

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MINIER

Projet de Fin d'Etudes

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

THEME

APPLICATION DE LA METHODE P.E.R.T
A L'EXECUTION D'UN TRONÇON DU METRO
D'ALGER
(CAS LOT 7)

3 DISQUETTES

PROPOSÉ PAR :

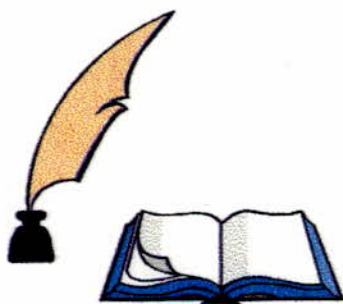
ETUDIÉ PAR :

DIRIGÉ PAR :

Dr A.AIT YAHIATENE

Melle DERRICHE KARIMA

Dr A.AIT YAHIATENE



Promotion 1998

E . N . P 10, Avenue HASSEN BADI EL-HARRACH ALGER

D E D I C A C E

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

- A ma mère **Yamna** pour avoir sacrifié pour mes études son bonheur et parfois sa santé.
- A ma sœur **Souad** pour avoir à maintes reprises et plusieurs fois fait fi de sa situation au profit de la mienne par son aide constante dans la poursuite de mes études et la réalisation du présent projet.
- A mes sœurs **Samia, Hayet** et son mari **Amor** lesquels n'ont failli en aucun moment à mon soutien multiforme d'outre - mer.
- A mon frère **Fethi** lequel nonobstant son jeune âge a su parfois être le seul et unique chef de famille par ses conseils et recommandations à tous.
- A mes petites-nièces **Oriane** et **Alicia** pour leur gentillesse et leur sagesse envers moi en dépit de leur jeune âge ; à chaque fois que je m'isolai pour travailler et quelles me rejoignaient, ainsi que mes petits - neveux **Wassil** et **Yaniss**.
- A mes chers amis en particulier **Imen**

REMERCIEMENTS



Ce projet est un hommage à :

- M^r AIT YAHIATENE Mon Promoteur.
- M^{me} CHABOU chef de département.
- Tous les enseignants du département Génie Minier.

Qui ont assumé avec abnégation, dévouement et désintéressement leurs responsabilités d'enseignant et de messenger de la science, du savoir - faire et du devenir de la jeunesse. Particulièrement en cette douloureuse période de crise multiforme heureusement passagère.

L'exemple de leur vaste culture, de leur compétence professionnelle, de leur haute conscience et de leur grande modestie demeure bien vivant en moi.

Que tous ceux qui, par leur amitié leur aide et leur confiance, m'ont permis de réaliser ce travail, trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Ma reconnaissance va en particulier à :

- M^r MEROUCHE Directeur de Projet Métro d'Alger COSIDER.
- M^r ZENDAOUI Directeur adjoint de l'entreprise du Métro d'Alger.
- M^r DAOUDI Directeur des R.H FERPHOS.
- M^r KHALASSI C.N.A.T.
- M^r BOUGUEROUA Responsable Technique COSIDER
- M^r SAADA Responsable Etude COSIDER

Puissent-ils trouver dans ce travail l'expression de la fierté que je ressens d'avoir fait partie de leur collectif.

Ma reconnaissance s'adresse également à :

- M^r ADRROUCHE Entreprise du Métro d'Alger.
- M^r BENKOUSSAS ENP
- M^{elle} TACHRIFT FIDEL
- M^{elle} AKTOUF Ministère de l'équipement

Pour avoir rendu possible la réalisation et la mise à disposition des utilisateurs du présent projet.

المكتبة — المكتبة
BIBLIOTHEQUE —
Ecole Nationale Polytechnique

Remerciement Spécial

*JE TIENS À REMERCIER VIVEMENT
L'ENSEMBLE DES MEMBRES DE JURY
QUI ACCEPTERONT DE JUGER CE MODESTE
TRAVAIL*

SOMMAIRE



Introduction	1
Première partie	
Chapitre I : L'ordonnancement	
Introduction	4
I.1 Les Méthodes d'ordonnancement.....	5
Chapitre II : Présentation de la méthode P.E.R.T	
II.1 Définition.....	8
II.2 Objectifs.....	8
II.3 Terminologie.....	8
II.4 Principes de la méthode P.E.R.T.....	11
II.4.1 Analyse du projet.....	11
II.4.2 L'introduction des temps.....	13
II.4.3 L'élaboration d'un ordonnancement.....	13
II.4.4 Le contrôle.....	14
II.4.5 Emploi des ordinateurs.....	16
Chapitre III : Présentation de Microsoft Project	
III.1 Système d'information d'un projet.....	18
III.2 Fonctionnalités de MS project.....	19
III.3 Les écrans de MS project.....	20
III.4 Les étapes de la gestion de MS project.....	22
Deuxième partie	
Chapitre IV: Présentation du projet du métro d'Alger	
Introduction.....	30
IV.1 Condition géologique.....	30
IV.2 Hydrogéologie.....	34
IV.3 Sismicité du site.....	34
IV.4 Méthode actuelle d'exécution.....	35
Chapitre V: L'analyse du projet métro d'Alger	
L'analyse du projet.....	40
Conclusion	49
Bibliographie	

ERATA

**Pour pouvoir consulter les disquettes fournies,
avec le mémoire il est indispensable d'installer
le Microsoft Project 98 et les décompresser
avec le RAR parce que les fichiers sont très
volumineux**

Lexique



D.S.S : Demi section supérieure.

D.S.I : Demi section inférieure.

Radier : partie inférieure de la structure du tunnel (bétonnée à part).

Voûte : Partie supérieure de la structure du tunnel (bétonnée à part)

Décousu : En général c'est la distance qui ^{sépare} deux phase d'exécution du tunnel, par exemple creusement D.S.S / creusement D.S.I ; creusement D.S.I/ bétonnage radier / voûte.

Travée : Distance entre deux cintres de soutènement, cette partie est comblée avec du treillis soudés et béton projeté.

المدسة الوطنفة المتمددة التففنفةات
BIBLIOTHEQUE — المككففة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Alger ; capitale administrative et économique du pays enregistre un taux de croissance excessif en matière d'habitants, d'ou les cruciaux problèmes et difficultés de circulation et de moyens de transport collectif.

L'analyse de l'ensemble des moyens existants d'une part et la demande excessive d'autre part ; révèle un état critique de la situation en matière transport. Les cadences sont telles que seul, un moyen d'envergure et de grande capacité pourrait les résorber, ou au moins les atténuer. C'est dans cet et objectif d'esprit qu'est né le Métro d'Alger.

L'aménagement de cet efficace réseau de transport assurera le déplacement aisé de masse importante de passagers comporte trois lignes, à savoir : (Fig. 1).

LIGNE N°1 Ain -Allah vers Gué de Constantine;

LIGNE N°2 Tafourah - Grande poste vers Bâb - Ezzouar ;

LIGNE N°3 Hussein - Dey vers zone nouvelle du sud - Ouest.

La réalisation du Métro d'Alger est délicate compte tenu de la topographie et des formations géologiques nécessitant une technologie de creusement appropriée.

Pour atteindre l' objectif qui consiste en la réalisation de chacune des lignes citées précédemment et qui sont formées d'un ensemble de tronçons se reliant entre eux par des inters stations, et afin d'assurer un niveau supérieur de réalisation et d'exploitation tout en cherchant à minimiser les dépenses matérielles et financières, la méthode **P.E.R..T** est préconisée.

Le présent projet est consacré aux problèmes de détermination d'un calendrier réalisable pour l'exécution des nombreuses taches soumises à diverses contraintes (potentielles, cumulatives) dont l'objectif est la réalisation d'un tronçon de la première ligne (Annexe A) par la méthode **P.E.R..T** . A cet effet il est indispensable de définir et démontrer l'importance de l'ordonnancement du projet pour une réalisation dans les meilleurs délais.

PREMIERE PARTIE

Chapitre I

INTRODUCTON:

Les graphes sont des êtres mathématiques dont la théorie permet l'étude des relations entre les éléments d'un ensemble. Introduit vers 1870 par les pionniers de la combinatoire qui s'appelaient encore géomètres, les graphes sont apparus récemment comme les outils les plus adaptés à certains problèmes d'organisation c'est à dire de l'ordonnancement [1].

L'ordonnancement consiste en un ensemble de décisions que devra prendre le responsable du planning concernant les différentes opérations à mettre en œuvre pour mener à bien un projet et qui a pour but de remplir trois fonctions:

* **Planification:**

- des différentes opérations à réaliser sur la période déterminée,
- des moyens matériels et humains à mettre en œuvre pour réaliser la production ou l'avancement du projet.

* **Exécution:**

- Mise en œuvre des différentes opérations prédéfinies et suivi de ces opérations.

* **Contrôle:**

- comparaison entre planification et exécution,
- calcul des écarts et leur analyse qui peut entraîner des modifications éventuelles au niveau de certaines opérations prédéfinies. Il s'agit donc de déterminer un programme optimal d'utilisation des moyens de production qui nécessite lors de son établissement de tenir compte d'un certain nombre d'éléments auxquels l'entreprise est soumise dans le cadre de sa politique, comme:
 - La minimisation des coûts.
 - La diminution des délais (Temps de réalisation).
 - Le plein d'emploi des ressources [4].

I.1. LES METHODES D'ORDONNANCEMENT: [8]

Les méthodes d'ordonnancement peuvent se regrouper en deux grandes familles selon le principe de base qu'elles utilisent. On distingue d'une part:

- Les méthodes de type diagramme à barres ou diagramme Gantt.
- Les méthodes à chemin critique (P.E.R.T, C.P.M, M.P.M,... etc.).

I.1.1. LES METHODE DE TYPE DIAGRAMME :

LA METHODE GANTT:

C'est une méthode relativement ancienne créée en 1918. Elle consiste à déterminer la manière possible de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter sur une période déterminée en fonction :

- des contraintes d'antériorité entre les différentes tâches,
- des délais à respecter,
- des durées de chacune des tâches,
- des capacités de traitement qui peuvent évoluer en fonction des heures supplémentaire accordées, des investissements réalisés.

Le diagramme de **GANTT** se présente sous la forme d'un tableau quadrillé ou:

- Chaque colonne correspond à une unité de temps.
- Chaque ligne correspond à une opération ou à une tâche à réaliser.

Chaque tâche est représentée par une barre horizontale dont la longueur correspond à la durée de la tâche. Cette barre occupe une place correspondant à la période durant laquelle la tâche doit se dérouler. (Fig. I.1)

La méthode du diagramme de **GANTT** est insuffisante, on lui rapproche essentiellement de ne pas faire apparaître les liaisons qui existent entre les tâches, mais le diagramme de **GANTT** reste toujours un outil très simple à comprendre et à utiliser et avant tout c'est un outil de visualisation.

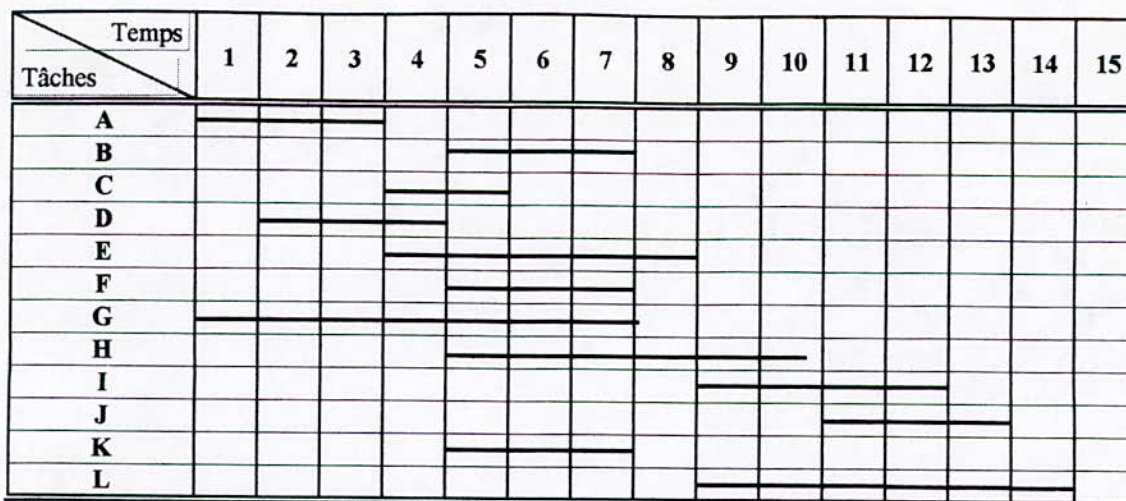


Figure I.1: Diagramme de GANTT.

I.1.2. LES METHODES A CHEMIN CRITIQUE:

La plus ancienne de ces techniques est probablement la **Critical Path Method (C.P.M)** qui date de 1956-57.

La méthode **P.E.R.T, Program Evaluation and Reseach Task**, qui date de 1958. A cette époque la marine américaine devait réaliser dans les meilleurs délais le système d'arme polaris (missiles à longue portée, embarqués dans des sous-marins et dotés d'une ogive nucléaire). Rayburn pensait, en effet, que les problèmes de gestion et d'organisation étaient beaucoup plus importants que les problèmes Techniques.

La méthode **C.P.M** comme la méthode **P.E.R.T** conduisent à des gains importants de temps: deux ans de gagné pour le projet polaris, cinq ans au lieu de sept ans primitivement prévus. Cette méthode s'est ensuite étendue dans l'industrie *Américaine puis l'industrie occidentale*.

A la suite de ces premiers succès, de nombreuses autres méthodes ont été mises au point aux Etats Unis et qui ne sont en fait que des variantes des deux méthodes précédentes.

PREMIERE PARTIE

Chapitre II

II.1. DEFINITION:

La méthode P.E.R.T est constituée par les initiales de **Program Evaluation and Reseach Task**, c'est à dire «Technique d'évaluation et de contrôle des projets ».

La représentation que cette méthode utilisée est celle des graphes ordonnés possédant un sommet initial et un sommet final [10]. Les sommets sont reliés entre eux par des arcs.

II.2. OBJECTIF DE LA METHODE P.E.R.T:

Le **P.E.R.T** est un instrument de direction destiné à définir et coordonner ce qui doit être fait pour atteindre des objectifs fixés et permettre la recherche du meilleur emploi des ressources en temps, en argent et en main d'œuvre. C'est aussi une méthode qui aide à prendre des décisions en attirant l'attention sur des problèmes latents et sur les ajustements possibles qui peuvent faciliter le respect des délais[10].

