo-saxon) au MOE en phase conception ou d'étude de solution.

- Comité de direction :

C'est l'instance de concertation officielle entre la MOA et la MOE sa périodicité est variable en fonction de la durée du projet. Le comité de direction peut se réunir une fois par mois pour un projet de 6 mois à tous les trimestres pour un projet de 2,2 ou 3 ans et plus. Cette période citée variera aussi en fonction des difficultés et des modifications apportées au référentiel.

- Lettre de mission :

Aussi appelée contrat interne ou note de cadrage. Elle représente la délégation de responsabilité entre la MOA et MOE, en établissant clairement les attributions de l'une et l'autre instance, de même que l'étendue de projet, son périmètre d'application. Ce document contractuel en –interne prend la forme d'un contrat à obligations réciproques encore qualifié de contrat synallagmatique. Document de référence pour le chef de projet, la lettre de mission peut s'avérer utile pour le CDP en cas de divergence de stratégie avec la MOA au cours de l'évolution du projet.

- Chaire de charges :

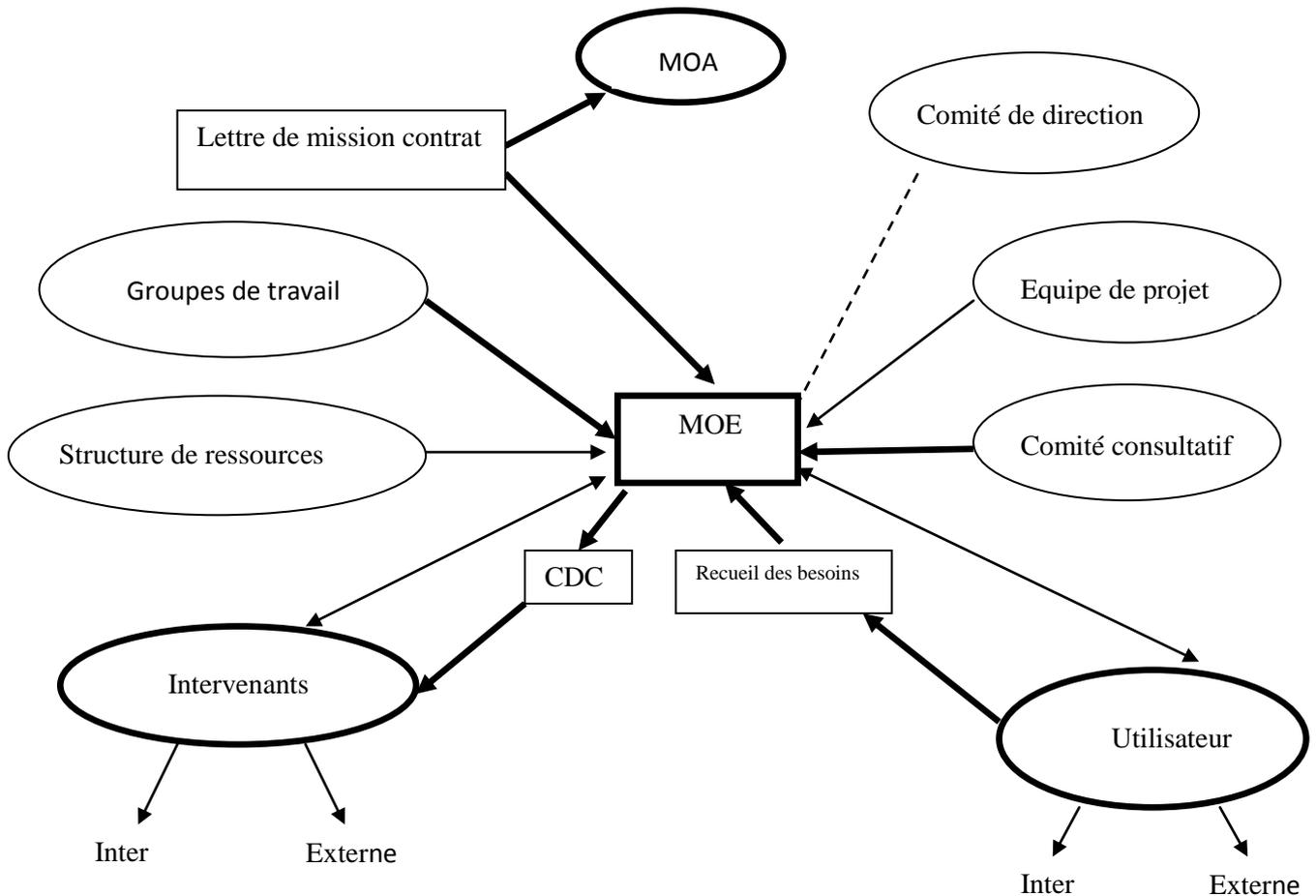
Le CDC fait suite à l'analyse des besoins. Il est la traduction de l'expression des besoins d'une entreprise. A ce titre, il a sa réalisation qui se fait par validation successive :

- Expression du besoin de l'utilisateur
- Traduction en termes techniques

Chapitre I : Généralités sur le projet et l'ordonnancement

- Vérification de la validation de cette compréhension par l'utilisateur
- Rédaction du CDC.¹⁵

Figure numéro 5 : « le intervenant du projet (acteurs du projet) »



Source : Henri Georges Minyem, de l'ingénierie d'affaires au management du projet, édition d'organisation Eyrolles, paris, page 71

¹⁵ Henri Georges Minyem, De l'ingénierie d'affaires au management du projets, édition d'organisation Eyrolles, Paris, p 70.

1.8 Les objectifs du projet :

En peut diviser les objectifs du projet à: objectif spécifiques, buts généraux, des sous-objectifs:

a) Des objectifs spécifiques (l'intérêt privé) :

La théorie économique suppose que la réalisation maximale de profit soit l'un des objectifs principaux pour tout type de projets et le profit voulu atteindre est la différence entre le produit des ventes et les coûts de production.

Mais malgré le fait que le profit est nécessaire pour la poursuite et le développement du projet, il n'est pas considéré comme le seul objectif ciblé.

On doit trouver de nombreux autres objectifs plus important comme :

- Maximiser les ventes du projet pour que le projet obtienne un large succès et une grande confiance dans les marchés.
- Il Peut que l'objectif de dépenses d'investissement dans le projet est de protéger l'activité principale du risque de l'arrêt de production.

b) Objectifs généraux :

- ✓ La réalisation de l'intérêt public est l'objectif principal du projet, soit en réalisant un bénéfice ou non, l'intérêt public peut être dans la vente de biens ou de fournir un service à un coût ou à un prix plus bas ; Mais il ne doit pas être compris à partir de ce que les projets publics ne se soucient pas du tout au profit, mais ne devraient pas négliger des objectifs fixés par ce dernier ;

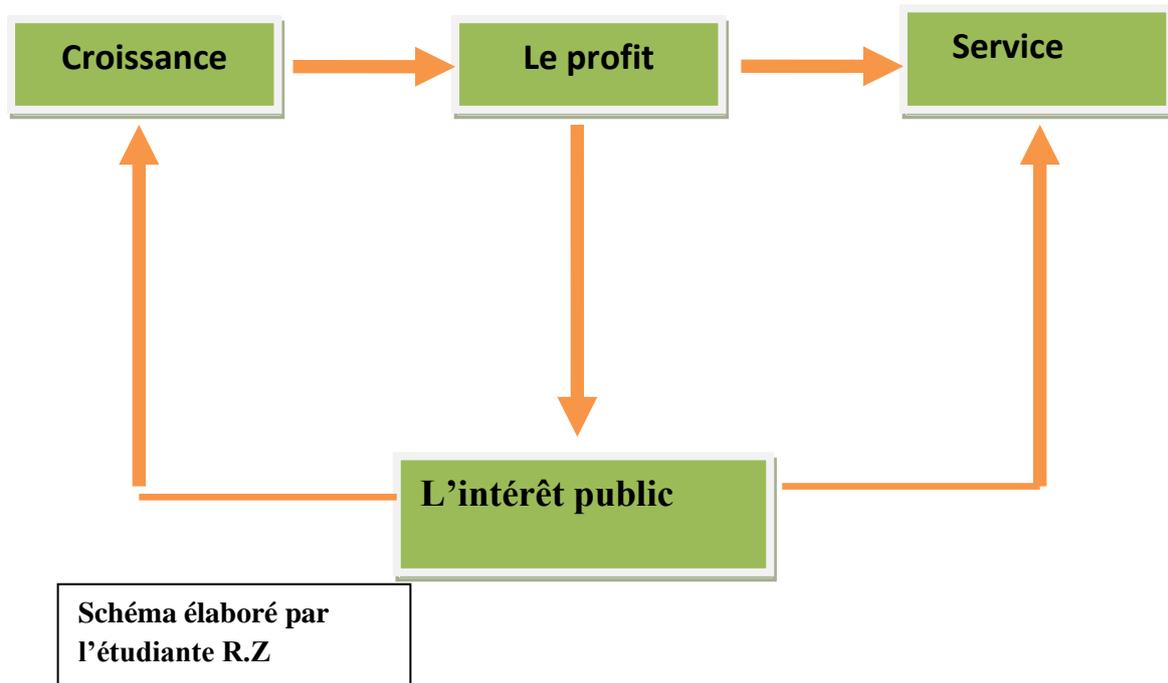
Pour lequel ces objectifs sont :

- ✓ Fournir le service. .
- ✓ Profit. .
- ✓ Objectifs sociaux. .
- ✓ Croissance. .

Les objectifs ci-dessus doivent être déterminés dans un délai précis, pour la mettre en oeuvre, par exemple, pour réaliser les objectifs de rentabilité, ces derniers doivent réaliser des objectifs sociaux on premier lieu

Donc l'objectif de croissance dépend plus sur le succès de la réalisation de ces objectifs que sur leur rentabilité

Figure 6. « Le complètement des objectifs »



Section 2 :

2.1 Le management de projet :

Tout projet a besoin d'être managé :

Si l'on se réfère au dictionnaire de management de projet ¹⁶ le chef de projet qui prend en charge le management de projet a pour mission de :

- ✓ fixer les objectifs, la stratégie, les moyens et l'organisation ;
- ✓ Coordonner les actions successives ;
- ✓ maîtriser, c'est –à-dire être capable de modifier la stratégie dans tout domaines, les moyens et la structure si un objectif évolue ou si le programme ne peut être respecté.
- ✓ d'optimiser la répartition des ressources (en main-d'œuvre, matériel, etc.) en vue d'arriver à une solution optimale, par le moindre coût, dans une vision globale du projet.

Le management de projet couvre l'ensemble des outils, techniques et méthodes qui permettent au chef de projet et à l'équipe plus au moins nombreuse, qui lui

¹⁶ Henry Provest « la conduite de projet », les éditions du moniteur, Paris, 1984, p 27.

est directement associée, de conduire coordonner et harmoniser les diverse tâches exécutées dans le cadre du projet, afin de satisfaire l'objectifs réalisé du projet.

2.2 Les caractéristiques du management de projet :

La définition donnée au paragraphe précédent entraine les caractéristiques suivantes pour le management d'un projet ¹⁷ :

- A. Il n'est pas répétitif, donc il nécessite la mise en place d'une organisation spécifique éventuellement distincte de la structure de l'entreprise, spécialement adaptée et temporaire,
- B. S'adapter à des modifications fréquentes et souvent importantes (bien que leur importance doive diminuer au fur et à mesure de l'avancement du projet).
- C. Proposer des solutions qui tiennent compte non seulement du coût, mais aussi simultanément des délais et de la performance technique (à la différence des méthodes utilisées) qui supposent ces deux derniers points résolus indépendamment et préalablement.

En conclusion et d'après les caractéristiques du management de projet donnée au paragraphe précédent, tout projet a besoin d'être ordonnancé dans un délai précis pour atteindre la combinaison optimale du projet, mais avant tout, il faut définir que l'ordonnancement est à l'origine une fonction de productivité.

2.3 L'ordonnancement fonction de productivité

La productivité directe, dépend essentiellement de l'efficacité des deux fonctions essentielles de management :

- La fonction méthodes
- La fonction ordonnancement.

¹⁷ Voir dictionnaire de management de projet 3em édition, paris, AFNOR, 1996, p26.

a) la fonction méthodes :

Elle analyse les postes de travail, les circuits, les tâches, les équipements, les mouvements de travail de façon à les simplifier, les améliorer, les faciliter, les **optimiser**, et ensuite à mesurer et déterminer le temps nécessaire à l'exécution des tâches ainsi stabilisées.

b) la fonction ordonnancement :

Prend la suite de la fonction méthode pour enclencher, coordonner aux mieux les tâches et les temps ainsi stabilisés. Elle cherche à optimiser **l'utilisation des moyens** en personnel, en matériel. C'est elle qui **conduit** les éléments ; par conséquent l'ordonnancement est avant tout l'une **prévision** du déroulement des événements, suivie d'un placement de l'exécution, puis d'un contrôle de la réalisation par rapport aux prévisions. ¹⁸

4) Définition d'un problème d'ordonnancement

Un problème d'ordonnancement consiste à ordonner dans le temps un ensemble des tâches contribuant à la réalisation d'un même projet.

L'objectif est de minimiser la durée de réalisation du projet compte tenu des contraintes d'antériorité reliant les différentes tâches. De plus on détermine les calendriers de réalisation de chacun de ces tâches ainsi que les marges des mains d'œuvres associées.