II.3. TERMINOLOGIE :

Une **OPERATION P.E.R.T** correspond à la réalisation d'une tâche, elle nécessite donc des ressources diverses et consomme en particulier du temps et de la main d'œuvre. Les opérations sont représentées par des flèches dont la longueur n'a pas de signification et n'est donc pas proportionnelle au temps [3].

Une **ETAPE P.E.R.T** marque le début ou la fin d'une OPERATION. Les ETAPES **P.E.R.T** sont de durées nulles, elles ne consomment aucune ressource. Elles doivent cependant correspondre à un état significatif de l'ensemble de travail. Dans un réseau **P.E.R.T**, on peut représenter les ETAPES par des cercles, des ovales, des carrées ou d'autres figures géométriques, au choix [10].

Nous appellerons **TÂCHES** l'ensemble des OPERATIONS effectuées pour que l'objectif fixé soit atteint. Les tâches peuvent être [4] :

- **Successives:** lorsqu'elles se déroulent les unes après les autres, séparées par des étapes.



Figure II.1.

- **Simultanées** : Les tâches sont simultanées lorsque plusieurs d'entre elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape. Elles sont représentées de la manière suivante:

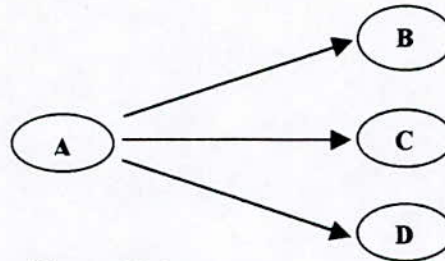


Figure II.2.

- **Les Convergentes** : Les tâches sont convergentes lorsqu'elles aboutissent à une même étape.

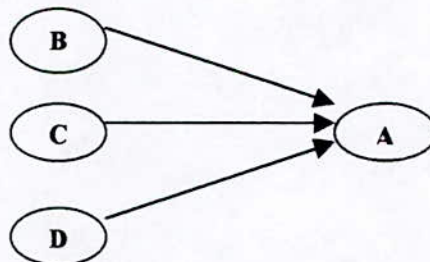


Figure II .3.

On appelle «**une tâche fictive**» une tâche généralement de durée nulle, représentée sur le réseau et permettant de séparer les chronologies entre certaines suites de tâches

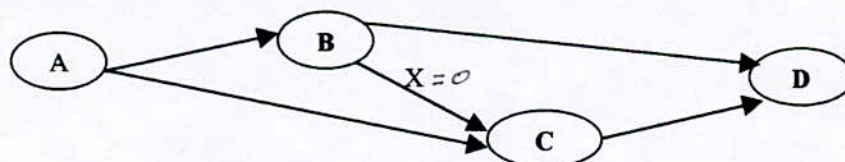


Figure II.4.

Une tâche est caractérisée par les éléments suivants :

- Identité (nom de la tâche).
- Durée estimée.
- Lien avec d'autres tâches du projet.
- Consommation des ressources (matérielles, humaine, financières)

Les ressources peuvent être internes ou externe à l'organisation considérée et sont définies par les caractéristiques suivantes :

- Identité (le nom de la ressource).
- Prix de revient de la ressource.
- Nombre d'unité disponible simultanément pour le projet ou pour un ensemble de projets.

Détermination des " **dates au plus tôt** " et " **dates au plus tard** " [11].

La durée nécessaire à la réalisation de chaque opération étant connue, il est possible de déterminer de proche en proche, à partir de l'étape de début quelle sera la date au plus tôt où l'on atteindra toute étape du réseau **P.E.R.T.**

On effectuera ces calculs à la main directement sur le réseau quand celui-ci n'est pas trop important et on y inscrira les résultats. Pour cela on conviendra, par exemple, de représenter les étapes par un ovale divisé en trois parties. Dans la partie gauche on indiquera le numéro de l'étape, dans la partie supérieure droite figurera la date de réalisation au plus tôt de l'étape et dans la partie inférieure droite la date de réalisation au plus tard. (Fig.II.5)



Figure II.5.

On travaille de gauche à droite en additionnant les durées des tâches les unes aux autres; inversement, une fois fixée la date de fin de l'ensemble des opérations, on peut de proche en proche calculer des dates de déclenchement au plus tard de chaque opération pour déterminer l'ensemble des dates au plus tard. On effectuera donc un calcul semblable à celui des dates au plus tôt, mais en remontant le réseau à partir de l'étape fin.

Détermination du " **flottement** " au niveau de chaque tâche:

On appelle " **flottement** " (battement) d'une étape, le délai existant entre la date au plus tôt et la date au plus tard pour atteindre cette étape. Le battement est toujours défini pour toute étape, il peut être positif, négatif ou nul.

Chemin critique:

On appelle "chemin critique" l'ensemble des tâches, allant du début à la fin du réseau pour lequel les flottements sont les plus faibles.[11]

Les marges : [14]**1. Les Marges Libres d'une Tâche:**

La marge libre est le délai pour lequel on peut retarder une tâche sans retarder aucune autre des tâches qui suivent.

2. Les marges Totales d'une Tâche :

La marge totale d'une tâche correspond au délai dont on peut retarder la tâche sans que la fin du projet soit retardée. L'utilisation de la marge totale d'une tâche peut entraîner l'utilisation de la marge libre ^{des} totale des successeurs et, par ce processus itératif, rendre critiques des tâches qui ne l'étaient pas initialement.

II.4 PRINCIPES DE LA METHODE P.E.R.T: [6]

La méthode **P.E.R.T** s'attache essentiellement à mettre en évidence les liaisons qui existent entre les tâches d'un projet et définir le chemin dit «critique »

Certains nombres d'actions préalables sont nécessaires pour réussir sa mise en œuvre :

II.4.1. L'analyse de projet :**1. Définition de l'objectif, choix du responsable:**

L'objectif doit être fixé par le maître d'œuvre du projet. Lui seul peut savoir à quoi il veut aboutir et c'est lui qui devra constater que les buts choisis sont atteints.

2. L'analyse par groupe de tâches :

Son intérêt principal réside dans la mise en évidence, dès que possible, des difficultés de réalisation et des points critiques.

Si le projet est important et nécessite de prendre en considération un nombre important de tâches, alors, le projet sera décomposé en ses grandes lignes. Celles-ci seront à leur tour décomposées ainsi de suite jusqu'à ce que l'on parvienne au degré de détail souhaité.

Si le projet s'étend sur une longue durée, il n'est pas toujours possible de préciser dès le départ dans le détail les tâches à accomplir vers la fin du projet. Décomposer le projet en plusieurs niveaux permet donc de planifier grossièrement dès le départ l'ensemble du projet, la planification précise portant sur des époques rapprochées. Eventuellement, il pourrait exister un stade intermédiaire de planification au fur et à mesure du déroulement du projet, des informations supplémentaires seront recueillies et on pourra procéder à des analyses de plus en plus détaillées:

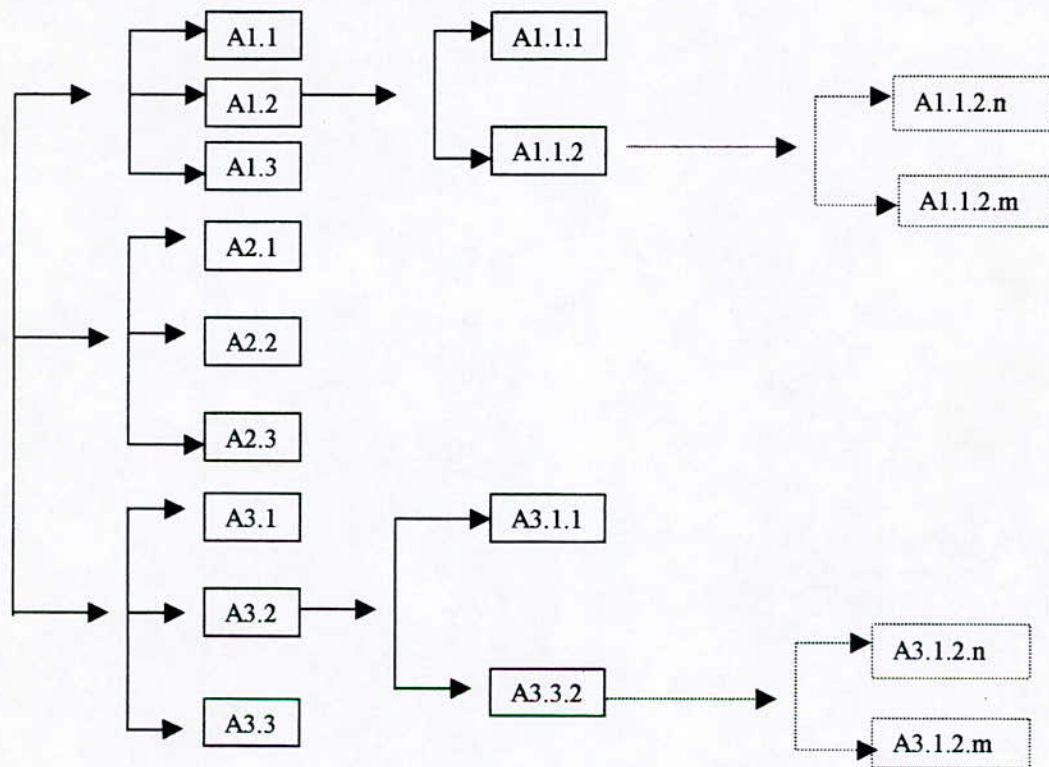


Figure.II.6.

3. Le degré de détail de l'analyse :

Cet aspect du problème est important mais il n'est pas le seul à conditionner la finesse de l'analyse.

4. L'enchaînement des tâches:

Une fois la liste des tâches établie, il faut préciser comment elles se succèdent et sous quelles conditions ces tâches peuvent commencer, ce qui nous permet de faire les liens entre ces différentes opérations.

5. Le dessin du graphe:

Le réseau dessiné présente une vue d'ensemble du projet, on peut regrouper les tâches par grands secteurs d'activités, précisément pour faciliter la consultation pour les différents services exécutants.

II.4.2. L'introduction des temps:

Une fois la liste des tâches arrêtée, le responsable du **P.E.R.T** cherche à déterminer la durée la plus probable de chacune de ces tâches:

- Calculs des dates au plus tôt;
- Calculs des dates au plus tard;
- Le flottement;
- Les marges.

Pour évaluer les durées, une unité de temps doit être fixée; Le choix de cette unité est soumis à des contraintes analogues à celles qui commandent le degré de finesse de l'analyse. L'unité choisie doit être suffisamment petite par rapport à la durée du projet pour permettre une analyse précise.

II.4.3. L'élaboration d'un ordonnancement :

A - L'analyse du chemin critique :

Pour les tâches critiques, il n'y a pas de décision à prendre, puisqu'on ne dispose d'aucune liberté à leur égard : elles doivent commencer et s'achever aux dates prévues. Il est fréquent toutefois que le délai total calculé pour le projet dépasse le délai souhaité par le chef du projet. On doit alors étudier les conditions pour lesquelles ce délai peut être raccourci.

B - Ordonnancement des tâches non critiques :

Pour qu'un ordonnancement complet du projet soit réalisé, les dates de début des tâches non critiques devront être fixées. La méthode **P.E.R.T** ne nous fournit pas le moyen d'ordonnancer complètement le projet, mais en général on utilise la liberté mise en évidence par la méthode **P.E.R.T** pour améliorer la rentabilité du projet, c'est-à-dire, pour en diminuer le coût de chacune des tâches non critique du projet en utilisant des moyens inférieurs à la normale.

Les délais de réalisation s'en trouvent augmentés, mais cela est sans importance tant que les marges ne sont pas absorbées. On peut également chercher à améliorer la productivité en étudiant un ordonnancement qui utilise au mieux les moyens dont dispose l'entreprise; pour cela, on calcul pour diverses hypothèses, le nombre d'ouvriers utilisés par période. En fin de compte, on retient l'hypothèse la plus favorable.

II.4.4. Le contrôle :

1. Informations et décisions:

Une fois l'ordonnancement du projet réalisé, et donc un calendrier de réalisation adopté, le projet est lancé. Dès lors, un contrôle doit être institué pour vérifier que les décisions prises sont respectées. Comme il n'est pas prudent de penser que des dépassements de délais ne se produiront pas, ou que des difficultés imprévues ne se manifesteront pas, on prévoira également une procédure de révision du projet.

Tout contrôle suppose un double flux d'informations. Le premier issu de l'échelon d'exécution, transite par le groupe **P.E.R.T** qui établit les synthèses nécessaires à l'intention de l'échelon de direction. A partir de ces renseignements ou d'informations extérieures, la direction prendra, s'il est nécessaire, des décisions appropriées.

Le deuxième flux d'information, inverse du précédent, a pour fonction de répercuter à l'échelon exécution les nouvelles décisions de la direction. Le groupe **P.E.R.T** calculera à chaque fois les conséquences pour le projet de ces décisions.

2. Organisation du contrôle:

L'expérience des réalisations commande souvent de procéder à des contrôles fréquents au début et à la fin du projet, la période médiane n'étant soumise qu'à des contrôles plus espacés par prudence, on se réserve aussi la possibilité d'effectuer un contrôle extraordinaire à tout moment. Aux dates prévues, les exécutants communiquent au groupe P.E.R.T les renseignements permettant de connaître l'état d'avancement du projet. Ils indiquent :

- Les dates de début ou de fin effectives pour les tâches entreprises ou achevées dans la période précédant le contrôle ;
- Les dates prévues d'achèvement pour les tâches en cours à la date du contrôle ;
- Les observations concernant les écarts constatés par rapport aux prévisions.

Par pointage des dates de début effectives sur les listes de tâches classées par date de début au plutôt ou au plus tard, on contrôle le démarrage des tâches, on contrôle de la même façon leur achèvement par pointage sur les listes de tâches classées par date de fin au plutôt ou au plus tard, permettant de déceler immédiatement les tâches devenues critiques par suite d'un retard.

La comparaison des prévisions avec la réalité, établie à partir de la liste des tâches classées par marges totales croissantes, permet d'étudier l'avancement global du projet.

Les tâches critiques ou quasiment critiques sont rangées en tête. On détecte donc facilement les modifications du chemin critiques, par ailleurs, les différences constatées entre l'ensemble des marges calculées et des marges réelles permet de apprécier l'état d'avancement du projet en terme de retard ou d'avance par rapport aux prévisions.

3. Exploitation des résultats, mise à jour :

A l'aide des renseignements ainsi recueillis, le groupe P.E.R.T met en évidence les écarts entre les prévisions et réalisation et en déduit les conséquences pour le déroulement du projet. Si les écarts constatés ne rendent pas critiques les tâches qu'ils concernent, la direction peut très bien décider de ne rien modifier au projet. Le délai final prévu sera respecté. Si, au contraire, les

écarts concernant des tâches critiques sont trop important pour ne pas bouleverser l'ordonnancement prévu, il convient d'étudier les moyens d'y remédier.

En premier lieu on cherche la raison de tels écarts. Si les tâches concernées ne sont pas achevées ou, si d'autres tâches analogues doivent être accomplies par la suite, on conçoit que l'analyse des causes soit fondamentale.

Dans un deuxième temps on cherche à réduire ce retard. Il s'agit là d'un problème économique : le coût des moyens mobilisés pour le combler est-il acceptable pour l'entreprise.

II.4.5. Emploi des ordinateurs :

1. Critères d'emploi :

L'analyse du projet ainsi que la mise en place d'une organisation rationnelle ne peuvent en aucun cas être effectués par un ordinateur. La partie calcul, ainsi que nous allons le signaler par la suite, consiste uniquement à l'utilisation d'opérations d'addition et de soustraction. L'ordinateur n'est donc utile que lorsque la quantité d'informations à traiter est importante.

La quantité d'informations à traiter dépend évidemment du nombre de tâches du projet. D'autres facteurs sont à prendre en considération. Tout d'abord la complexité du projet, le nombre de types de rapports que l'on veut éditer. Pour chaque type de rapport il sera, en effet, nécessaire de classer les informations concernant le projet selon des critères, et donc dans des ordres différents. On doit aussi considérer la fréquence de contrôle, puisque chaque contrôle est suivi d'une mise à jour qui suppose une ou plusieurs séries de calcul sur les tâches non encore achevées.

2. Travaux effectués par l'ordinateur :

L'ordinateur est susceptible d'accomplir trois types de travaux :

- Dans une certaine mesure, un contrôle des données;
- Les calculs proprement dit;
- L'édition des différents rapports ;

Pour faire exécuter tout ou une partie de ces différents travaux par ordinateurs, des programmes ont été élaborés par la plus part des constructeurs et des firmes de software ainsi que par les principaux utilisateurs ; comme :

- Winproject 4.1.
- MS project 97
- MS project 98

PREMIERE PARTIE

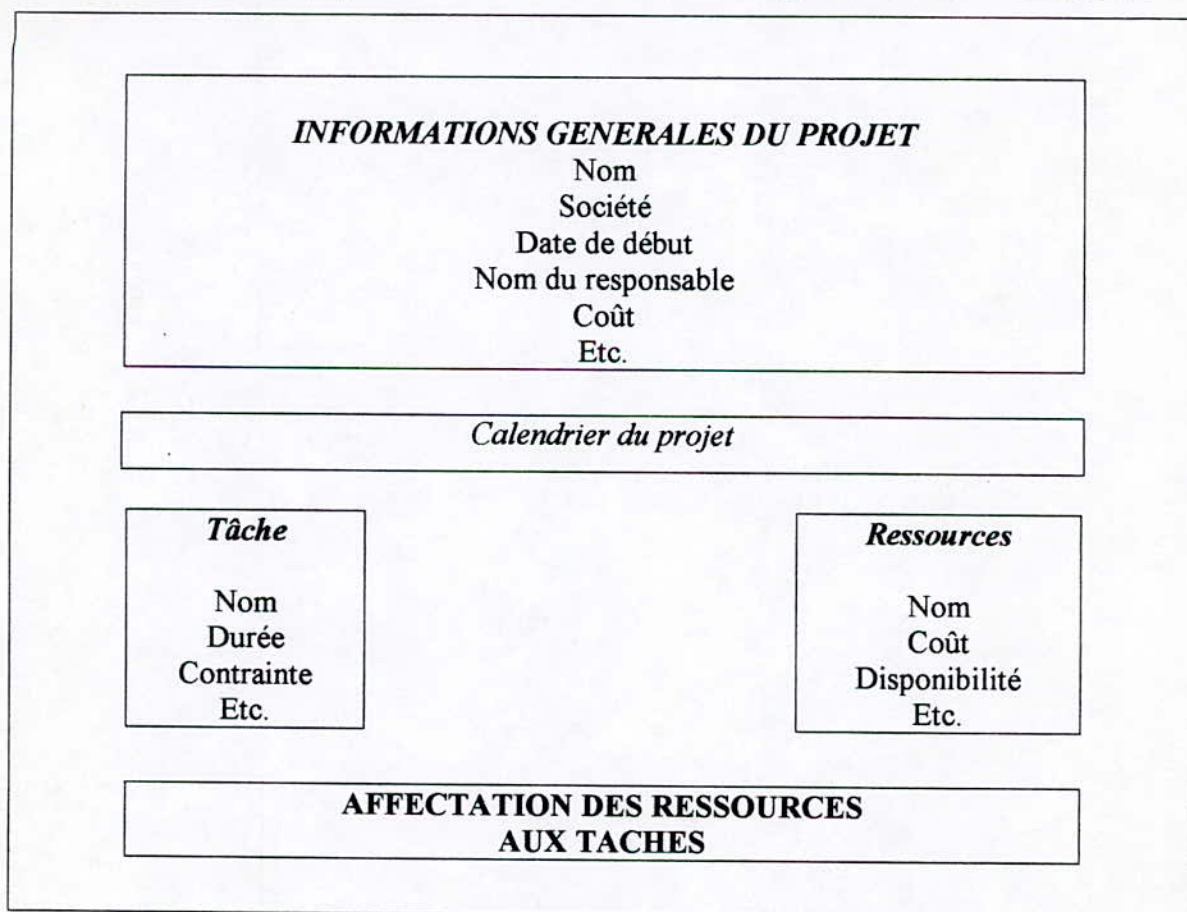
Chapitre III

INTRODUCTION

Microsoft Project 98 est la cinquième version Windows d'un logiciel de gestion de projet qui est devenu le leader mondial de sa catégorie logicielle. La base installée de *Microsoft Project*, qui dépasse largement deux millions d'utilisateurs, se compose d'utilisateurs très divers, du néophyte aux experts de la gestion de projet. Microsoft Project 98 est le résultat d'effort de recherche et de développement énormes visant l'ensemble de cette palette d'utilisateurs, et propose de perfectionnements et des nouveautés fonctionnelles pour tout planificateur. [17]

III.1 SYSTEME D'INFORMATIONS D'UN PROJET [12]

Le logiciel *Microsoft Project* est construit autour d'un système d'informations qui contient la totalité des éléments d'un projet. Le schéma suivant montre l'organisation des informations :



Cette organisation du projet sous forme d'une base de données permet de visualiser le projet sous différentes vues, on parle «*d'affichage*» dans Microsoft Project, et d'effectuer toutes sortes de «*sélections*» notion de table et de filtre.

Une information quelconque du projet, par exemple la durée d'une tâche, est stockée une seule fois et affichée sous forme graphique dans le diagramme de Gantt ou sous la forme d'un nombre

dans un affichage de type tableau ou dans un rapport.

III.2 FONCTIONNALITES DE MICROSOFT PROJECT [13]

Les fonctions de base de Microsoft Project sont les suivantes :

- Planification ;
- Suivi de projet ;
- Visualisation des glissements ;
- Gestion des ressources ;

Microsoft Project autorise la manipulation graphique des données avec la souris (modification de la durée d'une tâche, du pourcentage d'avancement, création de tâche ou de lien...).

A travers d'un ensemble d'affichage, Microsoft Project permet de visualiser n'importe quelle donnée du projet en autorisant un grand nombre de combinaisons.

La gestion des ressources d'un projet ou d'un ensemble de projets peut être rendue beaucoup plus efficace avec l'outil *Microsoft Project*. Différents moyens sont disponibles pour :

- Visualiser la charge de travail des ressources ;
- Surveiller les sous-utilisations et les sur-utilisations ;
- Procéder au lissage pour enlever les sur charges ;
- Suivre le coût ;
- Affecter les ressources aux tâches conformément à la réalité ;
- Temps partiel ;
- Affectation discontinue ;
- Tâche dite permanente ;
- Etc.

Microsoft Project intègre la décomposition structurée du travail grâce aux tâches récapitulatives. La gestion de Projet passe nécessairement par la communication des informations aux différents acteurs du projet.

Microsoft Project dispose de nombreuses possibilités pour fournir de la documentation ; Différents niveaux d'analyse peuvent être obtenus.

Les fonctions multi-projets disponibles permettront de répondre aux besoins du type :

- Partages de ressources entre plusieurs projets.
- Notion de sous- projet ; un projet est défini à l'intérieur d'un autre projet comme macro tâche.

- Liaison entre deux tâches de deux projets différents.

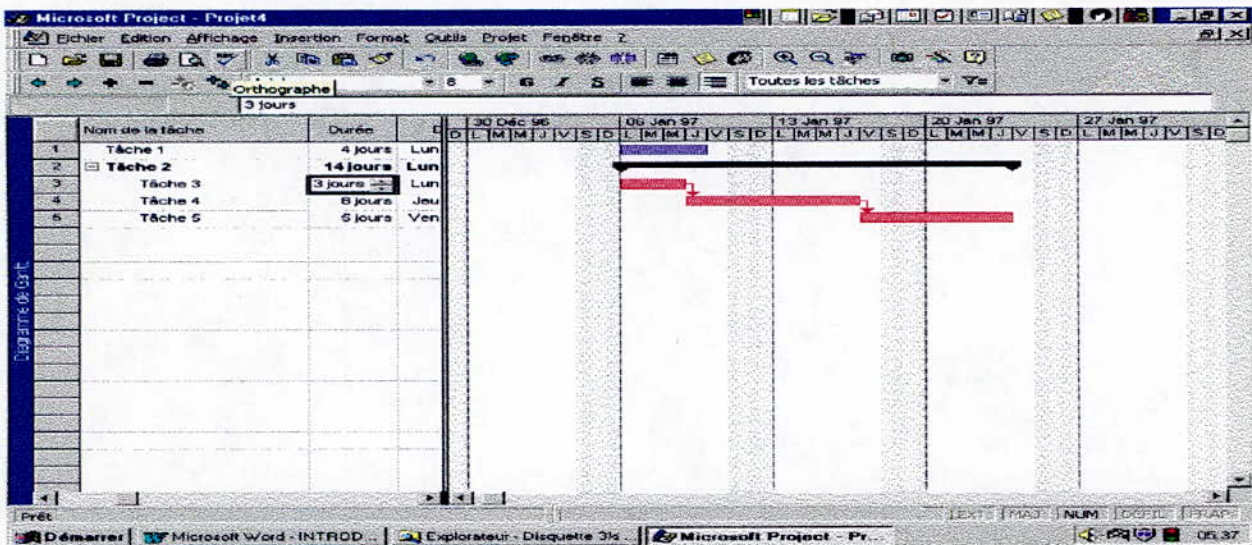
III.3 Les écrans de Microsoft Project :

Microsoft Project dispose de nombreux écrans d'affichage, qui permettent d'examiner le projet sous différents angles. Chaque écran d'affichage présente les données sous la forme d'un tableau ou d'un diagramme, qui peut être personnalisé de manière à mettre en valeur des catégories d'informations particulières sur les tâches ou les ressources.

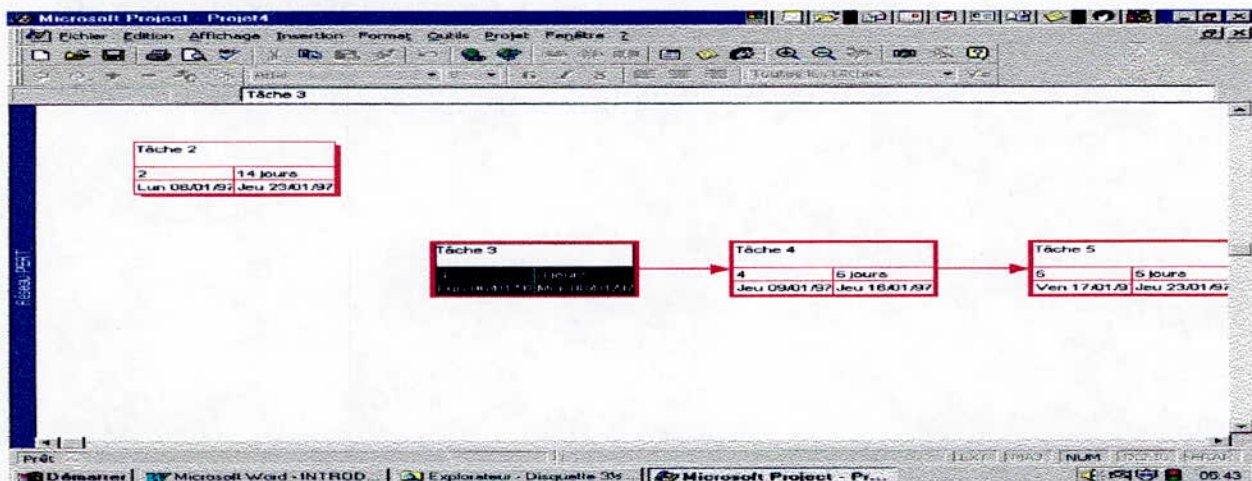
Les affichages standards sont les principaux outils de saisie des informations et d'évaluation des progrès d'un projet. Ils comprennent :

Des diagrammes traditionnels de la gestion de projet :

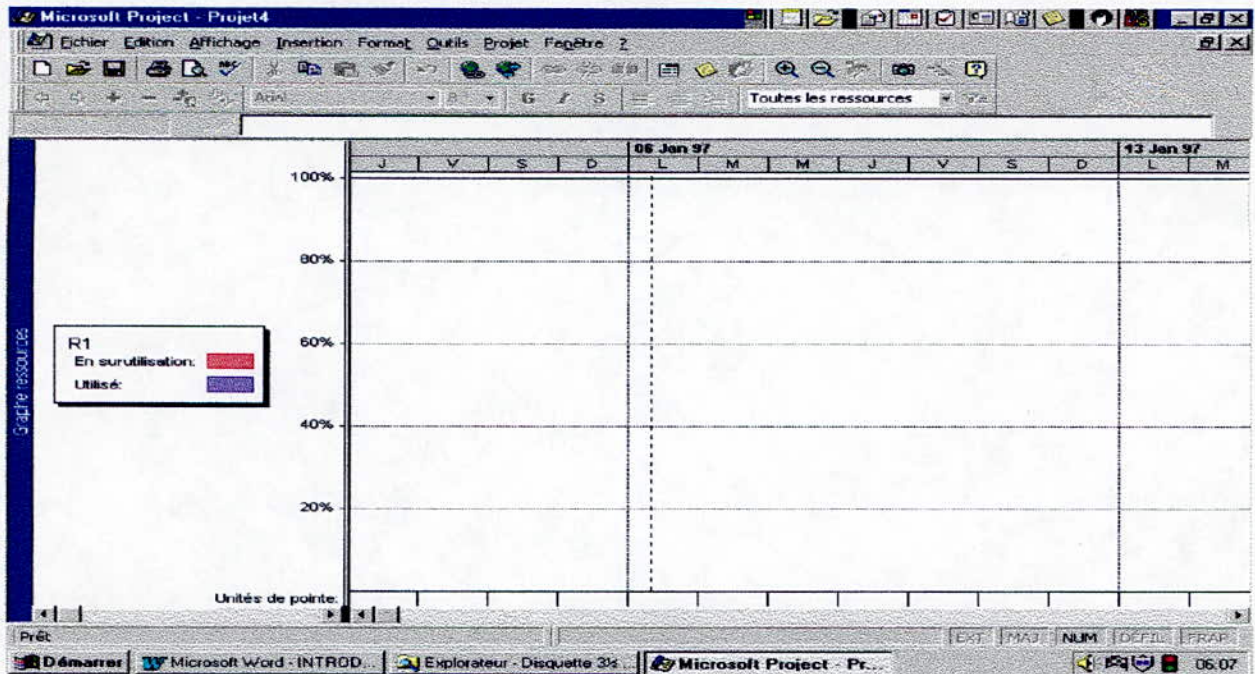
- **Figure III.1 : Diagrammes de Gantt.**