On définit aussi le problème de l'ordonnancement, de la programmation de la planification d'un projet, comme étant l'ordination d'opérations distinguées entre lesquelles il existe ou non un nombre de contraintes temporelles d'un projet. Cette coordination sera telle qu'elle devra satisfaire à un objectif tendant soit à minimiser la durée totale du projet, soit à permettre une affectation optimale des moyennes mises en œuvre, soit à trouver un ordonnancement optimisant une combinaison de trois facteurs (Temps, Coûts, Moyens).

¹⁸ Paul Lambert, la fonction ordonnancement, l'édition d'organisation, paris, 1975, p43.

2.5 Les 5 niveaux de l'ordonnancement :

Les méthodes de gestion moderne sont basées sur la trilogie :

- a) Etablissement de prévisions et détermination d'objectifs précis.
- b) Mesure globale des écarts entre la réalisation et les objectifs fixés.
- c) Analyse des écarts qui apparaissent anormaux, pour en déterminer les causes, et prise de décision corrective en conséquence c'est ce qu'on appelle la « décision par exception », c'est-à-dire que partout où l'on constate que les réalisations sont conformes aux prévisions, on laisse celles-ci se dérouler sans intervenir. On concentre son action au contraire sur les seuls points anormaux.
- d) LA fonction ordonnancement obéit à ces grands principes :

*Elle définit ses objectifs par une simulation préalable de l'exécution et elle les optimise économiquement en recherchant :

- L'utilisation optimale du personnel, du matériel ; des moyens.
- Le raccourcissement optimal des délais d'exécution.

* Ensuite, elle contrôle la réalisation et procède à un ajustement réciproque entre prévision et réalisation pour obéir à ce schéma général, la fonction ordonnancement comporte cinq niveaux d'action, dans la hiérarchie, dans le temps, et dans la précision :

- Le premier niveau concerne la prévision longue terme :

Il ressortit à la direction de l'entreprise. Ces prévisions s'établissent souvent pour les 5 années à venir ou pour les trimestres.

- Le second niveau concerne le moyen terme :

Ils se situent au « Bureau d'ordonnancement » (qu'il s'agisse d'un département, d'un service, d'une section, d'un agent, selon la dimension de l'entreprise) et couvre généralement les mois suivants, par exemple les 12 mois suivants. Ce niveau est très important pour l'entreprise, dont il permet d'infléchir, d'adapter et, de préciser les décisions.

- Le troisième niveau est le lancement :

Il se situe lui aussi au sein du bureau d'ordonnancement ou de l'organisme fonctionnel, on y traite le court terme en générale la période d'ordonnancement suivante, poste de travail par poste de travail, grâce à ce qu'on appelle le « planning de lancement » qui sert à l'exécution.

- Le quatrième niveau concerne le présent, ou le futur à très court terme :

C'est la mise en main du travail au futur et à mesure des besoins (moyens, personnels.)

- Le niveau, suit l'exécution :

Ils consistent en un contrôle de l'avancement, de la réalisation un examen. Des écarts par rapport aux prévisions pour prendre décision.

2.5 L'optimisation des Systèmes d'ordonnancement :

L'ordonnancement doit satisfaire aux mieux des contraintes deux à deux contradictoires :

- Respect des délais(Temps).
- Meilleur emploi des moyens en hommes et matériels.
- Minimisation des charges (couts).

Ce triangle des contraintes doit être optimisé. Mais le nombre de paramètres en jeux, l'incertitude des quantifications rendent sans effet une démarche logique dans ce domaine .Il n'existe que des approximations, successives, conduisant des propositions de décisions soumises à la subjectivité du système à la méthode d'ordonnancement appart à la fois une aide importante à de prise de **décision** et elles contribuent en général à améliorer le respect des délais d'une manière efficace.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre un aperçu général sur les définitions du projet, de ses types, de ses objectifs et de ses principaux acteurs. Dans le processus de cette recherche nous avons aussi posé le problème d'ordonnancement et les contraintes que doit satisfaire ce dernier.

Introduction au Chapitre II

Après la finalisation de la forme organisationnelle convenue et la fixation des objectifs, reste la responsabilité du chef du projet de prendre en charge la réalisation de ce dernier à une date précise, et avec un budget déterminé. Cette réalisation doit nous amener à répondre aux questions suivantes : comment peut-on trouver un chemin critique. De cela de diverses méthodes récentes sont apparues telles que : les méthodes PERT, CPM, MPM.

Section 1 :

1.1) Le processus de l'ordonnement de projet :

Définition des activistes de projet

La définition des activités consiste à fractionner le projet en activités plus petite, plus facile à gère et ensuite a spécifier l'ordre de la réalisation, dès que le projet atteint un certain niveau de complexité pour définir l'ensemble de son contenu, de façon a mettre en évidence la relation existante entre ses divers éléments et à s'assurer de ne rien oublier.

Cette approche systématique est comme sous le non d'organigramme de la tache du projet (OTP) ou découpage technique de projet et correspond à ce que les Anglo-Saxons appellent Works Breakdown Structure(WBS).

L'OTP est un outil qui permet, pour un projet atteignant un certain niveau de complexité, de définir de façon exhaustive son contenu.

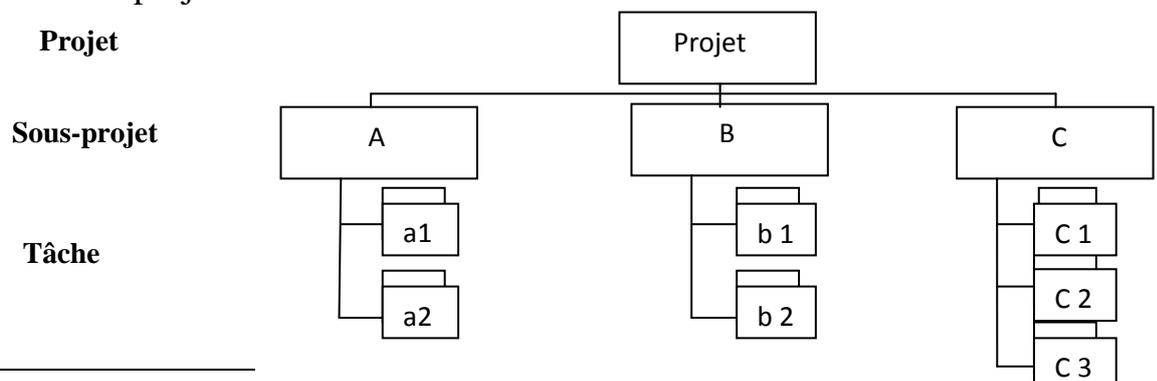
Cette démarche revient à représenter de manière graphique le projet en le découpant par niveaux successifs jusqu'à un niveau de détail suffisant, pour une bonne planification et un contrôle opérant. ¹

Le découpage nous permet d'identifier des éléments de plus en plus simples, dont les couts et les délais sont plus faciles à estimer et dont la réalisation peut être attribuée à un intervenant clairement identifié très proche du niveau réel d'exécution du travail.

Le découpage habituel consiste à décomposer :

- Le projet en sous –projet (sous-ensemble).
- Les sous – projets en taches élémentaires.

Figure numéro7 : « L'organigramme technique du projet »



¹ Paul Lambert, la fonction ordonnancement, l'édition d'organisation, paris, 1975, p43.

1.2 D'autres structures d'organigrammes :

a) l'organigramme fonctionnel (OF) :

L'organigramme fonctionnel est utilisé pour identifier l'attribution de responsabilité aux services fonctionnels concernant les divers lots de travaux... Il représente la structure organisationnelle du projet arrangée et codée dans un format hiérarchique pour améliorer les communications tout au long du projet.

b) l'organigramme des ressources (OR) :

C'est une variante de l'organigramme fonctionnel qu'on utilise habituellement lorsque les lots de travaux sont affectés à des individus.

c) la nomenclature :

Elle donne une vue hiérarchique des assemblages, des sous-assemblages et des composantes physiques nécessaires à la fabrication du produit fini.

1.3 Jalonnement des activités :

Définition du terme jalon :

Le terme jalon en anglais miléstone, traduit parfois en pierre miliare, est utilisé pour désigner les éléments sensibles de la réalisation du projet nécessitant un contrôle. Chaque jalon permet de vérifier que les conditions nécessaires à la poursuite du projet sont réunies. On désigne par le terme d'échéancier (éventuellement jalonnement) l'enchaînement des dates des jalons.²

Le jalonnement des activités consiste à identifier et à documenter les interactions logiques entre les activités. L'ordre dans lequel les activités seront réalisées doit être établi avec soin pour que l'on puisse par la suite préparer un planning réaliste. Le jalonnement peut être effectué à l'aide d'outils informatique (par exemple, à l'aide d'un logiciel en gestion de projet comme MS6project) ou manuellement. Les méthodes manuelles sont

² Pierre Lauzel, lexique de la gestion, entreprise moderne d'édition, Paris, 1990, p157

souvent plus efficaces pour les petits projets et dans les phases initiales des grands projets lorsque l'on ne dispose que de peu de détails.

1.4 Outils et méthodes de jalonnement des activités :

a) Méthode du diagramme flèche :

ADM en anglais (Arrow Diagramme Méthode) méthode de représentation du projet dans laquelle les activités sont identifiées par des flèches reliées entre elles par des points appelés nœuds représentant les liaisons *logiques* les diagrammes réseaux du projet sans une représentation schématique des activités du projet et de leurs enchainements logiques (dépendance logique). Le diagramme réseau du projet peut être développé manuellement ou sur ordinateur. Il peut comporter tous les détails du projet ou seulement un ou plusieurs groupes d'activités. Le réseau doit toujours être accompagné d'une description sommaire de l'approche de jalonnement.³

b) Méthode de représentation conditionnelle :

Les méthodes de représentation telles que la technique d'évaluation est de suivie graphiques ou JERT (« graphical valuation and review technique » en Anglais) et le model de la dynamique du système (« system Dynamics » en Anglais) permettant la modélisation d'activités qui ne se suivent pas, telles que les boucles (par exemple un test que l'on doit faire plusieurs fois), ou de ramification conditionnelle (par exemple la mise à jour d'une tâche d'une conception qui n'est nécessaire que si l'inspection a décelé des erreurs). Ni la méthode des antécédents (PDM) , ni la méthode du diagramme flèche n'autorisent des boucles ou les ramification conditionnelles.

c) Diagrammes réseaux types :

Des diagrammes réseaux standard peuvent être utilisés pour accélérer la représentation des diagrammes réseaux de projet. Ils peuvent représenter la totalité d'un projet ou seulement une partie de celui-ci. Une partie d'un réseau est souvent désignée par le terme sous réseaux. Les sous-réseaux particulièrement utile lorsque un projet comprend plusieurs fonctions identiques ou quasiment identiques. (Par exemple l'organigramme technique du projet).

³ Ibid., p115.

1.5 Estimation de la durée des activités :

L'estimation de la durée des activités est le processus menant à la définition des durées à incorporer dans le planning à partir des informations sur le contenu du projet et ses ressources. Les données d'entrée de l'estimation de la durée des activités émanent habituellement de la personne ou du groupe de l'équipe projet spécialiste du type d'activité considéré. L'estimation est souvent élaborée progressivement et le processus tiens compte de la qualité et de la disponibilité des données d'entrée. Par conséquent, on peut partir du principe que l'estimation est de plus en plus précise, et son niveau de qualité meilleure. La personne ou le groupe de l'équipe projet spécialiste du type d'activité envisagé doit effectuer l'estimation, ou du moins l'approuver.

1.6 Les méthodes d'estimation (des durées des tâches) :

a) Avis d'experts :

La méthode à avis d'experts, appuyée par des données historiques, doit être utilisée aussi souvent que possible. Si une telle expertise n'est pas disponible, les estimations sont par nature incertaines et risquées.

b) Estimation par analogie :

Egalement appelée estimation descendente, l'estimation par analogie utilise la durée réelle d'une activité semblable effectuée par le passé comme base d'estimation d'une activité future, mais on l'utilise fréquemment pour estimer la durée d'un projet lorsqu'il existe peu d'informations détaillées sur celui-ci – par exemple dans les phases initiales), l'estimation par analogie est une forme d'avis d'experts.

L'estimation par analogie est la plus fiable lorsque :

c) les activités précédentes sont réellement semblables et pas seulement en apparence.

d) Les individus préparant l'estimation ont l'expérience nécessaire

Section 2 :

2.1 L'historique des méthodes d'ordonnement :

Les techniques d'ordonnement se sont développées suivant deux voix parallèles respectivement chez les militaires et dans l'industrie privée.

La méthode **PERT** (programme évaluation revues techniques), fut mise au point en 1958 à l'occasion de l'établissement au programme de réalisation des polaires, par le service de détermination des programmes du bureau des projets spéciaux de la marine de **U.S.A** ; cette mise au point s'effectua en collaboration avec le département des anglais de la firme Lockheed et avec la société de conseil de **BOOZ-ALLEN** et **HAMILTON**, pour coordonner l'action de près de 6000 constructeurs pour la réalisation de missiles à ogives nucléaires polaris, et pour rattraper le retard pris sur l'**URSS**. La méthode **PERT** a été appliquée sur un projet qui était soumis à de nombreux problèmes techniques (délais fixé, coordination de 250 fournisseurs et 9000 sous-traitants). Elle a permis de minimiser la durée du projet de six ans à deux ans et demi.

A cette époque l'année 1956, le groupe de contrôle industriel de la firme du pont de Nemours avait entamé des recherches sur des méthodes nouvelles d'ordonnement et en 1957 l'un de ses membres, **WALKER** travaillant en équipe avec **KELLY** mit au point la méthode de **CPM** (Critical Path méthode).

Cette méthode fut utilisée pour la première fois en 1958 lors de la construction d'une usine chimique, en Mars 1959 elle fut utilisée dans le cadre usines du Pont à Louisville, pour réduire les périodes d'arrêt d'activités rendues nécessaires par les travaux d'entretien – ce temps fut réduit de 125 à 93 heures **KELLY** et **WALKER** formèrent par la suite une société de conseil, **Mauckly Associates** qui s'est consacrée aux applications de la méthode de **CPM**.

Dans le même temps cependant, les deux tendances ont commencé à se confondre, le **PERT** et ses variantes ont donné naissance au **PERT COST** en prenant en compte des relations entre coûts et durées. Les graphes construits à partir de tâches ont de plus supplanté ceux construits uniquement à partir d'événement, et leurs destinations ont l'entement estompé. Enfin on a commencé à accorder autant d'importance à l'affectation

Chapitre II : les méthodes d'ordonnancements

des moyens (main-d'œuvre et équipement). Les méthodes **P.E.R.T** et **CPM** n'ont commencé à être connues en Europe que vers 1960-1961, cependant des recherches opérationnelles Européennes avaient déjà ressenti le besoin de recourir à des procédures systématiques d'ordonnement. C'est aussi qu'en France **Bernard Roy** avait mis au point sa « méthode des potentiels » parfois aussi désignée par le sigle **M.P.M** ou encore sous la dénomination de (formulation potentielles –tâches) et en avait fait une première application de 1958 lors de la construction d'une centrale nucléaire et elle a été utilisée en particulier pour l'aménagement des superstructures du paquebot de France.⁴

- pour mener à bien l'étude critique d'un projet il faut faire la différence entre ses deux méthodes suivantes :

a) Diagramme à barres :

Ils se caractérisent par le fait qu'une tâche ou une opération élémentaires y est représentée par un segment de droite (barre) de longueur proportionnelle à la durée de la tâche ce type de diagramme est utilisé en Gantt.

b) Diagramme à symboles :

Ceci font appel à des symboles pour représenter les opérations, Ces symboles ne contiennent en eux-mêmes aucune information de temps ou de durée. Ils sont reliés par des arcs (lignes d'une flèche) qui matérialisent la succession des opérations. Ce type de diagramme est utilisé dans les méthodes PERT (CPM.MPM) qui utilisent que trois sorts de symboles des arcs des sommets des étapes.⁵

2.2 Représentation de la méthode PERT :

PERT signification :

-Programme évolution and review techniques = technique d'ordonnement et de contrôle des programmes.

-L'adjectif anglais « PERT » signifiant « malicieux ».

⁴ A. Battersby « Méthodes modernes d'ordonnement », les édition Dunod, Paris, 1967, p3.

⁵ Ibid. p6.

Chapitre II : les méthodes d'ordonnements

Notion de base :

-La méthode s'appuie en grande partie sur une représentation graphique qui permet de bâtir un réseau « PERT ».

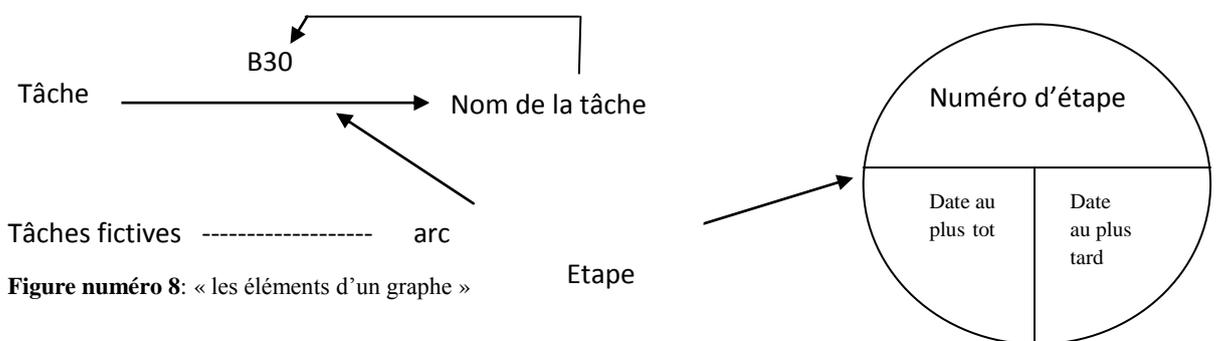
- Un réseau « PERT » est constitué par des tâches et des étapes.

Etape (sommet) :

On appelle étape, le début ou la fin d'une tâche, en la représente par des nœuds (cercle) qui correspondent à des étapes ou à des événements, une étape n'a pas de durée : une étape représente dans la réaction d'un projet.

Tâche :

Elle fait avancer une œuvre vers son état final qui veut dire un déroulement dans le temps d'une opération , contrairement à l'étape , la tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée , des moyennes (ressources) et cout , elle est symbolisé par un vecteur (arc , ou liaison orientée) sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et temps estimé pour la réalisation de cette tâche , la longueur des arc n'est pas proportionnelle au temps d'exécution.



Les tâches fictives :

Deux arcs ne peuvent avoir à la fois la même origine et la même extrémité. Il est nécessaire de rajouter une tâche fictive dans ces conditions. Une tâche fictive est une tâche introduite pour les besoins de la représentation. Afin de ne pas fausser le calcul de la durée de réalisation du projet, la durée de la tâche fictive est posée égale à zéro.

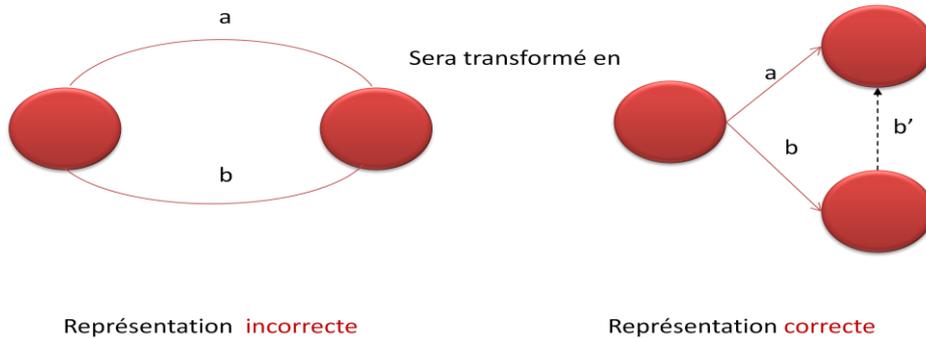


Figure numéro 9 : « représentation correcte d'une tâche »

Exemple :

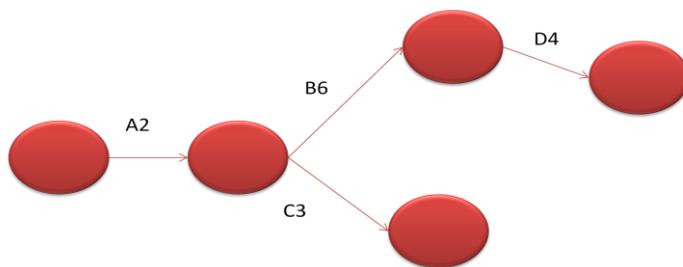


Figure numéro 10 : « représentation d'un exemple PERT »

On dit **D** ne peut commencer que si **B** est terminé. Ou **B** précède **D** ou **B** antériorité de **D**

Si on souhaite que **D** ne commence que si **B**, **C** sont terminés (ca veut dire l'exécution des deux tâches **B**, **C** simultanément).

Dans ce cas nous incluons (utilisons) une tâche fictive qui sera à représenter ce type de contraintes de durée et coût nuls, en la représentant de la manière suivante :

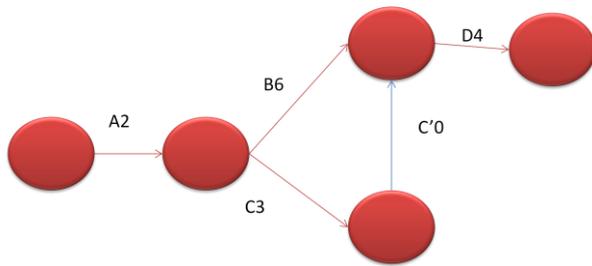


Figure numéro 11 : « représentation d'une tâche fictive dans le réseau PERT »

Arc (flèches) :

Un arc (i-j) relie deux sommets i-j il se matérialise par une flèche entre continu partant du sommet i, appelée extrémité initiale (ou origine) de l'arc et arrivant au sommet j appelé extrémités finale de l'arc (ou destination).

2.3 Les types de représentation dans les réseaux PERT :

Toute tâche a une étape de début et une tâche de fin, une tâche suivante ne peut démarrer que si la tâche précédente est terminée.

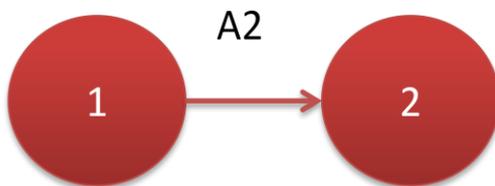


Figure numéro 12 : « représentation d'une tâche qui sui une autre »

a) Taches successives :

Deux tâches qui se succèdent immédiatement sont représentées par des flèches qui se suivent, sont représenté de la manière suivante :

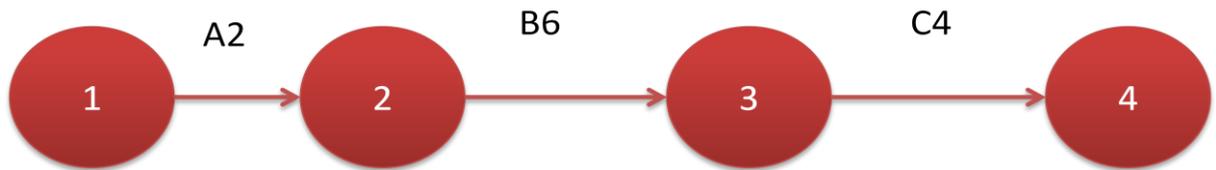


Figure numéro 13 : « représentation des tâches successives »

- **B** ne peut commencer que si **A** est terminée (**A** précède **B**, ou **A** est antériorité de **B**)
- **C** ne peut commencer que si **A**, **B** sont terminée (**A.B** précèdent **C**, ou **A.B** sont antériorité de **C**)

b) Tâches simultanées :

Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape, qui est représentées de la manière suivante :

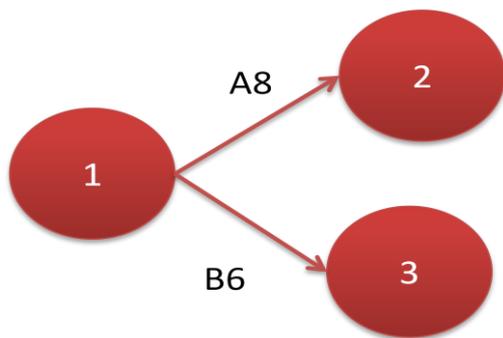


Figure numéro 14 : « représentation des tâches simultanée »

On dit que **B**, **C** qui sont simultanées

c) Tâches convergentes : Deux tâches convergentes qui précèdent (se termine) une même étape sont représentées de la manière suivante :

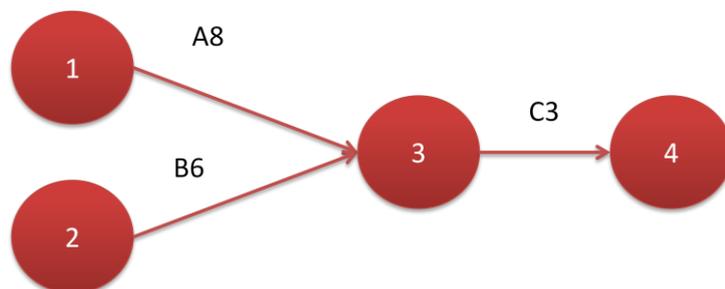


Figure numéro 15 :
« représentation des tâches convergentes »

Remarque :

La tâche A (8) a une durée de 5 unité de temps, B(6) a une durée de 6 unité de temps, on constate que la tâche durée plus longtemps que B-A est dite « pénalisante ».

Normalisation du graphe :

Si le graphe doit débiter par plusieurs tâches simultanées il ne doit y avoir qu'une seule étape d'entrées (ou étape de début, ou étape de départ). Les étapes seront donc regroupées en une seule.