- **Figure III.2 : Réseau PERT.**

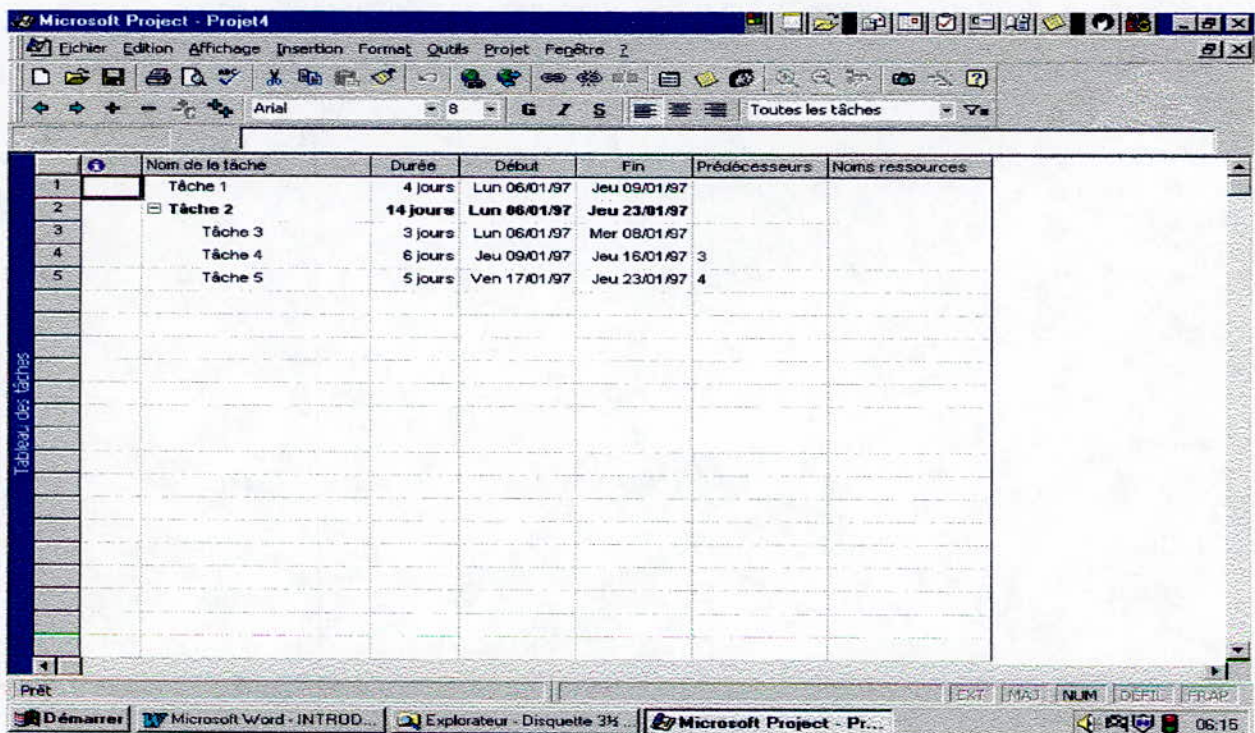


- **Figure III.3** :Histogramme des ressources (graphe des ressources)



Des affichages semblables aux feuilles de calculs (tableurs) :

- **Figure III.4** :Tableau des tâches



- **Figure III.5** : Tableau des ressources

	Nom de la ressource	Initiales	Groupe	Dépendance	Coût standard	Heures sup.	Coût Allocation	Allocation	Calendrier de base	Coût
1	R1	R	Personnel	100%	0.00 DA/hr	0.00 DA/hr	0.00 DA	Proportion	Standard	
2	R2	R	Matériel	200%	0.00 DA/hr	0.00 DA/hr	0.00 DA	Proportion	Standard	
3	R3	R	Personnel	100%	0.00 DA/hr	0.00 DA/hr	0.00 DA	Proportion	Standard	

Des écrans spécifiques pour saisir et /ou modifier les informations relatives aux tâches ou aux ressources :

- Détail des tâches ;
- Détail des ressources ;
- Ecrans de suivi ;
- Etc.

II.I.4 Les étapes de la gestion de projet avec MS PROJECT [15]

II.I .4.1-Calendar du projet : La création d'un nouveau projet nécessite la mise en place d'un calendrier pour ce projet, il existe deux types de calendriers :

II.I .4.1 -a- Calendrier de base : Permet de définir les jours et les heures ouvrables, et les jours chômés du projet. *Microsoft Project* dispose d'un calendrier de base standard, dont les caractéristiques sont les suivants :

- Semaine de jours ouvrables
- Journée de 8heures

Dans le menu «*outils*» la commande «**modifier le temps de travail**» permet de créer, modifier ou copier les spécifications de calendrier.

II.I .4.1-b- Calendrier des ressources : Permet d'ajouter au calendrier de base du projet les exceptions propres à la ressource, il est possible de définir un calendrier propre à chaque ressource pour tenir compte des particularités de celles-ci (formation, horaires particuliers, congés).

La commande «**Modifier le temps de travail**» du menu «*Outils*» permet de définir également le calendrier d'une ressource. Le bouton «*Options*» de la boîte de dialogue «**Modifier le temps**

de travail » ouvre une fenêtre qui permet de spécifier des paramètres globaux concernant le calendrier, et notamment le nombre d'heures par jour et par semaine.

II.I.4.2 Informations générales du projet :

La commande «*Résumé*» du menu «*Fichier* » permet d'indiquer des informations d'ordre générales sur un projet y compris son titre, les dates de début et de fin, le calendrier de projet utilisé, des informations sur la société et des commentaires.

Cette commande ouvre une boîte de dialogue de deux onglets :

Onglet projet : Permet d'indiquer les dates de début et de fin du projet, le calendrier du projet les informations sur les prévisions et les commentaires sont laissés à l'appréciation des utilisateurs.

Onglet document : Indiquer le titre du projet, le sujet, le nom de la société, le responsable les mots clés et les commentaires.

II.I.4.3 Saisie des tâches : L'élaboration du planning du projet consiste à saisir l'ensemble des tâches, la création de ces tâches peut se faire à partir de plusieurs affichages :

- Entrée des tâches
- Tableau des tâches
- Fiche tâche.

Pour visualiser ces affichages il faut activer la commande « Plus d'affichage » du menu « Affichage »

II.I.4.3-1 Manipulation des tâches : des commandes sont disponibles pour ajouter, insérer, copier ou encore déplacer des tâches dans la liste des tâches.

II.I.4.3-2 Enchaînements des tâches : *MS PROJECT* permet de définir et de manipuler les liens entre les tâches de plusieurs manières :

- Avec la souris sur le réseau **P.E.R.T** et sur le diagramme de **GANTT**.
- Sur l'affichage «**Tableau des tâches** » champ «**Prédécesseur** ».
- Sur l'affichage «**Fiche détaillée de la tâche**».
- Commande «**Lier les tâches** » du menu «**Edition** » ou icône de liaison.

II.I.4.3-3 Autres caractéristiques d'une tâche :

- **Type de tâche :** *Ms Project* distingue plusieurs types de tâches :

- **Tâche Récapitulative :** Dans *Ms Project* toute tâche décomposée en sous-tâches est considérée comme une tâche récapitulative. *Ms project* totalise

automatiquement le coût, le travail et la durée d'une tâche récapitulative en fonction des tâches subordonnées.

- **Tâche jalon** : Toute tâche de durée nuls a automatiquement le statut «jalon» (tâche début, tâche fin)
 - **Tâche Marquée** : Ce statut est utilisé pour améliorer la présentation du diagramme de Gantt. Pour attribuer ce statut à une tâche, il faut la créer ou la modifier.
 - **Tâche Répétitive** : Elle est utile pour modéliser des tâches telles que les réunions périodiques et les interventions régulières sur un projet. Il faut pour cela activer la commande «**Insérer une tâche répétitive**» du menu «**Insertion**».
- **Contraintes de localisation temporelle** : Le début de chaque tâche est déterminé automatiquement *par MS Project*, il est possible d'introduire des «**Contraintes**» qui permettent d'indiquer qu'une tâche par exemple ne peut démarrer avant une certaine date. La liste des types de contraintes est la suivante :
- Dès que possible
 - Le plus tard possible
 - Doit commencer le, etc..

La liste de toutes les contraintes peut être consultée à partir de la «**Fiche détaillée de la tâche**».

II.1.4.4 Les ressources d'un projet : La 2^{ème} grande étape dans la mise en place d'un projet, après la création du planning des tâches consiste à définir et à affecter les ressources du projet (Ce sont les ressources correspondant aux effectifs personnels et matériels nécessaires à la réalisation complète de chacune des tâches du projet).

II.I .4.4.1 La saisie des ressources : La saisie des ressources comme la saisie des tâches peut être réalisée à partir de plusieurs écrans :

- Fiche ressource.
- Tableau des ressources.
- Fiche tâche.

II.I .4.4.2 Affectation d'une ressource : Affecter les ressources signifie spécifier l'ensemble de celles-ci nécessaires à l'exécution de chacune des tâches du projet. Il existe plusieurs types d'affectation :

- a- **Affectation standard** : Signifie que la ressource consacre tout son temps à la tâche spécifiée et pendant toute la durée de la tâche, *MS Project* calcule le

travail à réaliser pour les tâches en fonction de sa durée et calcule également le coût engendré par cette affectation.

- b- Affectation à temps partiel :** Ce type d'affectation permet d'indiquer que la ressource ne consacre pas la totalité de sa capacité de travail mais seulement une partie à la tâche considérée. Cette condition est réalisée en indiquant une valeur inférieure à 1 dans le champ «unité» de la «fiche tâche».
- c- Affectation discontinue (non linéaire) :** Signifie que la ressource travaille en plusieurs étapes sur une tâche. En général, elle affecte le chef de chantier.
- d- Affectations de travail supplémentaires :** Il est parfois nécessaire de recourir à cette méthode pour terminer une tâche à temps, un champ est mis à disposition par *MS Project* pour indiquer le nombre d'heures supplémentaires.
- e- Affectation et répartition de travail entre plusieurs ressources :** *MS Project* offre la possibilité d'indiquer pour une tâche le travail à accomplir pour chaque ressource et de calculer automatiquement une répartition de travail fondé sur le nombre d'unités des différentes ressources affectées au projet, cette méthode est essentiellement utilisée pour les ressources humaines.

II.1.4.5 Méthode de prévision : *MS Project* dispose de plusieurs technique de prévision pour déterminer la durée d'exécution des tâches et modéliser le travail des ressources affectées

-Méthode axée sur les ressources.

-Méthode à durée figée.

a) Méthode axée sur les ressources : La durée d'une tâche est fonction du travail accompli par les ressources, ainsi que la date de début et de fin de tâche. Si on augmente le nombre de ressources affectées à la tâche on diminue la durée de celle-ci.

Dans cette méthode la durée d'une tâche est donc fonction de la ou des ressources ayant le plus de travail par unité (durée d'une tâche = max. (Travail)/nombres d'unité.

* - **Modification de la durée :** Si on modifie la durée d'une tâche au cours du projet, *MS Project* recalcule automatiquement la quantité de travail à réaliser (travail = durée de la tâche * nombre d'unités).

* - **Modification du nombre d'unités :** Il est possible de modifier le nombre d'unités affectées à la ressource au cours du projet, la durée de la tâche est recalculée automatiquement (durée de la tâche =travail / nombres d'unités).

* -**Modification du travail :** Le champ travail peut également être modifié.

Dans ce cas la durée de la tâche est recalculée par la même formule que précédemment.

b) Méthode à durée figée : Dans cette méthode la durée d'une tâche est indépendante du travail effectué par les ressources, dans ce cas la charge de travail est calculée par la formule : charge de travail = unité * durée * heures /jours.

* - **Modification du travail :** cela n'entraîne pas une modification de la durée mais peut déboucher sur-utilisation des ressources.

* - **Modification du nombre d'unités :** Le fait de modifier le nombre d'unités pour les ressources entraîne le recalcul de la charge de travail pour ces ressources (travail = durée de la tâche * nombre d'unités).

II .I.4.6 Audit et résolution de conflits de ressources : L'audit est un outil mis à disposition par *MS Project* qui permet de détecter dans un premier temps, et de résoudre dans un 2ème les problèmes de sur-utilisation des ressources.

Un problème de sur-utilisation intervient lorsque l'affectation d'une ressource en terme d'unité est supérieure à la capacité maximale disponible. *MS Project* détecte les ressources sur-utilisées et affiche un message sur la barre d'état pour avertir le gestionnaire de projet. L'outil d'audit de *MS Project* permet de trouver des réponses lorsque le gestionnaire de projet se trouve confronté à un problème de sur-utilisation. L'audit peut être automatiquement c'est à dire lancé par *MS Project* dès qu'un problème de sur-utilisation survient ou effectuer sur ordre du gestionnaire, *MS Project* tente de trouver une solution pour absorber la sur-utilisation et affiche un message sur l'écran si aucune solution n'est trouvée. L'audit déplace des tâches en leur appliquant un retard (modifie les dates de débuts prévus), les retards générés par un audit peuvent être annulés par la commande «Supprimer audit ».

II .I .4.7 Suivi du projet : La création de prévisions ne représente que la 1ère étape de la gestion d'un projet, *MS Project* nous permet également de suivre son avancement. Le suivi de l'avancement du projet présente plusieurs avantages, parmi lesquels :

* - L'identification et la résolution des problèmes dès leur apparition.

La production de comptes rendus à l'intention de la direction et des participants au projet *MS Project* permet d'obtenir des informations relatives aux prévisions de façon plus au moins détaillée.

Le suivi du projet comprend 3 étapes :

- 1 - La création d'une planification initiale basée sur les prévisions préliminaires.
- 2 - La mise à jour périodique des prévisions pour refléter l'avancement du projet.
- 3 - La comparaison de prévisions mises à jour avec la planification initiale en vue de déterminer si l'avancement est conforme à la planification.

II.I.4.7.1 Planification initiale : Pour assurer le suivi d'un projet une fois celui-ci engagé, il est essentiel de pouvoir comparer le planning courant au planning prévisionnel.

Il est donc nécessaire d'enregistrer une copie du planning prévisionnel avant de démarrer les travaux.

L'option «**Enregistrer la planification initiale**» de la commande «*Suivi*» du menu «*Outils*» permet de copier la valeur de l'ensemble des prévus dans les champs planifiés.

Une fois qu'une planification initiale a été enregistrée et que nous commençons à mettre à jour nos prévisions et peut enregistrer des planifications temporaires (au maximum 5), les planifications temporaires (plannings intermédiaires) servent pour les projets dont la durée est importante.

II.I.4.7.2 Mise à jour des réalisations : La planification initiale étant établie, le processus de suivi peut démarrer, ce processus consiste à consigner les données réelles du déroulement du projet.

La mise à jour des données peut être réalisée à partir de plusieurs affichages ou écrans, parmi ceux-ci on trouve plus spécialement :

- Tableau des tâches.
- Ecran de suivi.
- Diagramme de *Gantt*.

MS Projet propose un écran de suivi qui permet de saisir les informations concernant le suivi. Pour obtenir l'écran de mise à jour des tâches on active l'option «**Mettre à jour les tâches**» de la commande «*Suivi*» du menu «*Outils*». La mise à jour d'une tâche peut s'effectuer en fonction des dates réelles, de la durée réalisée, du pourcentage d'achèvement, du travail réalisé et des affectations.

II.I.4.7.3 Visualisation des glissements : La réactualisation du planning peut être établie à travers divers affichages ou rapports, parmi ceux-ci le diagramme de «**Gantt suivi**», ce diagramme fait apparaître pour chaque tâche deux barres de *Gantt*, une barre pour la planification initiale et une barre pour la planification courante.

C o n c l u s i o n :

Les outils de *MS Project* permettent de suivre le projet au cours des différentes phases : conception, réalisation et suivi.

Il dispose de plusieurs techniques de prévisions pour déterminer la durée d'exécution des tâches. Il permet également d'accéder à différents niveaux d'informations en termes de coût et de situation physique.

MS Project dispose de nombreux affichages, qui permettent d'examiner et d'analyser un projet sous divers aspects. Ces affichages peuvent être utilisés pour consulter, trier et sélectionner des tâches. Il permet aussi des affichages multiples : ces combinaisons permettront par exemple de consulter des ressources et les tâches qui les utilisent. Le graphe des ressources par exemple présente les informations relatives à l'utilisation de ces dernières en fonction du temps.

Enfin les différents modèles de rapports proposés par ce logiciel permettent de résumer toute, les informations et les imprimer sous différentes présentations.

DEUXIEME PARTIE

Chapitre IV

INTRODUCTION :

Nous avons présenté dans le chapitre précédent les principes de la méthode **P.E.R.T**, en insistant sur les problèmes d'organisation souvent sous-estimés. Nous voulons à présent montrer, grâce à l'exemple du métro d'Alger, comment ces principes sont pratiquement appliqués, comment s'égrènent les mécanismes décrits un à un.

Le projet du métro d'Alger consiste en la réalisation d'un ouvrage souterrain (un tronçon du métro d'Alger) voûté, qui devra faire la jonction avec le lot 6 au niveau de la route Aissat Idir et passera par Rouchaia Boualem pour rejoindre Lot 8.

L'ouvrage concerné est un tunnel Mono-Tube établi pour deux voies de circulation, avec une section d'environ 73m², une longueur de 520m, qui est découpé en 41 Plots de 12.5 mètres, cet ouvrage passe sous les infrastructures et une ville urbaine très importante (immeubles, réseaux de services publics, trafic automobile...)[14].

IV .1 CONDITIONS GEOLOGIQUES :

IV.1.1 La géologie de la région d'Alger :[12]

L'examen des cartes géologiques et des sondages révèle que la région d'Alger est constituée de deux zones différentes par leur nature et leur âge :

- Au nord le massif cristallophyllien de " Bouzarea, " âge primaire, forme un relief allongé d'Est en Ouest sur 20 Km de long, avec une largeur d'environ 6 Km.
- Au sud, la série sédimentaire d'âge tertiaire, qui forme un anticlinal de direction Nord - Est - Sud - Ouest, oblique par rapport au domaine cristallophyllien et se prolongeant dans les bassins de la " Metidja " : localement, ces deux ensembles sont recouverts par les formations plus récentes d'âge quaternaire. (Fig.IV.1,IV.2, IV.3)

a) Le Massif Cristallophyllien Primaire :

Les principaux faciès reconnus dans le primaire, du Nord vers le Sud, sont :

- Les schistes et micaschistes ;
- Les schistes ardoisiers fortement injectés de quartzites dans lesquels s'intercalent des bancs de calcaires métamorphiques ;

Les gneiss plus au moins œilletés très durs, dans lesquels on rencontre localement des bancs de

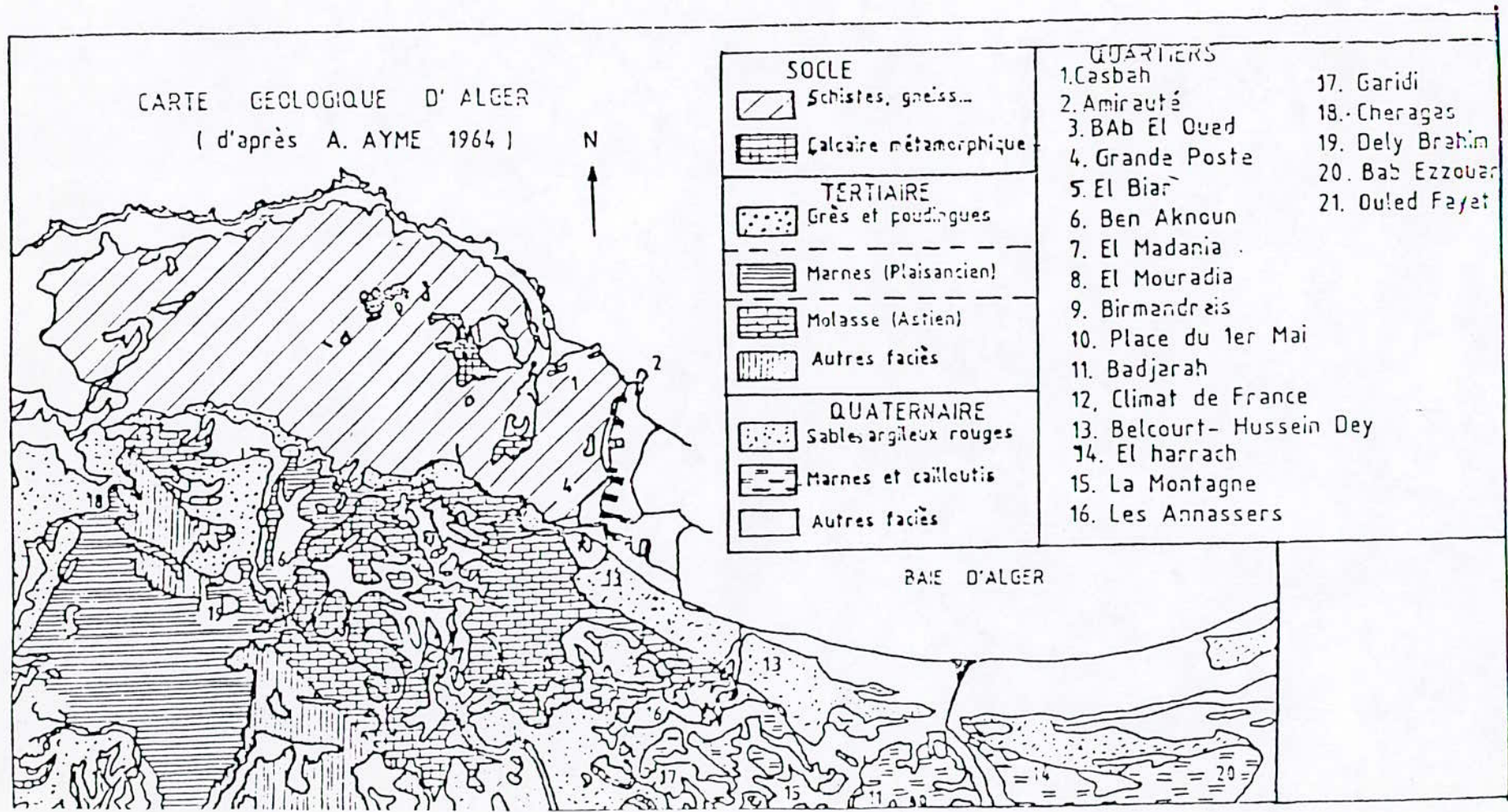


Figure IV.1 : Carte géologique d'Alger.(in SAADA .V, 1994).

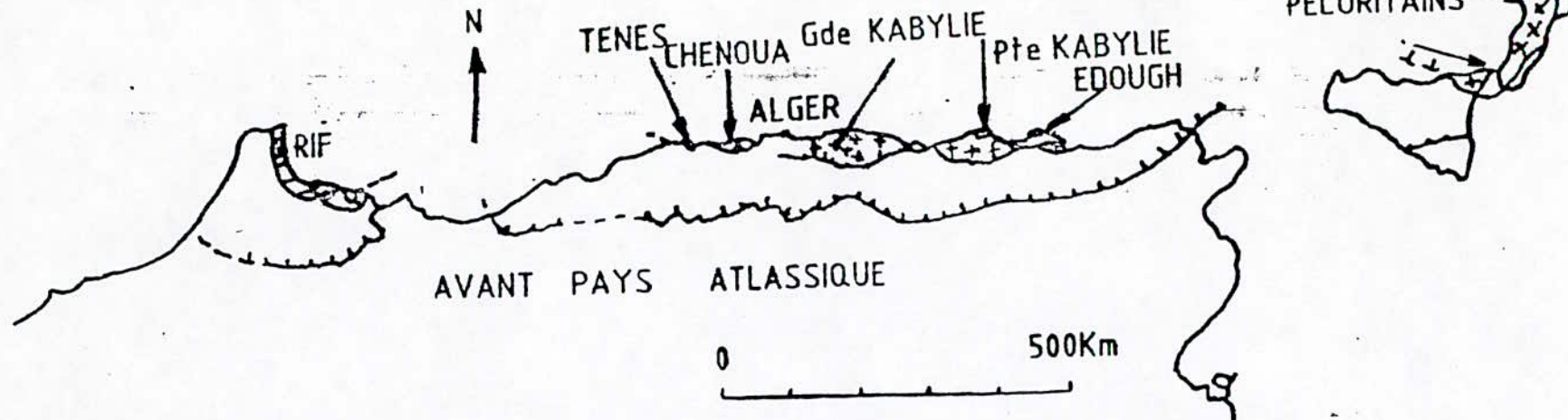


Figure IV.2 : Les différents massifs du domaine kabyle (zone interne) de la chaîne des maghébides. Schéma structural simplifié à partir de l'amas géologique du monde . (in SAADALLAH.1981) (in SAADA.V,1994)

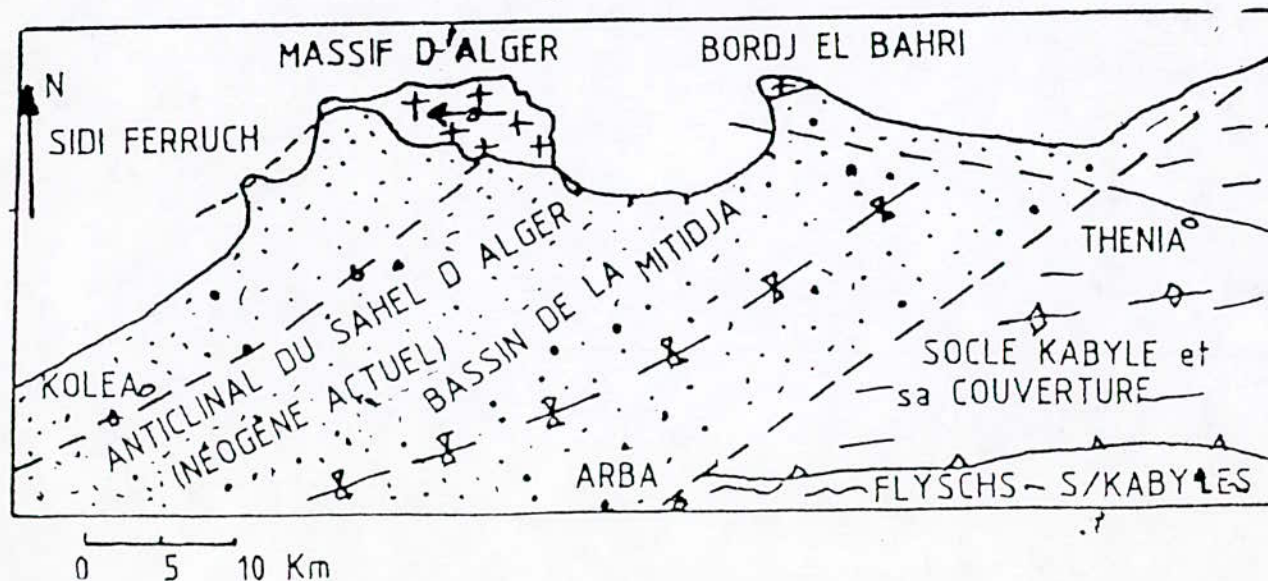


Figure IV.3 : Cadre structural du massif d'ALGER. Schéma simplifié et complété (carte géologique d'ALGER au 1/500.000. 19952). (in SAADA.V, 1994)

de pyrite. Ces divers faciès pétrographiques sont imbriqués de manière anarchique, suite à une tectonique très importante et complexe.

b) Les terrains sédimentaires du tertiaire.

On rencontre de bas en haut :

- Le « Pontien » :

C'est une formation de grès, conglomérats et poudingues, surmontant le massif primaire, dont l'épaisseur est d'environ 10m. Deux sondages, aux environs de "Khlifa Boukhalfa", ont atteint l'assise d'âge « burdigalien à pontien », identifié entre "Oued Koriche" et "Bab El Oued".