Exemple :

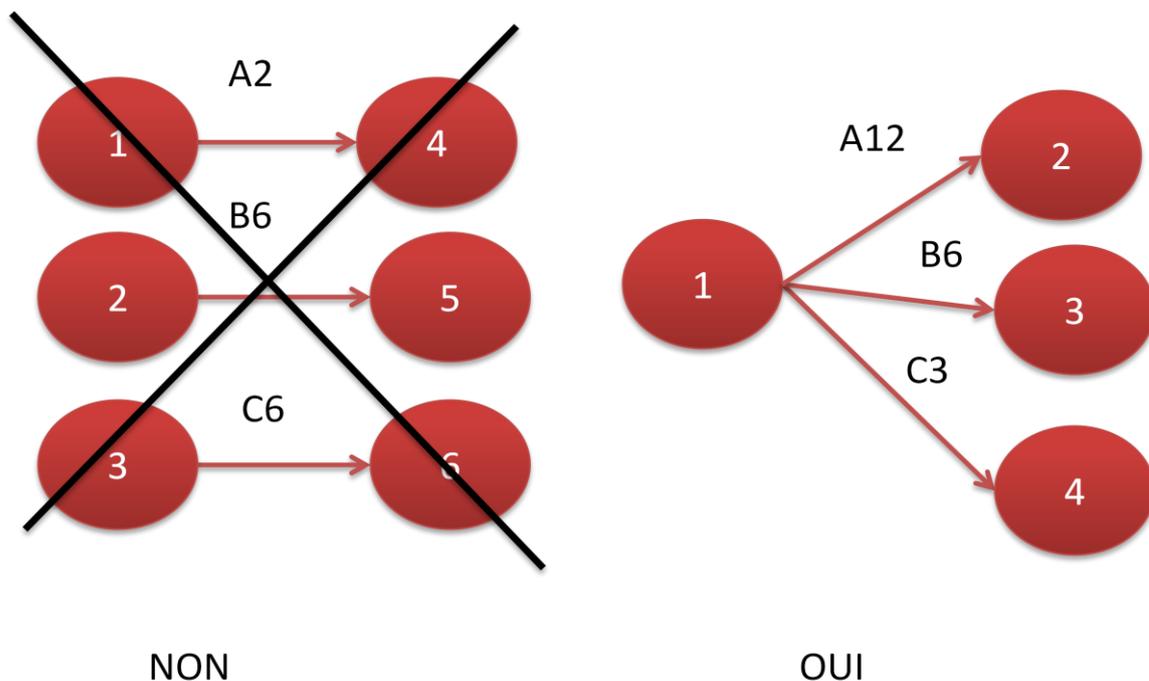


Figure numéro 16 : « représentation correcte d'un exemple des tâches simultanés »

Si le graphe se termine par plusieurs tâches (plusieurs étapes de sortie) (ou de fin), il ne doit y avoir qu'une seule étape de sortie.

Exemple :

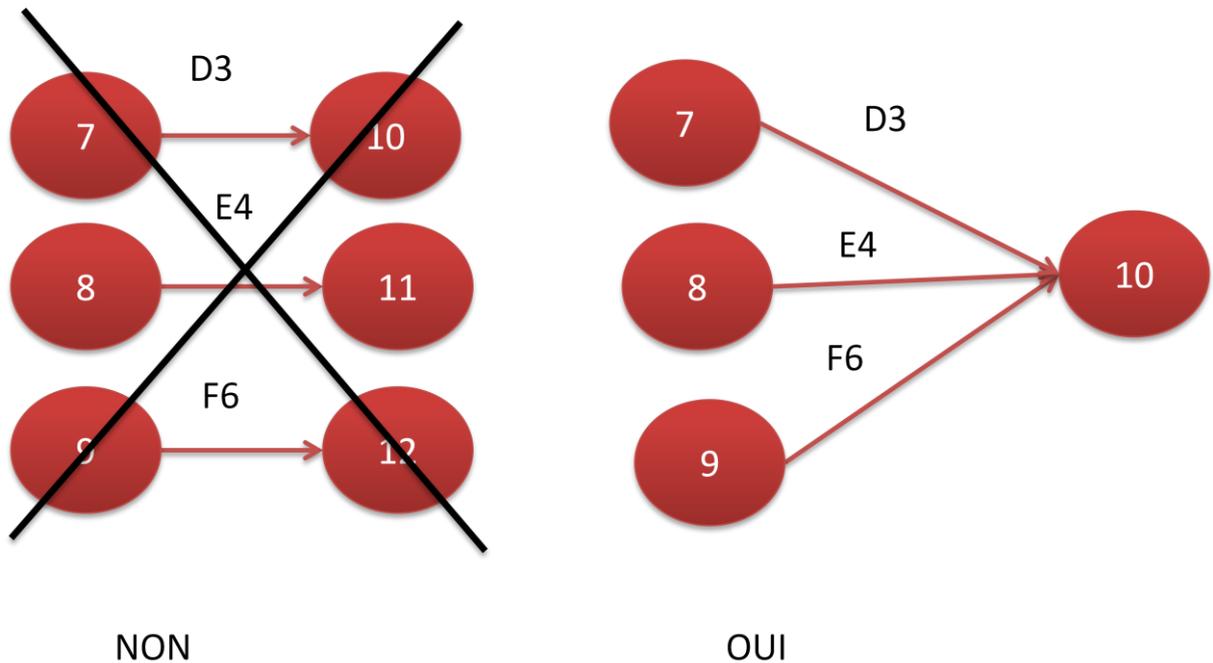


Figure numéro 17 : « représentation correcte d'un exemple des tâches convergent »

Problèmes de dépendances :

A précède B, A précède D, C précède D. Nous pouvons être tentés de dessiner le graphe suivant :

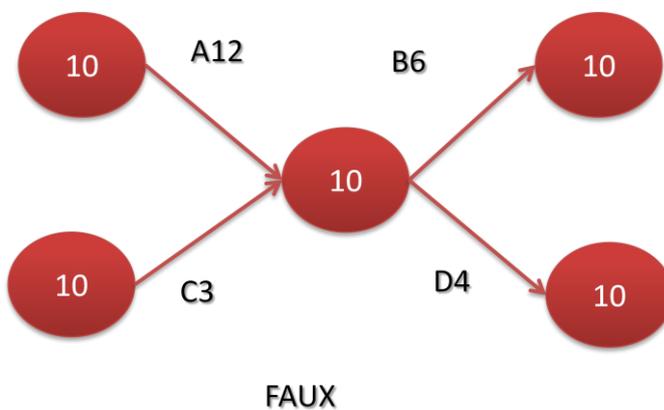


Figure numéro 18 : « représentation d'un problème de dépendance »

Chapitre II : les méthodes d'ordonnements

Le graphe précédent est faux car cette construction signifie : A précède B, A précède D, C précède B, et C précède D.

Pour respecter les contraintes d'antériorités du projet, on introduit une tâche fictive comme suit :

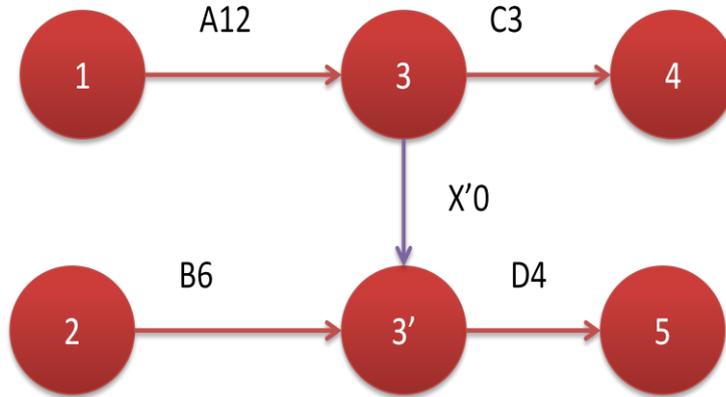


Figure numéro 19 : « représentation correcte du problème de dépendance »

2.4 Méthodologie de construction d'un réseau PERT :

- 1) Etablir la liste des tâches.
- 2) Déterminer des antériorités des tâches.
- 3) Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches en utilisant l'ordonnement par niveaux (matrice dépouillement).
- 4) Construire les réseaux **PERT**.
- 5) Calculer la durée du projet, les dates début et de fin de chaque tâche.
- 6) Déterminer le chemin critique, et mettre en évidences les marges

Le PERT Probabiliste :

Dans le Pert probabiliste d'épand sur 3 temps (optimiste, moyen, pessimiste) ; étant donné que les durées des activités sont des variables aléatoires et absolument continues on utilise une loi normale en gestion de projet pour l'estimation des activités et leurs marges d'erreurs suivant la forme suivante :

$$Te = \frac{O+4M+P}{6}$$

Ou :

O : la durée la plus optimiste.

M : la durée moyenne.

P : la durée la plus pessimiste

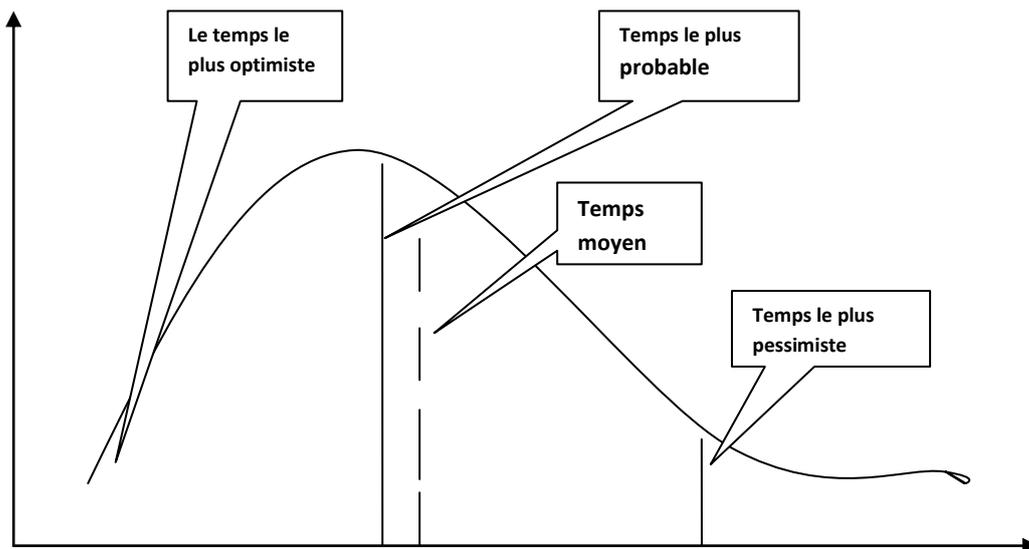


Figure numéro20 : la représentation graphique des différents temps « distribution Beta »

L'utilisation de cette loi vient puisque la durée de chaque tâche du projet est considérée comme aléatoire et la distribution Beta est systématiquement utilisée.

Définir les différents temps :

- Le temps optimiste : le temps le plus court pour l'exécution de la tâche, si tout va bien. C'est le temps qui est censé supposer les meilleures conditions attendues ; il est symbolisé par un « O ».
- Le temps probable : il exprime les meilleures estimations de la durée nécessaire pour l'achèvement de l'activité. Où la probabilité critique est élevée dans ce type de temps ; il représente l'axe entre l'optimiste et le pessimiste. C'est le temps qui suppose le travail dans des circonstances normales, il est symbolisé par « M ».

- Le temps pessimiste :

C'est le plus long des temps pour l'exécution de la tâche, car certaines opérations sont exposées à certains problèmes tels que : problème technique des machines, en retard dans la réalisation des métiers..., il est symbolisé par « P ».

Pour quoi calculer L'écart-type:

L'écart-type montre l'écartement du temps optimiste quant à la durée de temps pessimiste, et plus l'écart de l'activité est grand, moins est la probabilité de réalisation de celle-ci dans les délais prévus pour son achèvement.

Variance de l'activité = (temps pessimiste - temps optimiste / 6)²

$$V_i = \left(\frac{P - O}{6} \right)^2$$

L'écart-type = totale des variances d'activités critique

$$V_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i - O_i}{6} \right)^2$$

Alors on conclut que : le délai d'exécution du projet est une variable aléatoire qui suit une distribution beta $\Sigma(TE_i)$ et l'écart type V_i est proche d'une distribution normale.

Pour calculer la probabilité de la réalisation de tout projet doit être convertie en une loi spéciale et par la relation suivante :

$$Z = \frac{X - M}{V}$$

Z : la possibilité de réaliser le projet

X : le temps nécessaire pour réaliser le projet

M: le temps prévu (le temps du chemin critique)

V : écart-type

2.5 La notion de chemin critique et la méthode de calcul :

Avant de définir le chemin critique, il faut savoir que dans la méthode **PERT**, on calcule deux valeurs pour chaque étape :

La date au plus tôt :

Il s'agit de la date à laquelle la tâche pourra être commencée au plus tôt, en tenant compte du temps nécessaire à l'exécution de tâches précédentes (il peut exceptionnellement y avoir un retard au chevauchement, si le cahier des charges du projet le précise et que la faisabilité est vérifiée).

La date au plus tard :

Il s'agit de la date à laquelle une tâche doit être commencée à tout prix, si l'on ne veut pas retarder l'ensemble du projet.

La date fin au plus tôt :

C'est la date de début au plus tôt plus la durée de la tâche.

La date Fin au plus tard :

C'est le minimum des dates de début au plus tard des tâches qu'elle enclenche.

Comment calculer les dates d'un réseau P.E.R.T :

a) Calcul « DTO » :

C'est la date au plus tôt, elle est calculée par la technique suivante :

-on commence par mettre la première étape (étape début) ou la date de cette étape=0.

* Pour les autres étapes soit :

Il n'y a qu'une seule tâche (un seul chemin) entre 2 étapes

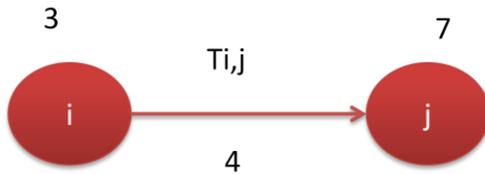


Figure numéro 21

Alors la règle :

Date au plus tôt $j = \text{date au plus tôt } i + \text{durée tâche } T_{i,j}$

*Soit il ya a plusieurs chemins pour aboutir à l'étape j.