C'est une formation marneuse de plus en plus gréseuse vers l'Est, avec souvent d'importants passages de calcaires gréseux. L'épaisseur varie de 50 à 100m au niveau de la "Metidja". Deux autres sondages entre "Khlifa Boukhalfa" et la place de 1er Mai confirment la présence de marnes argileuses.

- « L'Astien » :

C'est un ensemble de formation jaunâtre appelé mollasse, qui comprend des grès calcaires, des sables, des calcaires et des marnes sableuses. L'épaisseur peut aller jusqu'à 40 mètres.

c) Le quaternaire

Les différentes assises géologiques décrites ci-dessus sont recouvertes indifféremment par les couches quaternaires suivantes :

- **Les alluvions et colluvions** : Elles regroupent les formations d'âge « calabrien » à « quaternaire » récent, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 17 mètres, et, comprennent le plus souvent des argiles ou limons argileux rougeâtres, sableux ou graveleux, ainsi que des sables et graviers.
- **Les éboulis** : On les rencontre seulement que sur trois à six mètres d'épaisseur, au voisinage de la place du premier Maï, sous forme de marne argileuses.
- **Les remblais** : Ce sont généralement les éléments Sablo - graveleux et limoneux à débris divers; ils forment une couche continue; leur épaisseur maximale est d'environ 12 mètres, mais la limite avec les formations sous-jacentes est souvent difficile à déterminer.

IV.1.2 La géologie des formations le long du Lot 7 : [10]

Les sept sondages implantés le long du tracé montrent une structure du sous-sol identique à celle rencontrée au niveau de la station 1^{er} Maï Lot 5.

D'une manière générale, on relèvera que la structure du sous-sols est représentée par quatre grands ensembles lithologique distincts dont la puissance varie d'un sondage à un autre :

- **Remblais** : D'une épaisseur variant de 0 à 3 m, ils forment un manteau pratiquement continu, ils sont constitués d'un hétérogène (sablo - argileux ou limoneux) et de déblais divers.
- **Alluvions** : d'une épaisseur variant de 0 à 2 m constitués essentiellement d'argile rougeâtre à ocre plus ou moins limoneuse.
- **Mollasse** : formation rencontrée d'une manière continue, elle est constituée de bancs de calcaire gréseux localement tendres. Parfois en plaquettes avec des passages sableux de conglomérat [14].
- **Marnes bleues du plaisancien** : Cette formation est constituée de marnes argileuses gris-bleue à verdâtre compacté et homogènes ; localement plastiques à masses silleuses et parfois gréseuses. Le tronçon concerné est inscrit dans cette couche de marne. Pour une meilleure appréciation de cette structure, nous joignons en (Annexe B) un profil géologique suivant l'axe du tunnel [4].

IV.1.3 Hydrogéologie : [10]

Les marnes grisâtres courant, le profil de l'ouvrage sur une grande partie du tronçon constituent un écran étanche à toute infiltration qui peut être engendrée par la présence d'une nappe d'eau, contenue dans les terrains surmontant le sous bassement marneux. La couche de molasse à dominante calcaire gréseuse et en argiles graveleuses présentent une perméabilité hydraulique voisine de $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

La campagne de reconnaissance préliminaire établie dans le cadre du dossier d'appel d'offres ne fait pas mention de la cote précise du niveau de la nappe phréatique.

IV.1.4 Sismicité du site : [10]

Le site de l'emprise des ouvrages est classé en zone II conformément à la carte géosismique de la région algéroise établie conjointement par le C.T.C et le C.R.A.A.G. Ce repère de positionnement à l'aléa sismique autorise une probabilité d'occurrence d'oscillation caractérisés par une accélération d'amplitude bornée supérieurement à 0,2 g. La prise en compte des forces d'inertie engendrées est intégrée dans le choix de la forme géométrique des ouvrages, leur dimension (épaisseur, ferrailage) ainsi que

la mise en place de dispositifs constructifs appropriés (Fractionnement longitudinale de l'ouvrage en plots indépendants munis de joints antisismiques judicieusement répartis).

IV.2 METHODE D'EXECUTION: [16]

Le démarrage des travaux du tunnel du lot 7 se fait à partir de l'ouvrage puits EMAL déjà réalisé.

Une première phase consiste en la réalisation des plots vers la station "Hamma". Une fois ces plots sont entièrement réalisés, ils ont entamé la réalisation de la seconde phase, c'est à dire, l'exécution du tunnel côté station " Arsenal "

1)Le Creusement se fait par demi - section inférieure et supérieure.

a) Creusement de la demi - section supérieure : [5]

Le creusement de la demi - section supérieure se fait par travées successives de 100 m selon la configuration définie à prés le planning de réalisation suivant le tableau :

CREUSEMENT DEMI -SECTION SUPERIEURE																		
N°	DESIGNATIONS	DUREE	1 er POSTE								2 ème POSTE							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Travaux préparatoires	1/2 H	-															
2	Creusement	01 H	-	-														
3	Marinage	01 H		-	-													
4	Mise en place du cintre																	
	* Acheminement du cintre	1/4 H			-													
	* Boulonnage du cintre	1/2 H			-													
	* Mise en place des oreillettes	1/2 H				-												
	* Pose du cintre plus boulonnage	01 H				-	-											
5	Réglage topographique	01 H					-	-										
6	Mise en place des treillis soudés	1/2 H						-										
7	Mise en oeuvre du béton projeté																	
	* Préparation de la pompe	1/2 H							-									
	* Gunitage	01 H							-	-								
	* Nettoyage de la pompe	1/2 H								-								
8	Mise en place des longrines																	
	* Acheminement des contres voûte	1/4 H									-							
	* Boulonnage	1/2 H									-							
	* Soudage des contre voûte	1,5 H									-	-						
	* Ferrailage des lonrines	1/2 H										-						
	* Coffrage des longrines	1/2 H											-					
	* Bétonnage	02 H												-	-			

Figure IV.4 : Cyclogramme de creusement

Pour parer à la perturbation de l'équilibre du massif étable en phase d'achèvement de la demi-section supérieur il est recommandé de limiter la démolition sur un décousu de 70 m soit 60 lots

b) Creusement de la demi – section inférieure : [5]

Le creusement de la demi – section inférieure s'opère par deux à trois travées d'avancement suivant le planning de réalisation. Le décousu recommandé est de 36 à 37 m soit trois plots .

CREUSEMENT DEMI-SECTION INFERIEURE																		
N°	DESIGNATIONS	DUREE	1er Poste								2 ème Poste							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Travaux préparatoires	1/2 H	■															
2	Creusement	1/2 H		■														
3	Marinage	1/2 H			■													
4	Mise en place des éléments du cintre	1/2 H				■												
5	Creusement	01 H					■											
6	Marinage	01 H						■										
7	Mise en place des éléments du cintre	01 H							■									
8	Mise en place des éléments du cintre	1/2 H								■								
9	Creusement	1/2 H									■							
10	Marinage	01 H										■						
11	Mise en place des éléments du cintre	1/2 H											■					
12	Mise en place des éléments du cintre	1/2 H												■				
13	Mise en oeuvre du béton projeté																	
	* Préparation de la pompe	1/2 H															■	
	* Acheminement du béton plus gunitage	0,75 H																■
	* Nettoyage de la pompe	1/2 H																■

Figure IV.5 : Cyclogramme de creusement

Les décousus de bétonnage et de creusement restent valides tant que les mesures d'auscultation ne signalent aucun risque.

2) Le revêtement du tunnel est réalisé par plots espacés de 12.5 m .

a) **Exécution du radier** : Le phasage des opérations obéit à l'ordre chronologique suivant le planning ci-après [14]

BETONNAGE RADIER																						
N°	DESIGNATIONS	DUREE	POSTES																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
1	Ferraillage	07 P	■	■	■	■	■	■	■	■												
1	Coffrage	02 P											■	■								
2	Mise en place des joints plus la conduite à béton	01 P																			■	
3	Bétonnage	01 P																				■
4	décoffrage	1/2P																				■

Figure IV.6 : Cyclogramme de bétonnage.

b) **Exécution de la voûte** : Le cycle des travaux de bétonnage est consigné dans le tableau Suivant :

BETONNAGE VOÛTE																									
N°	DESIGNATIOS	DUREE	POSTES																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Ferraillage	18 P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
2	Mise en place des joints et coffrage	01 P																							■
3	Réglage topographique	1/2P																							■
4	Mise en place de la conduite à béton	1/2P																							■
5	Bétonnage	01 P																							■
6	Décoffrage	1/2 P																							■

Figure IV.7 : Cyclogramme de bétonnage

IV.3 MOYENS UTILISES

Equipe Ferrailage	Unité	Equipe Creusement	Unité
Chef d'Equipe Ferrailleur	1	Chef d'Equipe Mineur	1
Ferrailleur	5	Mineur	2
Manoeuvre	2	Manoeuvre	2
Sodeur	1	Conducteur d'Engins	2
Electricien	1	Sodeur	1
		Electricien	1

Figure IV.8 : Tableau du personnel utilisé

Engins	Type	Unité	Observations
Pelle sur chenill	R942HD	1	creusement
Pelle sur chenill	9411	2	creusement
Pelle sur pneus	9210	1	creusement
Chargeur/Trans	TORO 400D	1	marinage
Chargeur/Trans	TORO 150D	1	marinage
Malaxeur/Camion	CDH 280	1	acheminement du béton
Pompe à béton	BSA1002PO	1	gunitage
Groupe électrog	DCA 70AK	1	courant électrique
Compresseur MOB	XA 230DD	1	l'air comprimé

Figure IV.9 : Tableau du matériel utilisé

DEUXIEME PARTIE

Chapitre V

L'ANALYSE DU PROJET :

On dégage d'emblée quatre groupes de tâches, qui se répète à chaque plot tout le long du tronçon Lot 7 :

- I. creusement de la demi-section supérieure
- II. creusement de la demi-section inférieure
- III. bétonnage radier
- IV. bétonnage voûte

Le planning global de réalisation du tunnel, d'après les prévisions de l'entreprise est le suivant : (Fig.V.1)

La durée globale pour la réalisation du tunnel coté Arsenal est de 18 mois et deux semaines, D'après le diagramme Gantt en utilisant le logiciel *Ms Project 98* on a le résumé suivant :

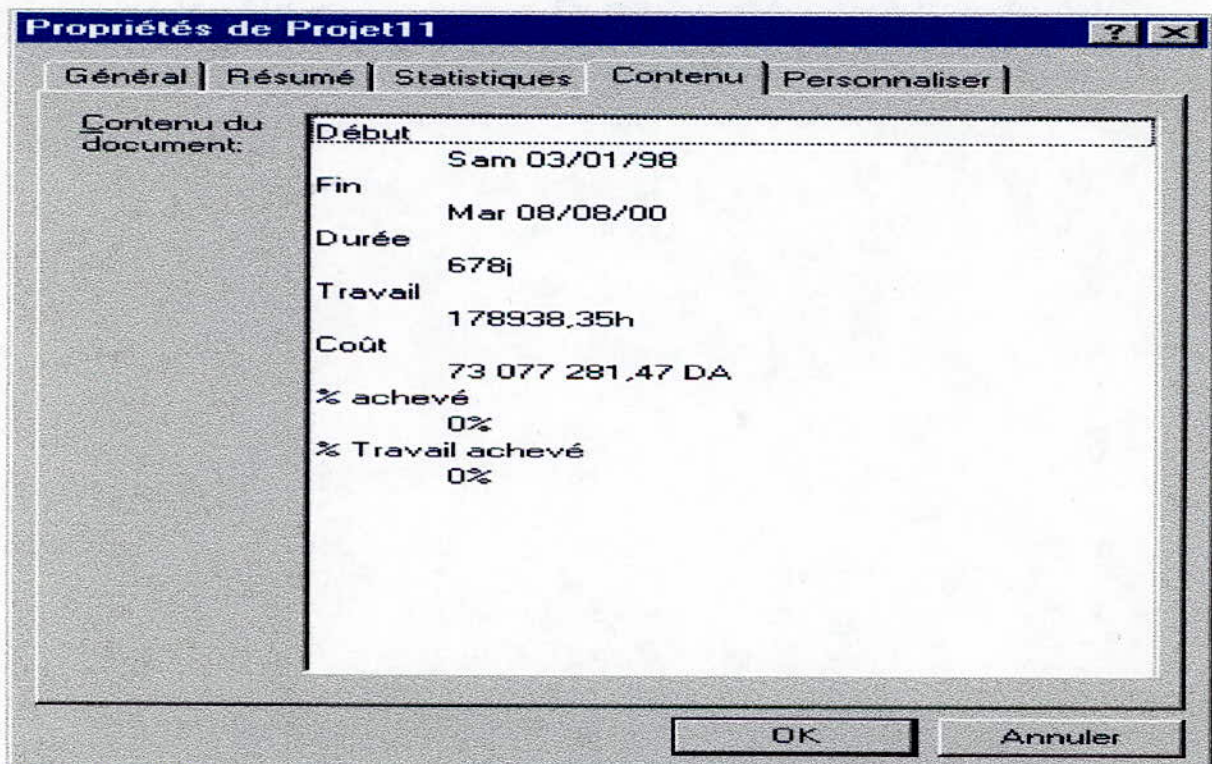


Figure V.2 : Résumé du projet

DESIGNATIONS	JAN.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	
COTE ARSENAL																			
Creusement D.S.S	34																		
Creusement D.S.I	34	32	30	28	26 25	24 23	22 21	20 19	18 17	16 15	14 13	12 11	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1		
Bétonnage radier	34	32	30 29	28 27	26 25	24 23	22 21	20 19	18 17	16 15	14 13	12 11	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1		
Bétonnage voût		34	33 32	31 30	29 28	26 25	24 23	22 21	20 19	18 17	16 15	14 13	12 11	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1	

Figure V.1: planning de réalisation suivant la méthode utilisée

D'ou la durée globale est de 339 jours , soit 31 jours d'écart. 4

Ms Project nous propose des documents synthétiques qui permettent une vue d'ensemble du projet, parmi lesquels :

1) Diagramme Gantt : C'est l'outil le plus employé pour présenter l'avancement d'un projet sous la forme d'une barre (fig. v.3).

Les barres sont placées sur un axe temps appelé Echelle. La longueur d'une barre représente dans cette échelle la durée de la tâche ou le temps nécessaire à sa réalisation. Les lignes reliant les barres dans un diagramme indiquent les relations entre les tâches, par exemple, si une tâche ne peut débuter avant la fin d'une autre. Le nom de la ressource affectée apparaît aussi à la demande dans le diagramme, tâches critiques représentée en rouge gras, Le chemin critique ainsi que d'autres types d'informations à personnaliser selon nécessite (coût, dates par exemple) (Annexe C).

2) Réseau P.E.R.T : Comme l'illustre l'annexe D, le réseau P.E.R.T montre les liens d'interdépendances des tâches. Chaque tâche est représentée par une case, qui contient les information de base sur la tâche, les dépendances entre les tâches sont figurés par des lignes. Le style de bordure d'une case P.E.R.T indique la catégorie de tâche représentée :

Tâche critique avec une marge nulle : case rouge en gras

Tâche récapitulative : case ombrée

Tâche non critique : case noir

3) Tableau des taches : Fig.v.4

	Nom de la tâche	Travail	Détails	12 Jan 98					
				V	S	D	L	M	M
1	Plot 34	5782,13 hr	Trav.		120h	120h	120h		30h
2	Creusement de la demi section supérieure	960 hr	Trav.		120h	120h	120h		30h
	Pelle sur chenille	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	chargeur pneus Toro 400D	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	Malaxeur / Camion	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	Pompe à béton	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	C/E mineur	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	Mineur	128 hr	Trav.		16h	16h	16h		4h
	Soudeur	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	Électricien	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	conducteur d'engins	128 hr	Trav.		16h	16h	16h		4h
	conducteur travaux	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
	Manoeuvre	128 hr	Trav.		16h	16h	16h		4h
	Topographe	64 hr	Trav.		8h	8h	8h		2h
3	creusement de la demi section inférieure	637,5 hr	Trav.						
	Pelle /ch	40 hr	Trav.						
	Pelle sur chenille	40 hr	Trav.						
	Chargeur / pneus Toro 150D	40 hr	Trav.						
	Malaxeur / Camion	40 hr	Trav.						
	Pompe à béton	40 hr	Trav.						

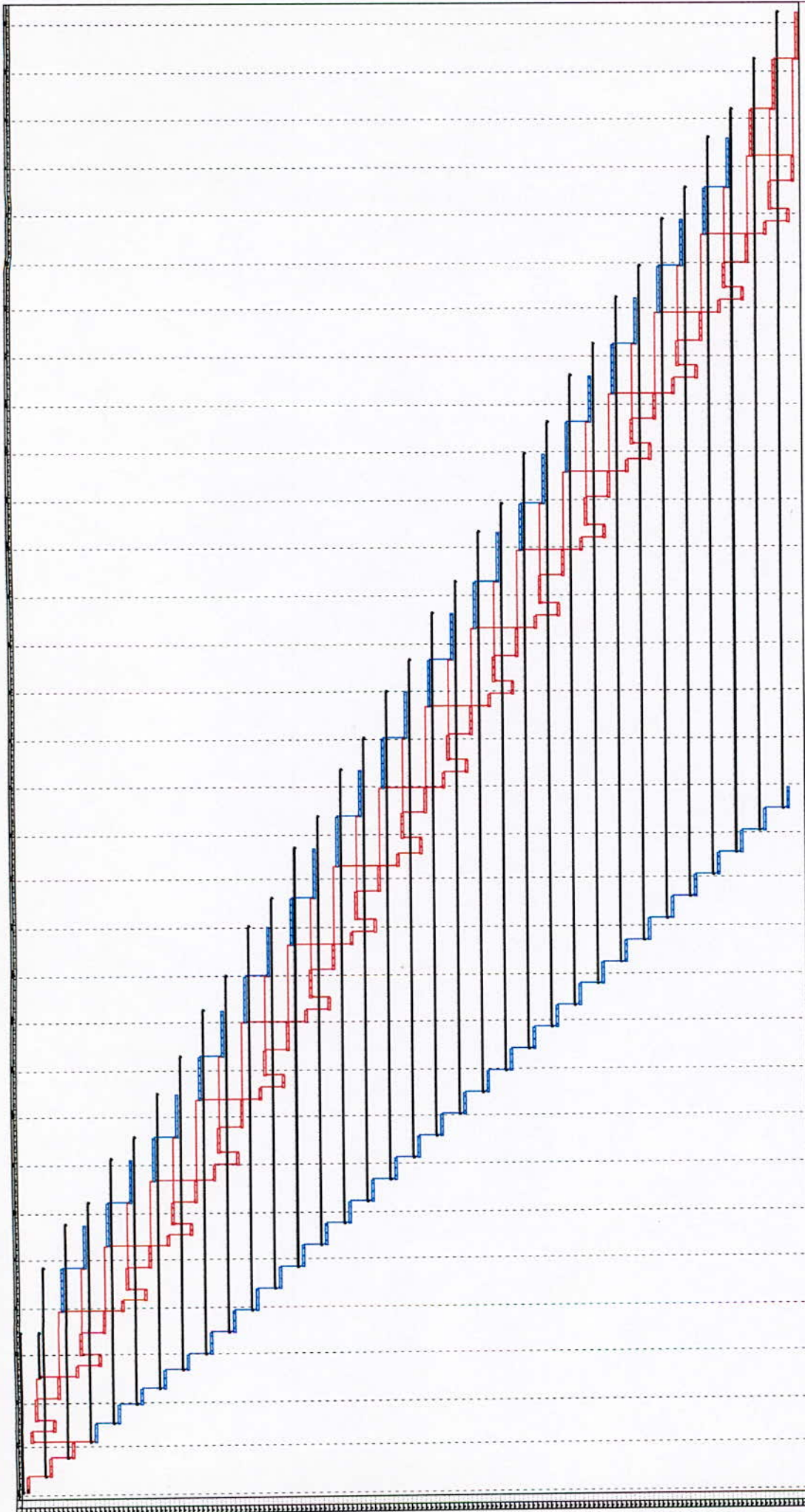


Figure V.3 : Diagramme de Gantt

et des documents analytiques qui nous permettrons d'aborder plus en détail certains aspects du projet, comme

- 1) Rapport utilisation des ressources(fig.V.5)

1	Nom de la ressource	Travail	Détails	09 Fév 98						
				V	S	D	L	M	M	J
	Pelle /ch	4704 hr	Trav.		8h	8h	8h	8h	8h	
	creuseme	40 hr	Trav.		8h	8h	8h	8h	2h	
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.						6h	
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	40 hr	Trav.							
	Bétonnag.	80 hr	Trav.							
	creuseme	48 hr	Trav.							
	Bétonnag.	96 hr	Trav.							
	creuseme	48 hr	Trav.							

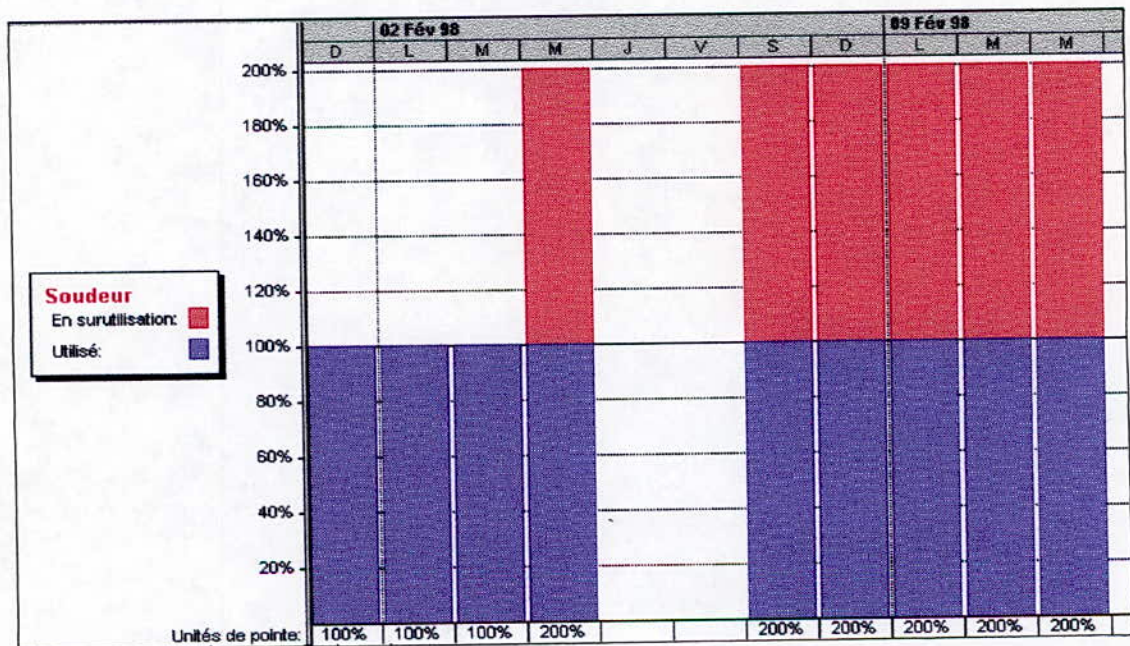
• 2) **Tableau des ressources** : Pour visualiser toutes les informations sur les tâches, nous emploierons un type d'affichage appelée des ressources ce ci nous permet de constater que MS Project détecte des ressources détecte des ressources sur-utilisées en rouge pour avertir le gestionnaire du projet.

Pour la pelle mécanique par exemple est en état de sur-utilisation ainsi que le chargeur Toro, pompe à béton, C/E mineur ... etc.(fig.V.6)

	Initiales	Groupe	Capacité max	Coût standard	Heures sup.	Coût/Utilisation	Allocation	Calendrier de bas
1	P	Matériel	100%	168,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
2	P	Matériel	100%	119,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
3	p	Matériel	100%	70,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
4	P	Matériel	100%	106,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
5	c	Matériel	100%	343,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
6	C	Matériel	100%	257,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
7	M	matériel	100%	73,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
8	P	Matériel	100%	632,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
9	G	Matériel	100%	223,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
10	C	Personnel	100%	105,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
11	C	Personnel	100%	105,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
12	M	Personnel	400%	800,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
13	F	Personnel	800%	800,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
14	S	Personnel	100%	800,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
15	E	Personnel	100%	800,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
16	c	Personnel	400%	110,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
17	c	Personnel	100%	110,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
18	M	Personnel	600%	75,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
19	T	Personnel	100%	110,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard
20	C	Personnel	100%	0,00 DA/hr	0,00 DA/hr	0,00 DA	Proportion	Standard

Figure V.6 : Tableau des ressources

Pour analyser de manière plus détaillée quelle est la période pendant la quelle une ressource est sur-utilisée et surtout déterminer le coefficient de sur-utilisation (pourcentage). Pour cela il est judicieux d'utiliser le graphe des ressources (fig. V.7)



Ce cas de conflit ne peut être résolu qu'en augmentant la capacité ou en modifiant les affectations.

L'état de sur utilisation est dû lorsque le cumul de plusieurs tâches qui se déroulent en parallèle et utilisent les mêmes ressources, dépasse la capacité maximale de cette ressource.

L'outil audit permet de trouver des réponses ou des éléments de réponses à ce genre de conflit.

L'audit modifie en fait les dates de début prévues des tâches en leur appliquant un retard.

Pour mieux apprécier quelles sont les tâches affectées par un audit, on se base sur le document Gantt relatif aux retards.

Le type d'information offert par le *Ms Project* est donné par le tableau suivant :

Niveau du Rapport	Rapport /Affichage	Informations
Projet	Rapport Résumé du projet	Fiche signalétique du projet
	Affichage Diagramme de Gantt Fiche tâche récapitulatives	Liste des tâches récapitulatives avec représentation des barres de Gantt
	Rapport tâches de niveau supérieur	Liste des tâches récapitulatives (dates, % achevé, coût et travail)
Tâche	Rapport Jalon	Liste des tâches Jalon
	Affichage Diagramme de Gantt	Liste des tâches avec représentation des barres de Gantt
	Affichage Réseau Pert	Enchaînement des tâches
	Rapport tâches critiques	Liste des tâches critiques
	Affichage calendrier	Liste des tâches sous la forme d'un calendrier
	Affichage Tableau des tâches associé a différents filtres ou tables	Liste des tâches
	Ressource	Affichage tableau des ressources associé à différentes tables (travail, coût ...)
Affichage Utilisation des ressources ou Graphe des ressources		Répartition du travail dans le temps par ressource
Affectation	Rapport Taches avec affectation	Liste des tâches et ressources affectées
	Rapport qui fait quoi	Liste des ressources et les tâche à réaliser
	Rapport qui fait quoi quand	Liste des ressources et des tâches réaliser
	Rapport Ressources sur-utilisées	Liste des ressources en sur-utilisation avec les tâches affectées
Coût	Rapport liste hebdomadaire à accomplir	Liste des tâches d'une ressource par semaine
	Rapport Résumé du projet	Coût du projet
	Affichage Tableau des tâches avec la table coût	Coût des tâches
	Affichage Tableau des ressources avec la table coût	Coût des ressources
	Rapport Gash flow hebdomadaire	Coût des tâches par semaine
	Rapport Ressources dépassant budget	Coûts des ressources en dépassement
	Rapport tâche dépassant budget	Coûts des tâches en dépassement
	Rapport Analyse croisée	Répartition des coûts par tâche et par ressource
	Rapport Budget	Variation entre le coût par tâche et par ressource
Avancement	Afficha de Gantt suivi	Liste des tâches et leur représentation pour comparaison prévu/réalisé/planifié
	Rapport tâche en cours de réalisation	Liste des tâches en cours
	Rapport tâches en glissement	Liste des en glissement
	Affichage Tableau des tâches avec la table variation	Liste des tâches et variation

Les tâches qui conditionnent l'avancement ou le retard du projet (tâches critiques) sont

- Creusement de la demi- section supérieure
- Creusement de la demi -section inférieure

Les tâches qui peuvent s'effectuent simultanément sont le creusement de la demi- section supérieure ou inférieure et le bétonnage de la voûte.

La durée du projet est acceptable, sauf que nous avons la possibilité de diminuer cette durée, d'où la proposition de deux variantes : (Annexe F)

- Creusement de la demi section supérieure indépendant et bétonnage de la voûte indépendant aussi.
- Les travaux des quatre groupes de tâches principales sont dépendants.

Les solutions données par *MS Project* pour les deux variantes sont présentées dans l'annexe F (disquette). Si la solution de la première variante ne semble pas nous apporter un meilleur résultat elle nous permet néanmoins une meilleure analyse, par contre la solution de la deuxième variante permet selon les capacités financières et les besoins de l'entreprise à procéder à de nouvelles affectations (rajouter des ressources). Dans ce cas *MS Project* nous propose un changement des relations entre les tâches et une nouvelle répartition du temps des marges (suivi de **Gantt**). Il appartient donc à l'entreprise de prendre la décision appropriée.