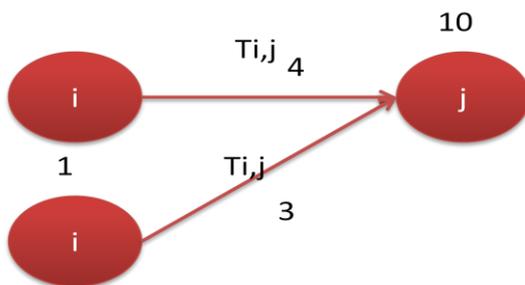


Figure numéro 22

Alors la règle :

Date au plus tôt $j = \text{Max} [(\text{plus tôt } i + \text{duré } T_{i,j}) ; (\text{plus tôt } k + \text{duré } T_{k,j})]$

b) Calcul «DTA » :

C'est la date au plus tard, elle est calculée par la technique suivante :

- Le commencement de cette étape est l'étape finale du plus tôt (étape terminale)
- Pour les autres étapes :

*Soit il y a un seul arc sort du sommet (étape fin i)



Figure numéro 23

Alors la règle :

Date au plus tard i = date au plus tard j – durée $T_{i,j}$

*Soit li y a plusieurs arcs qui sortent de l'étape i

Alors la règle :

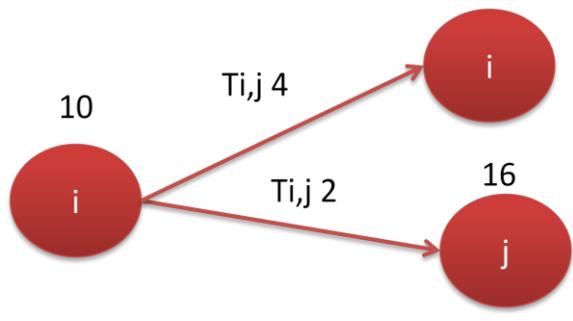


Figure numéro 24

Date au plus tard i = Min [(plus tard j - durée $T_{i,j}$) ; (date au plus tard - durée $T_{i,j}$)]

Conclusion

Tâche critique = DTO i = DTA i

2.6 Caractérisation des différents types de marges :

- a) **La Marge totale** : la marge totale d'une tâche est le retard du MAXIMAL qu'elle peut prendre par rapport à sa date de début au plus tôt, sans que cela s'affecte la durée minimale du projet. Elle égale à l'écart qui sépare la date du début que plus tôt de la tâche de sa date de début au plus tard.

Marge totale A = DTA a - DTO a

b) **La Marge libre** :

La marge libre d'une tâche est le retard MAX qu'elle peut prendre par rapport à sa date des débuts au plus tôt, sans que cela n'affecte ses tâches descendantes, qui conservent alors les dates de début au plus tôt.

$$\text{Marge libre} = \text{Min (DTA } j\text{-duré } j) - \text{DTA } j$$

c) **La Marge liée** :

Est la différence entre la marge totale et la marge libre. Elle caractérise le couplage entre l'ordonnement d'une tâche et celui des tâches qu'elle précède.

d) **La Marge indépendante** (ou certaine) :

Est l'écart positif s'il existe qui sépare sa date de début au plus tôt sachant que ses tâches ascendantes sont calées au plus tard, de sa date début au plus tard sachant que ses tâches descendantes sont calées au plus tôt formellement :

$$\text{Marge libre} = \text{Max} [\text{Min (DTA } y - \text{Durée } y) - \text{Max (DTO } x\text{-Duré } x)]$$

Le chemin critique dans le réseau P.E.R.T permet de calculer les dates de début au plus tôt. Les débuts au plus tard et la durée totale du projet. Ces données permettent en fait de mesurer les marges de chaque tâche et les tâches critiques du projet.

Dans la réalité, le chef de projet est conforté a différents types de contraintes ou bien il connaît précisément la durée de la tâche à accomplie, ou bien il possède peu d'informations sur cette tâche. Il est obligé de l'évaluer avec un degré d'incertitude relativement important en fonction de critères du genre délais réaliste dans maximum ou le délai le plus probable. Le chemin critique permet de trouver le délai minimal du projet, et mettre en évidence le succession des tâches sur lesquelles tout retard entrainerait un retard sur l'achèvement final du projet.⁶

⁶ Y. Muller, Initiation à l'organisation et à la recherche opérationnelle, 2^{ème} édition, Paris, Eyrolles, 1965, P166.

On conclut la définition du chemin critique :

Définition du chemin critique :

Donc, le chemin critique c'est l'ensemble des tâches dont la marge totale et la marge libre est nulle. C'est le chemin dont la succession des tâches donne la durée d'exécution la plus longue du projet et fournit le délai d'achèvement le plus court. Si l'on prend du retard sur la réalisation de ces tâches la durée globale du projet est allongée.

P.E.R.T /Coût :

Dans la section précédente on a remarqué que la méthode d'application (PERT) a été limitée seulement à déterminer le moment de l'achèvement du projet en raison de l'importance du temps dans le cycle de vie du projet, mais le P.E.R.T/TEMPS n'a pas traité le problème des charges qui est considéré l'un des facteurs importants pour une réussite du projet. Ce qui donne naissance au P.E.R.T/Coût qui a envisagé la gestion du couple coût-temps.

Exemple explicative du principe PERT/COST :

Si nous supposons qu'il y a un certain travail structurel à réaliser dans le projet (réalisation d'une activité) qui est : transporter les matériaux de construction d'un lieu à l'autre :

- la réalisation de cette tâche par un seul employeur coûte 1200DA pendant 5 jours.
- la réalisation de cette tâche par deux employeurs coûte 1250DA pendant 3 jours.
- la réalisation de cette tâche par trois employeurs coûte 1300DA et sera achevée en 2 jours.

On montre cette relation de coût-temps dans la figure suivante :

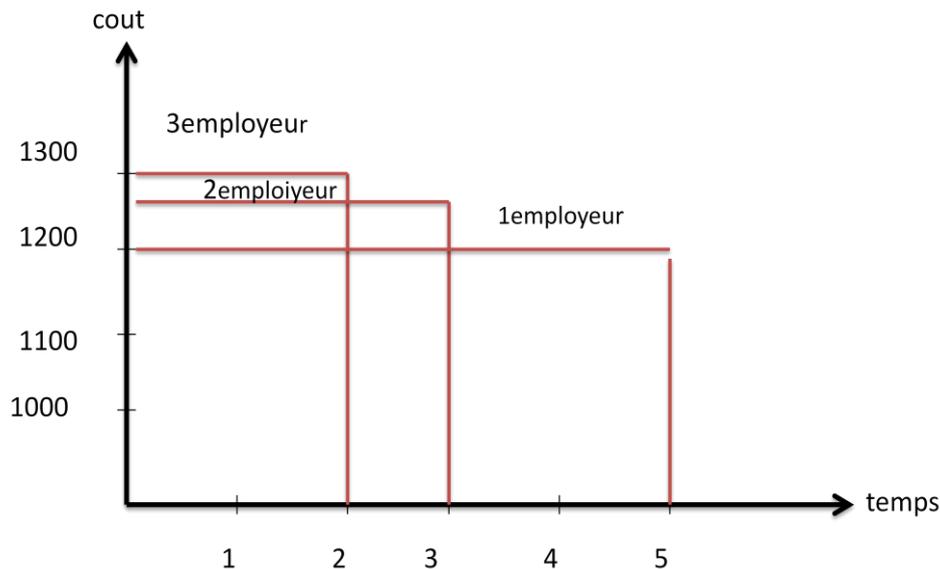


Figure numéro 25 : « relation entre coût et temps »

Graphique ci-dessus montre la corrélation entre le coût et le temps, il est donc nécessaire d'utiliser (pert-cost) pour d'analyser les coûts globale du projet qui est coûte direct et indirecte. Et en va prendre en charge les frais directs car celle-ci est liée à l'activité, Alors la méthode (PERT-coût) cible à minimiser ou réduire le temps et le coût du projet, ce qui implique la nécessité de diversifier les coûts directs en : cout normale et cout accéléré

Cette division des coûts est associée à toutes les activités du projet, ce qui implique la définition des éléments suivants :

Un coût normal CN :

Coût le plus faible pour l'entreprise pour mener à bien la Tâche avec le minimum de moyens.

Un temps normal TN :

Temps correspondant au coût normal, c'est -à- dire à l'utilisation de moyens minimaux.

Un temps accéléré TA :

Temps minimum concevable pour réaliser la tâche, en lui accordant les moyens suffisants.

Un coût accéléré CA :

Coût correspondant au temps minimum de réalisation.

2.8 Représentation de la méthode MPM :

A l'identique de la méthode PERT cette méthode permet de réduire la durée totale d'un projet.

a) MPM Signification :

MPM = méthode des potentiels métra

b) Méthodologie de construction d'un réseau MPM

- établir la liste des tâches.
- Déterminer des antériorités.
- Déterminer les niveaux (la matrice de dépendance).
- Chaque sommet de la représentation graphique est figuré par un rectangle.
- Construire le réseau MPM.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches.

X	
DTO	DTA

Où

X = nom de la tâche

DTO = date de début au plus tôt de la tâche

DTA = date de début au plus tard de la tâche

- Un sommet terminal permettant de dater la fin des travaux est rajouté au graphe.

Tache fictive dans le réseau MPM :

On constate que les taches fictives qui apparaissent sur un graphe (PERT) ne s'introduisent pas en appliquant la méthode des potentiels. C'est une des

Chapitre II : les méthodes d'ordonnancements

caractéristiques de cette méthode, elle n'apparaît pas les éléments fictifs sur le graphe.⁷

Par exemple : En a les tache suivante avec leur antérieure :

Les tâches	La durée	antérieure
A	3	-
B	4	-
C	6	A
D	2	A

La représentation des taches en :

1. Potentielle étape (P.R.T.E) :

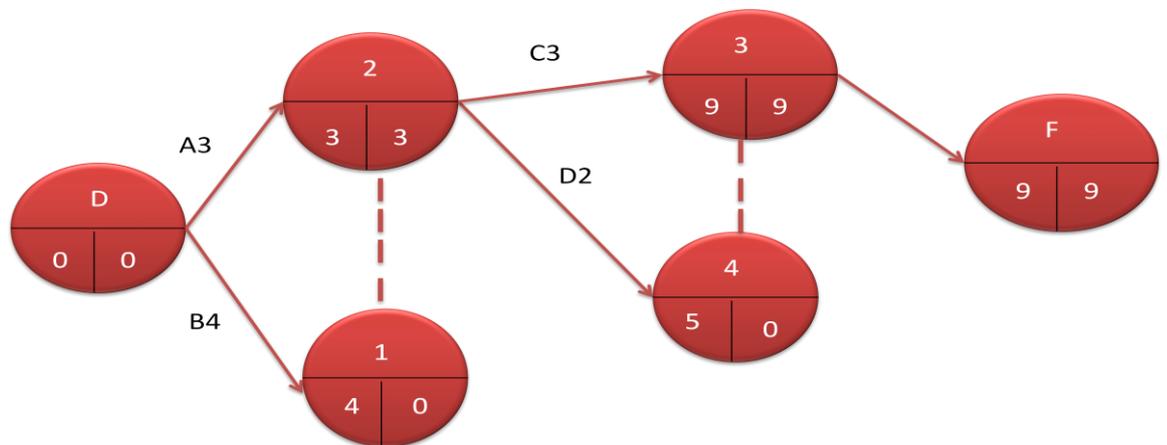


Figure numéro 26

⁷ Paul Lambert « la fonction ordonnancement », les éditions d'organisation, Paris, 1975, p.284.

2 Potentielles tâches (M.P.M) :

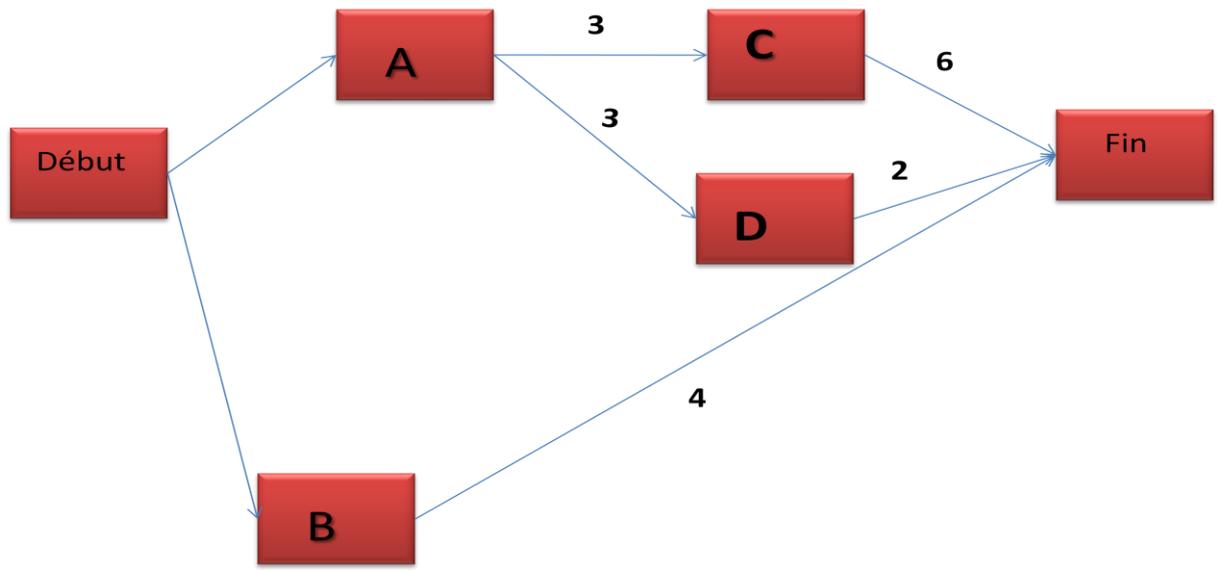


Figure numéro 27 :

La méthode des potentiels permet de faire figurer des délais inter opératoires par exemple : entre la fin d'une opération et le début de la suivante il convient d'attendre un certain temps (temps de séchage, d'une peinture, temps de refroidissement d'une pièce..... etc.)

Reprenant l'exemple :



Figure numéro 28

Signifie que B (duré 6 jours) peut commencer dès que A (durée 4 jours) est terminé.

Mais, supposons que l'opération B ne puisse commencer que 1 jour après la fin de A (délais de séchage : $d=1$ jour par exemple). Ceci s'écrira, en méthode des potentiels

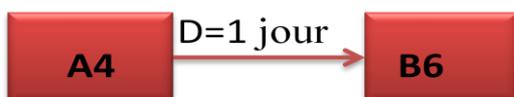


Figure numéro 29

En PERT, ceci s'écrira



Figure numéro 30

- Si, maintenant, l'on veut indiquer que B peut commencer lorsque au moins 25% de l'opération A auront été exécutés, c'est-à-dire que B peut commencer 1
- jours après le début de A (Qui de duré 4 jours), en écrira



Figure numéro 31

EN PERT :

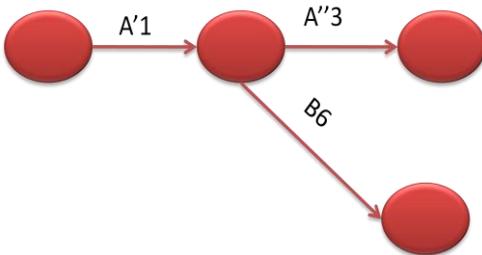


Figure numéro 32

2.9 Représentations de la méthode CPM :

Comme en a déjà parler, la méthode du chemin critique (CPM), développé par Du Pont en 1957, donne une vue graphique d'un projet, le temps qu'il faudra et la séquence des activités pour compléter le projet.

Chapitre II : les méthodes d'ordonnancements

a) CPM signification :

CPM= critical path méthode qui veut dire en français la méthode du chemin critique.

b) Définition

CPM est une technique de schématisation d'un ensemble d'activités (un réseau d'activités) sous forme de diagramme fléché ou les boîtes représentent les activités et les flèches les relations logiques entre les activités.

La méthode CPM est une technique d'analyse dont le but est d'identifier le chemin critique, c'est-à-dire la série d'activités sur lesquelles le Project Manager devra focaliser son attention en termes de contrôle de délais et de respect des jalons.

Cette technique d'analyse se déroule en 3 étapes :

1. calculer la date de fin du projet.
2. calculer les marges possibles de décalage de chaque activité du projet sans que cela ne décale la date de fin du projet lui-même.
3. identifier les activités critiques, c'est-à-dire les activités pour lesquelles un décalage entraîne un décalage de l'ensemble du projet.

On peut dire que les règles de calculs suivies par la méthode CPM sont identiques à celles de la méthode PERT, la différence entre ces deux méthodes consiste dans le fait que la première dépend d'un seul temps et la seconde dépend de trois temps (optimiste, le plus probable, pessimiste). *

Un réseau CPM est représenté par :

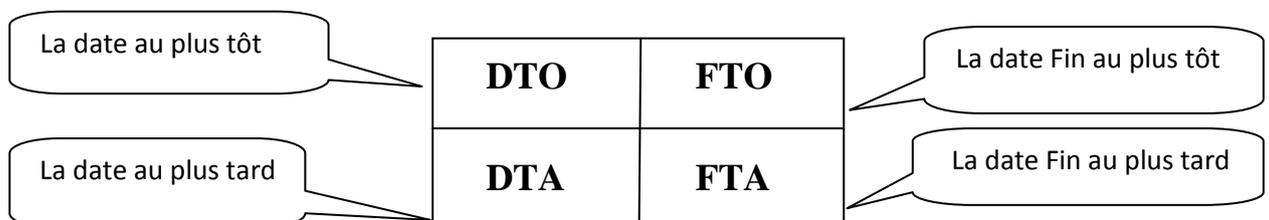


Figure numéro 33 : « représentation de la CPM »

Conclusion

Dans le deuxième chapitre nous avons essayé de démontrer comment ordonner les tâches du projet ainsi que l'application des méthodes suivant : PERT, MPM, CPM

III.1 Présentation du projet :

L'objectif du projet est la réalisation de la ligne nouvelle à voie unique d'une longueur de 120km entre Saida et Moulay - Slissen au Sud -ouest d'Oran dans le cadre du prolongement de la recade des hauts plateaux entre M'sila et Saida.

Les travaux seront effectués dans les wilayas de Saida et de Sidi-Belabess. Le tracé est illustré sur une carte (annexe 3)

III.2 Organisation du chantier :

Le chantier est divisé en 3 lots, à savoir :

Lot Saida :

- Ligne principale du PK 0+000 au PK 25+074.
- Signalisation de type ERTMS niveau1.
- Télétransmission de type GSM-R et fibre optique.

Lot youb :

- Du PK 25+074 au 67+875

Lot Telagh :

- Du PK67+875 au PK100+806.
 - * Traçons gare voyageur Moulay Slissen
- Du PK +00+000 au PK01+858
 - *Traçons gare marchandise Moulay Slissen
- Pk00+000 au PK01+632

Remarque :

Vu la grandeur du projet (BIG Project) on a décidé de prendre seulement l'étude du 3eme lot (lot de TELAGH) qui est d'autre part dans sa phase finale.

III.3 la fiche technique du projet

a) Intervenants :

Les principaux intervenants au projet sont les suivants :

- **Maitre ouvrage** : Ministère des transports.
- **Maitre d'ouvrage délégué** : le maitre d'ouvrage délégué est la direction des voies ouvrages d'art et bâtiment de l'agence Nationale d'études et de suivis de la réalisation et investissements ferroviaires(ANESRIF).
- **Maitre d'œuvre** : le groupement DESSAU int/DESSAU Maghreb/OBERMEYER-BERNARD (DOB).
- **Entrepreneur** : ASTALDI SPA

b) Consistances générales des travaux :

✓ Terrassement généraux 16,9M m³

- Remblais 9,2M m³.
- Déblais 7,8M m³.

✓ Bâtiments

- 4 gares de voyageurs.
- 1 gare de marchandises.
- 3 haltes d'évitements.
- 1 dépôt et atelier.

✓ Ouvrages d'Arts

- 19 Viaducs (Pont-rail).
- 31 Passages Inférieurs.
- 18 Passages Supérieurs.
- 7 Passages Fauniques.
- 197 Dalots.

✓ **Travaux de voies**

- **137 km de voie à poser.**
 - *116 km de voie principale.
 - *21 km de voie de service.
- **51 Appareils de voie**

c) Caractéristiques de la ligne projetée :

La nouvelle ligne sera réalisée avec caractéristiques géométriques basées selon les standards VIC .L'essentiel des caractéristiques techniques est présenté ci-dessous :

- Ligne mixte à voie unique avec une plateforme élargie à double voie pour les sections en déblais.
- Ouvrages d'art à double voie.
- Écartement standard de 1435 mm.
- Charges à l'essieu :
 - *Infrastructure : 22,5 T.
 - *Ouvrages d'art : 25 T.
- Gabarit d'obstacle : UIC, y compris une caténaire.
- Voie équipée de rails UIC 60 posés sur des traverses en béton armé.
- Traction diesel électrique.

- Profil de la voie :
- Vitesse maximale : 160 km/h avec suppression des passages à niveau (PN).
- Signalisation de type ERTMS Niveau 1.
- Système de type GSM-R.

Les tâches principales du Lot Telagh:

Tableaux numéro 2

Non de la tâche	Durée /jours
1-Installation de chantier	162jours
2-Terrassement généraux	270jours
3-Bâtiments, gares et aménagement extérieur	108jours
4-Ouvrages d'art	216jours
5-Superstructures ferroviaires	162jours
6-Assainissement	108jours
8-Environnementale	45jours

Tableaux des coûts :

Tableau numéro 3

DESINATION	Coûts
1-Installation de chantier	12 500 00
2-Terrassement généraux	5 700 00
3-Bâtiments, gares et aménagement extérieur	6 755 00
4-Ouvrages d'art	10 800 00
5-Superstructures ferroviaires	4 650 00
6- Assainissement	15 370 00
8-Environnementale	1 250 00
MONTANTS TOTAL TRAVAUX EN(H.T)	5702500

Source : élaborée par l'étudiant en ce référent par les documents de l'entrepris

Les ressources effectuées dans LOT TELAGH Main d'œuvres de l'entrepreneur générale :

Tableau numéro 4 :

QUALIFICATION	NOMBRE DE PERSONNEL	
	EXPATRI	LOCAL
CADRES	18	10
MAITRISES	-	42
OUVRIERS	-	295
TOTAL EFFECTIF	18	347

Personnel mobilisé sur chantier :

Tableau numéro 5 :

LOT	LOCAL	EXPATRIE	TOTAL
TERRASEMENT	55	4	59
OUVRAGE D'ART	-	6	6
STE	-	3	3
BATIMENT ET GARE	42	1	43

Matériel mobilisé :

Tableau numéro 6

<u>TYPOLOGIE</u>	<u>NOBRE</u>	<u>PROPRIETE ASTALDI /LOCATION</u>
CAMION	22	ASTALDI
BULL	3	ASTALDI
NIVELLEUSE	2	ASTALDI
COPACTEUR	3	ASTALDI
CAMION CITERNE DIVERS	7	ASTALDI
SEMI REMORQUE	2	ASTALDI
VOITURE DIVERS	29	ASTALDI
EXCAVATEUR	7	ASTALDI
CHARGEUR	3	ASTALDI
MALAXEUR	8	ASTALDI

POMP A BETON	2	ASTALDI
GRUE DIVERS ET CAMION GRUE	8	ASTALDI

Approvisionnement :

Tableau numéro 7

Le tableau suivant présente les approvisionnements exigés officiellement à l'Entrepreneur et prévus au Marché (sans s'y limiter).

DESIGNATION	QUANTITE REQUISE(TON)	QUANTITE APPROVISIONNE (TON)	FOURNISSEUR
CIMENT	592	582	SIG/CC/B ENISAF
Granulats grossier (classe3-8)	1834	1758	SARL BARAN
Granulats fins (class0-3)	1597	1498	SARL FAYMED MAZARY
Armatures d'acier	78	-	/
Eau de gâchage	-	-	/
Granulats (classe0-25) GNT	-	-	/
Granulats (classe0-40)	-	-	/
Granulats Fondation	-	-	E.N.G
Granulats Sous Ballast	-	13944	E.N.G
Granulats Ballast	-	1839	/

Les sous-tâches du projet :

Les tableaux numéro 8

Les tâches	Codage	Durée/jour	Précédent
1-Installation de chantier	A	162	-
-Laboratoire	A1	16	-
-Centrale à béton	A2	32	A1

-Atelier de préfabrication Ouvrage d'art	A ₃	41	A ₂
-Atelier de fabrication des traverses	A ₄	49	A ₃
-Electrique	A ₅	8	A ₄
-Gaz	A ₆	8	A ₅
-Zone d'Emprunt	A ₇	8	A ₆
2-Terrassement généraux	B	270	A ₇
-Décapage	B ₁	54	A ₇
-Déblai	B ₂	54	B ₁
-Remblais	B ₃	54	B ₂
-Couche de forme	B ₄	40	B ₃
-Couche de fondation	B ₅	41	B ₄
-Couche de sous-ballast	B ₆	27	B ₅
3-Bâtiments, Gares et aménagement extérieur	C	108	D ₅
-Préparation des terrains	C ₁	11	D ₅
-Telagh-Voyageur	C ₂	49	C ₁
-Moulay Slissen-Marchandise	C ₃	36	C ₂
-Local Technique Merine	C ₄	11	C ₃
4-Ouvrage d'art	D	216	B ₆
-V14-Pont-Rail Au PK 81+200	D ₁	65	B ₆
-V15- Pont-Rail Au PK 91+600	D ₂	43	D ₁
-PI-21 Passages Inferieurs	D ₃	43	D ₂
-PS-21 Passages SUPERIE	D ₄	43	D ₃
-PF passages pour la Faune	D ₅	22	D ₄
5-superstructure ferroviaires	E	162	D ₅
-la répartition des rails de 18 ml	E ₁	16	D ₅
-soudage électrique des rails	E ₂	32	E ₁
-implantation de l'axe de la voie	E ₃	16	E ₂
-répartition des traverses a l'axe de la voie	E ₄	16	E ₃
-pose des rails sur les traverses	E ₅	32	E ₄
-ballastage de la voie	E ₆	16	E ₅
-La libération des contraintes	E ₇	32	E ₆
6-Assainissement	F	108	E ₇
-Excavation des fouilles	F ₁	32	E ₇
-Mise en place des buses	F ₂	22	F ₁

-Enrobage des buses avec béton	F ₄	54	F ₂
7-Environnementale	H	54	F ₃
-Préparation du sol	H ₁	19	F ₃
-Apport et entendu de terre végétale entassé sur place	H ₂	35	H ₁

SOURCE : élaborée par l'étudiant selon les documents de l'entreprise

Avant de commencer, ont doit indiquer une remarque : la méthode CPM dépend sur 1 seul temps ce qui n'est pas le cas pour la méthode PERT, où cette dernière dépend sur 3 temps (optimiste, pessimiste, moyen).

III.4 Définir le logiciel WIN QSB :

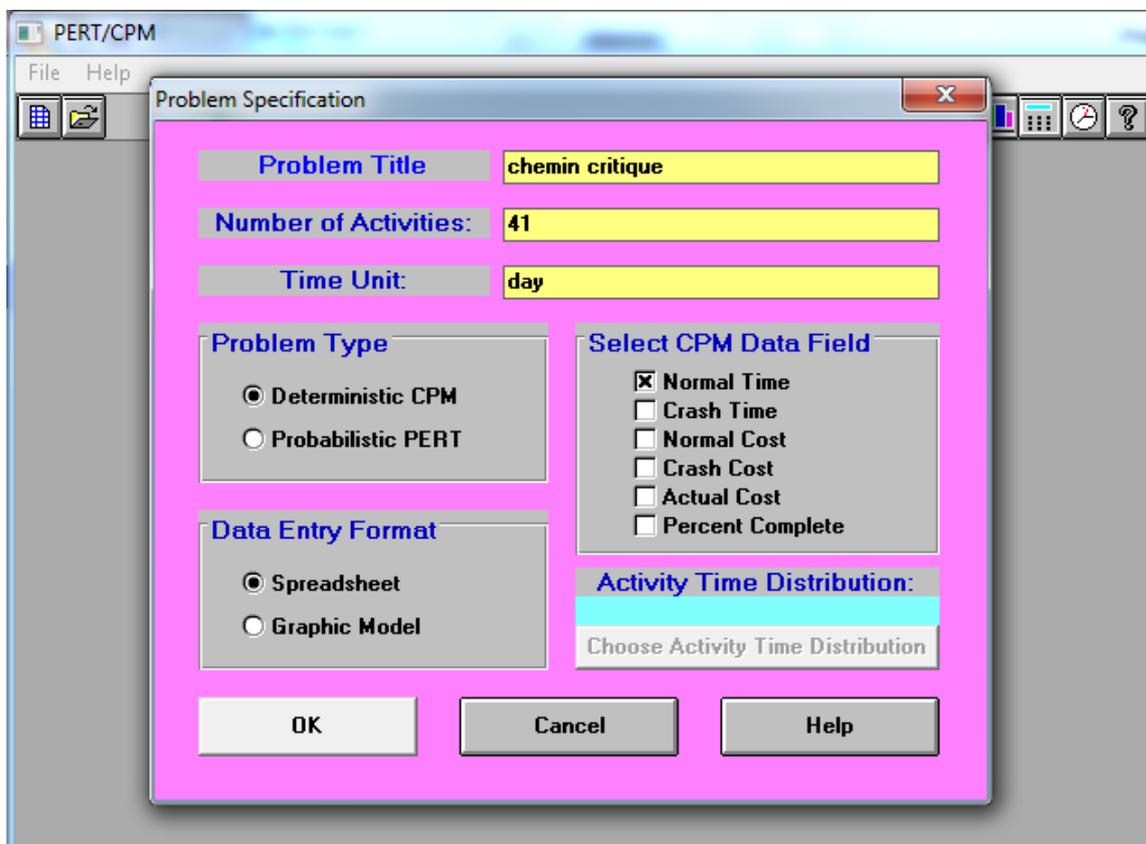
Le logiciel est connu sous le nom de WIN QSB qui est un programme contenant 19 sous programmes, représentant les modèles de la recherche opérationnelle, à savoir le modèle PERT/CPM.

a) Tracer le réseau CPM du projet en utilisant le logiciel WIN QSB :

1. On choisit le programme CPM/PERT.



2. On clique sur l'icône  « Fille » et on choisit « New problem ».
3. Après, on saisit les données du projet (le nom du problem, nombre des activités et l'unité de temps en jours/semaines ».
4. On détermine la méthode de solution (CPM/PERT).
5. Après on clique sur « OK ».



4. On saisie le codage de chaque tâche du projet avec leur précédent et la durée de cette dernière.

On montre ca dans le tableau suivant :

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		162
2	A1		16
3	A2	A1	32
4	A3	A2	41
5	A4	A3	49
6	A5	A4	8
7	A6	A5	8
8	A7	A6	8
9	B	A7	270
10	B1	A7	54
11	B2	B1	54
12	B3	B2	54
13	B4	B3	40
14	B5	B4	41
15	B6	B5	27
16	C	D5	108
17	C1	D5	11
18	C2	C1	49
19	C3	C2	36
20	C4	C3	11
21	D	B6	216
22	D1	B6	65
23	D2	D1	43
24	D3	D2	43
25	D4	D3	43
26	D5	D4	22
27	E	D5	162
28	E1	D5	16
29	E2	E1	32
30	E3	E2	16
31	E4	E3	16
32	E5	E4	32
33	E6	E5	16
34	E7	E6	16
35	F	E7	32
36	F1	E7	108
37	F2	F1	32

38	F3	F2	54
39	H	F3	54
40	H1	F3	19
41	H2	H1	35

5. On clique sur « solve and analyze » et on choisit « solve critical path ».

Et on conclut le tableau suivant :

06-26-2013 16:46:31	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	▲
1	A	no	162	0	162	808	970	808	
2	A1	Yes	16	0	16	0	16	0	
3	A2	Yes	32	16	48	16	48	0	
4	A3	Yes	41	48	89	48	89	0	
5	A4	Yes	49	89	138	89	138	0	
6	A5	Yes	8	138	146	138	146	0	
7	A6	Yes	8	146	154	146	154	0	
8	A7	Yes	8	154	162	154	162	0	
9	B	no	270	162	432	700	970	538	
10	B1	Yes	54	162	216	162	216	0	
11	B2	Yes	54	216	270	216	270	0	
12	B3	Yes	54	270	324	270	324	0	
13	B4	Yes	40	324	364	324	364	0	
14	B5	Yes	41	364	405	364	405	0	
15	B6	Yes	27	405	432	405	432	0	
16	C	no	108	648	756	862	970	214	
17	C1	no	11	648	659	863	874	215	
18	C2	no	49	659	708	874	923	215	
19	C3	no	36	708	744	923	959	215	
20	C4	no	11	744	755	959	970	215	
21	D	no	216	432	648	754	970	322	
22	D1	Yes	65	432	497	432	497	0	
23	D2	Yes	43	497	540	497	540	0	
24	D3	Yes	43	540	583	540	583	0	
25	D4	Yes	43	583	626	583	626	0	
26	D5	Yes	22	626	648	626	648	0	
27	E	no	162	648	810	808	970	160	
28	E1	Yes	16	648	664	648	664	0	
29	E2	Yes	32	664	696	664	696	0	
30	E3	Yes	16	696	712	696	712	0	
31	E4	Yes	16	712	728	712	728	0	
32	E5	Yes	32	728	760	728	760	0	
33	E6	Yes	16	760	776	760	776	0	▼

34	E7	Yes	32	776	808	776	808	0
35	F	no	108	808	916	862	970	54
36	F1	Yes	32	808	840	808	840	0
37	F2	Yes	22	840	862	840	862	0
38	F3	Yes	54	862	916	862	916	0
39	H	Yes	54	916	970	916	970	0
40	H1	Yes	19	916	935	916	935	0
41	H2	Yes	35	935	970	935	970	0
	Project	Completion	Time	=	970	days		
	Number of	Critical	Path(s)	=	2			

Commentaire sur le tableau :

Dans le tableau ci –dessus on remarque qu’il ya deux chemins critiques, mais en réalité il ya **un seul chemin critique**. L’explication de cela est que la tâche principale (Environnementale H) contient en elle-même deux sous tâches H1, H2 et le logiciel WIN QSB ne fait pas la différence entre la tâche principale et les sous tâches.

III.5 Indiqué le chemin critique du projet :

On représente le chemin critique dans le tableau suivant :

Tableau numéro 9

Les tâches	codage	Durée
Laboratoire	A1	16
Centrale à béton	A2	32
Atelier de préfabrication ouvrage d’arts	A3	41
Atelier de fabrication des traverses	A4	49
Électrique	A5	8
Gaz	A6	8
Zone d’Emprunt	A7	8
Décapage	B1	54

Déblai	B2	54
Remblais	B3	54
Couche de formel	B4	40
Couche de fondation	B5	41
Couche de sous-balast	B6	27
V14- Pont-raille	D1	65
V15-pont raille	D2	43
PI-21 passage inférieurs	D3	43
PS-21 passage supérieurs	D4	43
PF-21 passage la faune	D5	22
La répartition des rails	E1	16
Soudage électrique de rails	E2	32
Implantation de l'axe de la voie	E3	16
Répartition des travers à l'axe de la voie	E4	16
Pose des rails sur les traverses	E5	32
Ballastage de la voie	E6	16
La libération des contraintes	E7	32
Telagh-Voyageurs	F1	32
Moulay-Slissen marchandise	F2	22
Locale technique Merine	F3	54
Préparation du sol	H1	19
Apport et entendu de terre végétale entassé sur place	H2	35

La durée totale du projet

$$\begin{aligned} &= \\ &A_1(16)+A_2(32)+A_3(41)+A_4(49)+A_5(8)+A_6(8)+A_7(8)+B_1(54)+B_2(54)+B_3(54) \\ &+B_4(40)+B_5(41)+B_6(27)+D_1(65)+D_2(43)+D_3(43)+D_4(43)+D_5(22)+E_1(16) \\ &+E_2(32)+E_3(16)+E_4(16)+E_5(32)+E_6(16)+E_7(32)+F_1(32)+F_2(22)+F_3(54)+H_1 \\ &(19)+H_2(35)=970. \end{aligned}$$

On applique les mêmes étapes précédentes sur la méthode (PERT), la seule différence c'est qu'on ajoute les 3 temps du PERT probabiliste (Optimiste, Moyen, Pessimiste). Et on choisit à nouveau la méthode de solution PERT.

6. En cliquant sur « Probabilistic PERT »

Problem Specification

Problem Title chemin critique

Number of Activities: 41

Time Unit: day

Problem Type

- Deterministic CPM
- Probabilistic PERT

Select CPM Data Field

- Normal Time
- Crash Time
- Normal Cost
- Crash Cost
- Actual Cost
- Percent Complete

Data Entry Format

- Spreadsheet
- Graphic Model

Activity Time Distribution:
3-Time estimate
Choose Activity Time Distribution

OK Cancel Help

7. On résulte le tableau suivant :

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		160	162	164
2	A1		12	16	20
3	A2	A1	28	32	36
4	A3	A2	37	41	45
5	A4	A3	47	48	55
6	A5	A4	7	8	9
7	A6	A5	7	8	9
8	A7	A6	6	7	14
9	B	A7	264	269	280
10	B1	A7	52	54	56
11	B2	B1	52	54	56
12	B3	B2	52	54	56
13	B4	B3	35	39	49
14	B5	B4	38	41	44
15	B6	B5	22	26	36
16	C	D5	105	108	111
17	C1	D5	10	11	12
18	C2	C1	47	48	55
19	C3	C2	33	35	43
20	C4	C3	10	11	12
21	D	B6	212	216	220
22	D1	B6	61	64	73
23	D2	D1	41	43	45
24	D3	D2	42	43	44
25	D4	D3	40	43	46
26	D5	D4	19	21	29
27	E	D5	158	161	170
28	E1	D5	12	16	20
29	E2	E1	30	32	34
30	E3	E2	13	16	19
31	E4	E3	14	16	18
32	E5	E4	28	31	40
33	E6	E5	12	16	20
34	E7	E6	29	31	39
35	F	E7	106	108	110
36	F1	E7	28	31	40
37	F2	F1	19	21	29
38	F3	F2	50	53	62
39	H	F3	51	53	61
40	H1	F3	16	18	26
41	H2	H1	32	34	42

8. Après la saisit des différent temps ont clique à nouveau sur « Solve And analyze » on choisit « solve critical path ».

06-27-2013 21:24:40	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	no	162	0	162	808	970	808	3-Time estimate	0,6667
2	A1	Yes	16	0	16	0	16	0	3-Time estimate	1,3333
3	A2	Yes	32	16	48	16	48	0	3-Time estimate	1,3333
4	A3	Yes	41	48	89	48	89	0	3-Time estimate	1,3333
5	A4	Yes	49	89	138	89	138	0	3-Time estimate	1,3333
6	A5	Yes	8	138	146	138	146	0	3-Time estimate	0,3333
7	A6	Yes	8	146	154	146	154	0	3-Time estimate	0,3333
8	A7	Yes	8	154	162	154	162	0	3-Time estimate	1,3333
9	B	no	270	162	432	700	970	538	3-Time estimate	2,6667
10	B1	Yes	54	162	216	162	216	0	3-Time estimate	0,6667
11	B2	Yes	54	216	270	216	270	0	3-Time estimate	0,6667
12	B3	Yes	54	270	324	270	324	0	3-Time estimate	0,6667
13	B4	Yes	40	324	364	324	364	0	3-Time estimate	2,3333
14	B5	Yes	41	364	405	364	405	0	3-Time estimate	1
15	B6	Yes	27	405	432	405	432	0	3-Time estimate	2,3333
16	C	no	108	648	756	862	970	214	3-Time estimate	1
17	C1	no	11	648	659	863	874	215	3-Time estimate	0,3333
18	C2	no	49	659	708	874	923	215	3-Time estimate	1,3333
19	C3	no	36	708	744	923	959	215	3-Time estimate	1,6667
20	C4	no	11	744	755	959	970	215	3-Time estimate	0,3333
21	D	no	216	432	648	754	970	322	3-Time estimate	1,3333
22	D1	Yes	65	432	497	432	497	0	3-Time estimate	2
23	D2	Yes	43	497	540	497	540	0	3-Time estimate	0,6667
24	D3	Yes	43	540	583	540	583	0	3-Time estimate	0,3333
25	D4	Yes	43	583	626	583	626	0	3-Time estimate	1
26	D5	Yes	22	626	648	626	648	0	3-Time estimate	1,6667
27	E	no	162	648	810	808	970	160	3-Time estimate	2
28	E1	Yes	16	648	664	648	664	0	3-Time estimate	1,3333
29	E2	Yes	32	664	696	664	696	0	3-Time estimate	0,6667
30	E3	Yes	16	696	712	696	712	0	3-Time estimate	1
31	E4	Yes	16	712	728	712	728	0	3-Time estimate	0,6667
32	E5	Yes	32	728	760	728	760	0	3-Time estimate	2
33	E6	Yes	16	760	776	760	776	0	3-Time estimate	1,3333
34	E7	Yes	32	776	808	776	808	0	3-Time estimate	1,6667
35	F	no	108	808	916	862	970	54	3-Time estimate	0,6667
36	F1	Yes	32	808	840	808	840	0	3-Time estimate	2
37	F2	Yes	22	840	862	840	862	0	3-Time estimate	1,6667
38	F3	Yes	54	862	916	862	916	0	3-Time estimate	2
39	H	Yes	54	916	970	916	970	0	3-Time estimate	1,6667
40	H1	Yes	19	916	935	916	935	0	3-Time estimate	1,6667
41	H2	Yes	35	935	970	935	970	0	3-Time estimate	1,6667
	Project Completion Time		=	970	days					
	Number of Critical Path(s)		=	2						

Commentaires sur le tableau :

En appliquant la méthode PERT probabiliste, on a trouvé le même chemin critique précédent, ce qui explique qu'il n'y a pas une différence entre la méthode PERT et la méthode CPM. La Seule différence c'est que la méthode PERT Probabiliste peut calculer la probabilité de la réalisation du projet, de la manière suivante :

1. On détermine le chemin critique qu'on a trouvé
2. On calcule l'écart type des tâches critiques :

$$V_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i - O_i}{6} \right)$$

3. On calcule Z qui est la possibilité de réaliser le projet :

$$Z = \frac{X - M}{V}$$

Alors on a :

M=970(la durée du chemin critique)

V=38.33

X=1080(le temps prévu par ASTALDI)

$$Z = \frac{1080 - 970}{38.33}$$

$$z = 2.8$$

La probabilité de terminer le projet en 1080 jours est de 99% d'après le tableau de la loi normale : {0.00, 2.8}=0.9974

Conclusion :

On conclut dans ce chapitre qu'en appliquant les deux méthodes (CPM, PERT), la durée du projet a diminué de 1080 jours (la durée estimée par l'entreprise ASTALDI) à 970 jours ; Ce qui veut dire que l'entreprise ASTALDI, à un retard de 110 jours (3 mois). Cette différence de temps peut être évaluée par des dépenses en plus.

Conclusion général

Vu l'énorme importance du projet au temps actuel, ce dernier est devenue l'un des outils clés pour tout investissement privé ou public.

Cependant, tout projet est lié à un ensemble d'objectifs qu'on doit réaliser selon des tâches déterminées, dont la fiabilité dépend d'un ordonnancement parfait, à savoir utiliser les méthodes PERT et CPM qui nous aide à trouver le chemin critique du projet.

Résumé :

Les projets dans tous leurs types sont considérés comme des outils importants pour le secteur privé et le secteur public, où ce dernier aide au développement et à l'augmentation de la productivité. Pour la réussite de tout projet, il faut un fiable management des projets, et une bonne planification, car ce dernier est important dans tout projet. Et pour cela il était impératif aux responsables de trouver de nouvelles façons et procédures qui leur permettent de réaliser le projet avec peu de charge et dans les délais prévus. La planification et le suivi sont l'une des phases importantes parce que cette dernière englobe plusieurs techniques utiles qui aident dans l'ordonnancement et le calcul du temps des activités. Parmi ces techniques utilisées, les techniques (PERT, CPM, MPM) qui sont considérées parmi l'une des plus importants usages de la théorie des graphes.

Donc le but de ce travail est de connaître l'efficacité de ces méthodes dans la réduction du temps et surtout trouver le chemin critique.

Les mots clés :

Le projet, management des projets, la théorie des graphes, l'ordonnancement, les techniques (PERT, CPM, MPM).

الملخص

تعتبر المشاريع بكافة انواعها من أهم الوسائل المستعملة من طرف الجهات الخاصة و العامة بحيث ان هذا الاخير يساعدها على النمو و رفع من إنتاجيتها. ولنجاح أي مشروع يجب ان تكون هناك ادارة مشاريع فعالة و تخطيط جيد اذ يعتبر هذا الأخير من أهم المراحل في دورة حياة المشروع مما أدى الى دفع المسيرين لإيجاد طرق و اساليب جديدة تمكنهم من انجاز المشروع بأقل تكلفة و في وقت محدود. تتضمن عملية التخطيط و المتابعة عدة طرق و تقنيات تساعد في حساب ازمنا النشاط و من بينها تقنيات CPM/PERT/MPM التي تعد من أهم استخدامات نظرية الشبكات .

و بالتالي يكون الهدف من عملنا هو معرفة مدى فعالية استعمال هذه التقنيات CPM/PERT/MPM في تخفيض الوقت وبالأخص ايجاد المسار الحرج.

الكلمات المفتاحية

المشروع ، ادارة المشروع ، نظرية الشبكات ، ترتيب الأنشطة تقنيات CPM/PERT/MPM

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Sommaire	I
Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures	V
Liste des abréviations.....	VII
Introduction générale	A
Chapitre I : Généralités sur le projet et l’ordonnancement.....	01
Section 1 :.....	02
1.1 Définition du projet.....	02
1.2 Définition du sous-projet.....	04
1.3 Les types de projets.....	06
1.4 Les entrées et la sorties d’un projet (IN PUTS and OUT PUTS).....	08
1.5 Les caractéristiques d’un projet.....	10
1.6 Les phases d’un projet.....	13
1.7 Les principaux acteurs du projet.....	16
1.8 Les objectifs du projet	19
Section 2 :.....	20
2.1 Le management de projet	20
2.2 Les caractéristiques du management de projet	21
2.3 L’ordonnancement fonction de productivité.....	21



2.4	Définition d'un problème d'ordonnancement.....	22
2.5	Les 5 niveaux de l'ordonnancement	23
2.6	L'optimisation du système d'ordonnancement.....	24
	Conclusion du chapitre I.....	25
	Chapitre II : Les méthodes d'ordonnements	26
	Section 1 :.....	26
1.1	Le processus de l'ordonnement de projet	27
1.2	D'autres structures d'organigrammes	28
1.3	Jalonnement des activités	28
1.4	Outils et méthodes de jalonnement des activités.....	29
1.5	Estimation de la durée des activités :.....	30
1.6	Les méthodes d'estimation (des durées des tâches)	30
	Section 2 :.....	31
2.1	L'historique des méthodes d'ordonnement	31
2.2	Représentation de la méthode PERT	32
2.3	Les types de représentation dans les réseaux PERT	35
2.4	Méthodologie de construction d'un réseau PERT	39
2.5	La notion de chemin critique et la méthode de calcul	42
2.6	Caractérisation des différents types de marges	44
2.8	Représentation de la méthode MPM	48
2.9	Représentations de la méthode CPM	51
	Conclusion du chapitre II.....	53

Chapitre III : Etudes de projet ferroviaire Moulay-Slissen ASTALDI

III.1 Présentation du projet.....	54
III.2 Organisations du chantier	54
III.3 La fiche Technique du projet.....	55
III.4 Définir le logiciel WIN QSB.....	61
III.5 Indiqué le chemin critique du projet ASTALDI.....	65
III.6 Le réseaux CPM.....	68
Concluions du Chapitre III.....	75
Conclusion général.....	76
Bibliographie.....	77
Liste des annexes	79

Liste des tableaux :

Numéro tableaux	Le titre des tableaux	La page
Tableau1	La différence entre le projet principal et des sous-projets	5
Tableau2	les tâches principales du projet	57
Tableau3	les coûts des tâches principaux	57
Tableau 4	les ressources effectuées dans lot de Telaghe	58
Tableau5	Personnel mobilisé sur chantier	58
Tableau6	Matériel mobilisé	58
Tableau7	Approvisionnement	59
Tableau8	les sous-tâches	59
Tableau 9	les tâches critiques du projet	65

Liste des abréviations

M.P.M :

« Méthodes des Potentiels Métra »

P.E.R.T :

« Programmes Evaluation and Review Techniques »

C.P.M :

« Critical Path Method »

Bibliographie :

Les ouvrages en Français :

1. Henri Pierre Maders ,EtienneClet « comment manager un projet édition d'organisation » Paris ,2em tirage , 2003.
2. Henry Provest « la conduit de projet », les éditions du moniteur, Parie, 1984.
3. Kamel Hamedi, « analyse des projets et leur financement », imprimerie, es-Salem, Alger, 2000
4. Pr. Charles Debash « L'exique politique » ,7éme édition Dalloz, Paris, 2001.
5. « Dictionnaire de management de projet, » 3em Édition, Paris AFNOR ,1996.
6. I.Chvidechenko et Chevalier « gestion des grands projets », paris, cépadus, 1991.
7. Henri Georges Minyem, « De l'ingénierie d'affaires au management du projets », édition d'organisation Eyrolles, Paris.
8. Paul Lambert, « la fonction ordonnancement », l'édition d'organisation, paris, 1975.
9. Pierre Lauzel, « lexique de la gestion », entreprise moderne d'édition, Pari, 1990.
10. A. Battersby « Méthodes modernes d'ordonnancement », les éditions Dunod, Paris, 1967.
11. Muller.P, « Initiation à l'organisation et à la recherche opérationnelle », 2^{ème} édition, Eyrolles édition, Parie, 1965.

قائمة المراجع باللغة العربية

1. وليم دنكان, دليل إدارة المشروعات , ترجمة عبيد الحكيم أحمد الخزامي, الطبعة الأولى , دار الفجر للنشر و التوزيع, القاهرة, 2000.
2. د. حسن إبراهيم بلوط, ادارة المشاريع و دراسة جدواها الاقتصادية , دار النهضة العربية , بيروت , لبنان , 2006.
3. تريفير يونغ, كيف تنمي قدرتك على ادارة المشاريع , ترجمة سامي تيسير, انترناشونال, أيديز هوم أنكوروبوريتد, السعودية- الرياض ، 1997 .
4. تريفور ل . يونغ، المرجع في إدارة المشروعات، ترجمة بهاء شاهين، الطبعة الأولى ، مجموعة النيل العربية، 2005 .
5. د، سعد صادق، إدارة المشروعات، الدار الجامعية، القاهرة، 2002
6. د. مؤيد الفضل د. محمود العبيدي, إدارة المشاريع كمنهج كمي , الطبعة الأولى , دار الوراق النشر, عمان-الأردن, 2005.

Site internet :

1. ([www.180-360](http://www.180-360.net)) net. Des idées à la carte

Liste des figures :

Numéro de figure	Le titre des figures	La page
Figure 1	Le projet comme système (modèle ICOM)	9
Figure 2	la combinaison optimale du projet	11
Figure 3	le cycle d'un projet	12
Figure 4	les grandes phases d'un projet	15
Figure 5	les intervenants du projet (acteurs du projet)	18
Figure 6	la complémentarité des objectifs	20
Figure7	L'organigramme technique du projet	27
Figure 8	les éléments d'un graphe	33
Figure 9	Représentation correcte d'une tâche	34
Figure 10	représentation d'un exemple PERT	34
Figure 11	représentation d'une tâche fictive dans le réseau PERT	35
Figure12	représentation d'une tâche qui suit une autre	35
Figure 13	représentation des tâches successives	36
Figure14	représentation des tâches simultanées	36
Figure 15	représentation des tâches convergentes	36
Figure 16	représentation correcte d'un exemple des tâches simultanées	37
Figure 17	représentation correcte d'un exemple des tâches convergentes	38

Figure 18	représentation d'un problème de dépendance	38
Figure 19	représentation correcte du problème de dépendance	39
Figure 20	la représentation graphique des différents temps « distribution Beta »	40
Figures 21, 22	Représentation graphique du calcul du chemin critique Max	43
Figure 23,24	Représentation graphique du calcul du chemin critique Min	44
Figure 25	relation entre coût et temps	47
Figure 26,27	La différence entre un réseau PERT et un réseau MPM	50
Figure 28 ,29	représentation d'une tâche MPM	50
Figure 30, 31,32	Représentation de différents exemples de la MPM	51
Figure 33	Représentation de la CPM	52