C ONCLUSION

CONCLUSION

La mise en place d'un projet est un facteur fondamental pour l'organisation des entreprises nécessitant des techniques fiables d'ordonnement .

Partant de l'exemple du métro d'Alger nous avons pu aborder dans ce modeste travail certains aspects théoriques de sa gestion, assurer sa mise en place et son suivi, faisant appel à l'outil logiciel *MS Project 98* qui nous a apporté des solutions intéressantes pour l'organisation des différents travaux dans le tunnel du Lot 7.

Le projet type dont nous nous sommes servi pour la mise en œuvre de la méthode **P.E.R.T** nous a permis d'appréhender et de comprendre plusieurs données utiles parmi les quels Les travaux de creusement ; soutènement ; ferrailage ; coffrage ; bétonnage et de même que la maîtrise de l'outil informatique ; l'évaluation du projet ; l'identification des critères permettant de connaître l'achèvement du projet.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

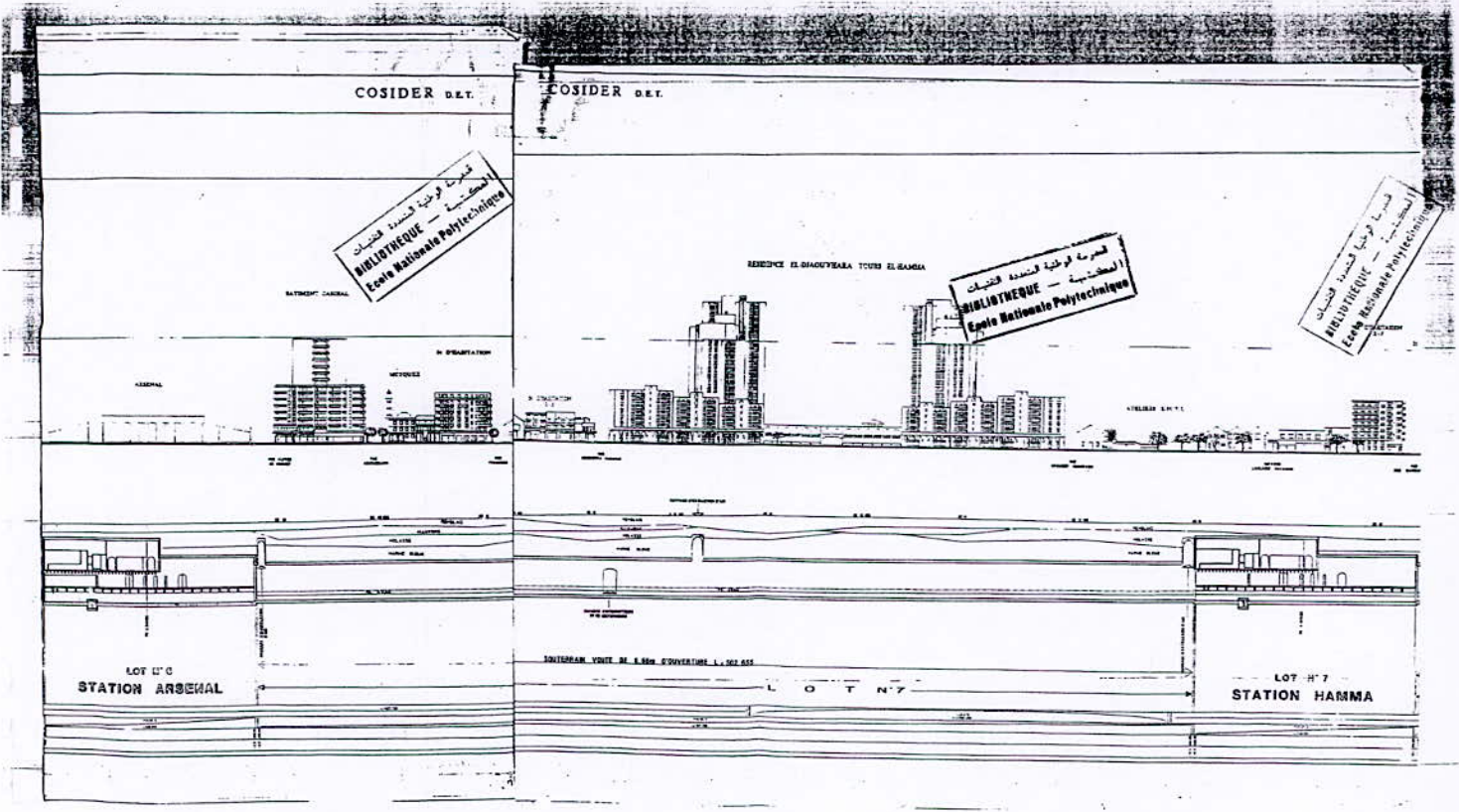
- [1] **QUE SAIS-JE ?** 1974 N°1554 Paris, PUF
- [2] **DERRICHE.Z.**, 1984, Etude de la détermination des modes d'exécution des Tunnels, cas du Métro d'Alger, PFE, ENP, Alger.
- [3] **FEDERAL ELECTRIC CORPORATON**, 1984, La méthode P.E.R.T, 9ème édition.
- [4] **COURTOIS.A. ET MARTIN.C.**, 1989, Gestion de production, Les éditions d'organisation.
- [5] **AVENANT N°2 RELATIF AUX TRAVAUX DE GENIE CIVIL**, 1991, Marché N° 01/91, COSIDER.
- [6] **LISSARRGUE.J.**, 1991, Qu'est-ce que le P.E.R.T. ? 3ème édition.
- [7] **MALEK.F.**, 1991, Influence des travaux souterrains a l'explosif en site urbain sur les ouvrages en surface, cas du Métro d'Alger, PFE, ENP Alger.
- [8] **RAHMOUNE.K.**, 1991, Technique de Réalisation d'un Tunnel, cas du Métro d'Alger, PEF, ENP Alger
- [9] **VIZZAVONA**, 1991, Pratique des gestions analyse prévisionnelle, BERTI édition.
- [10] **LABORATOIRE NATIONALE DE L'HABITAT ET DE CONSTRUCTION**, 1993, Etude géotechnique, Métro d'Alger , (lot 07), COSIDER
- [11] **PHM THU QUNG**, 1993, Cas Pratiques de conduite de projets, CHIHAB-EYROLLES.
- [12] **SAADA.V.**, 1994, Projet d'implantation physique d'ouvrages métropolitains, Magister ENP, Alger.
- [13] **TOURNIER.S. ET CHETTOUH.E.**,1994, MICROSOFT PROJECT 4.
- [14] **MARCHE RELATIF AUX TRAVAUX DE GENIE CIVIL GROS OEUVRE**. Lot 5 mémoires techniques COSIDER, Alger.
- [15] **METHODE D'EXECUTION**, 1996, COSIDER.
- [16] **LE MANAGEMENT DE PROJET AVEC MICROSOFT PROJECT SOUS WINDOWS 95**, 1997, Microsoft Corporation

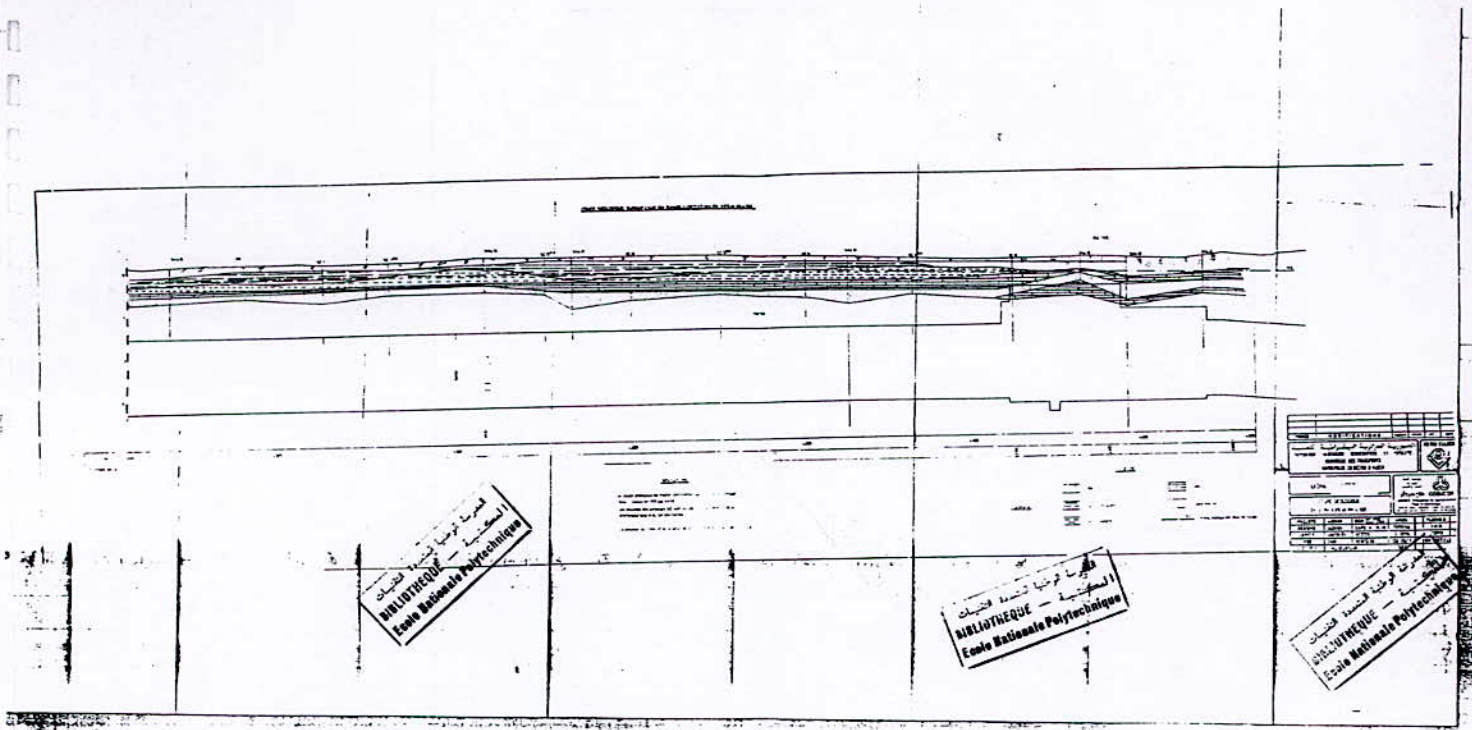
[17] **MICROSOFT PROJECT 98 POUR WINDOWS**, 1 998, Guide des nouveautés, Microsoft Corporation.

[18] **INTERNET**

ANNEXE

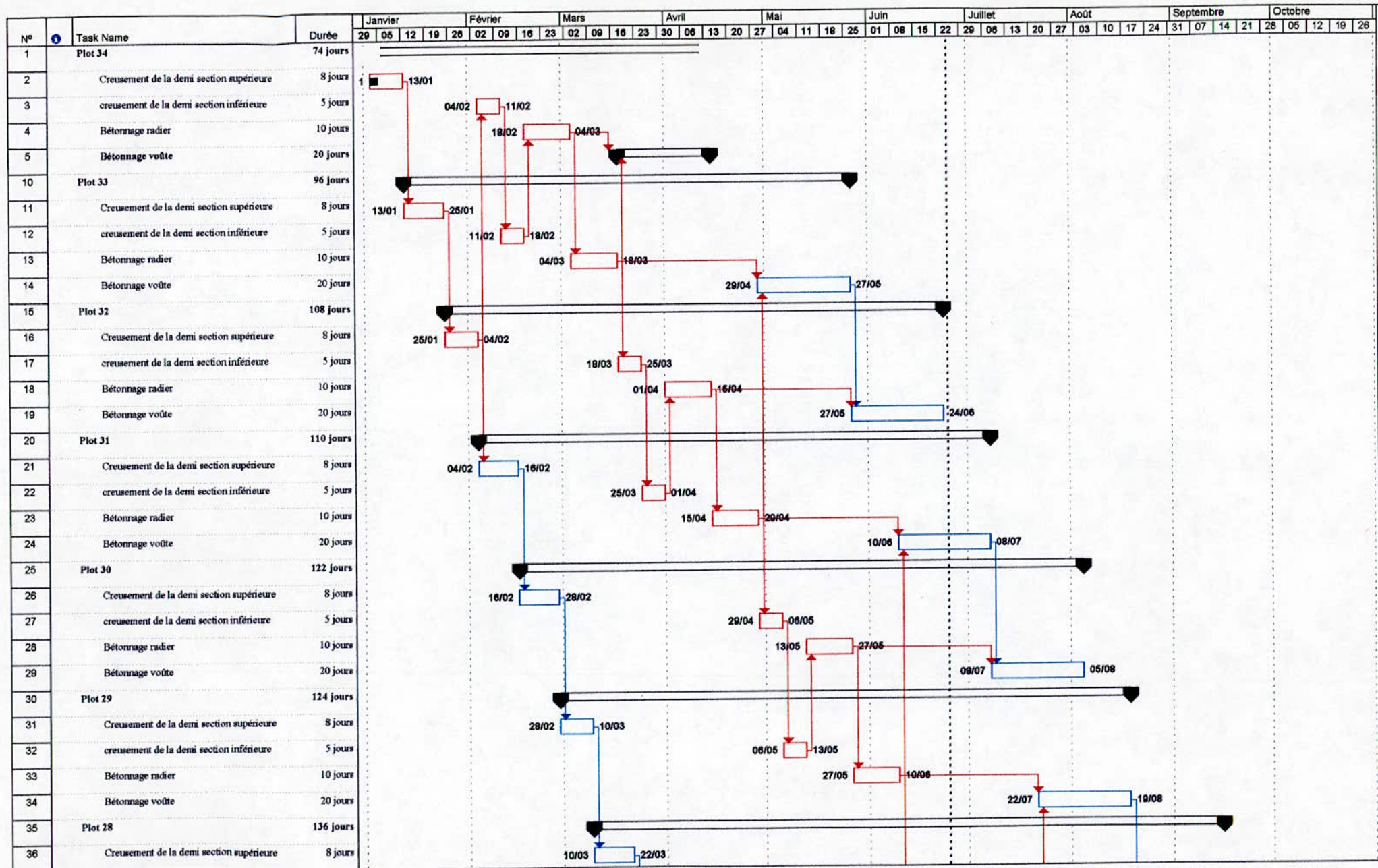
Annexe A Profil en long





Annexe B Coupe géologique du tunnel Lot 7

ANNEXE - C - DIAGRAMME DE GANTT



Project: Projet11
Date: Jeu 25/06/98

Tâche Jalon
 Tâche critique Récapitulative
 Avancement Tâche reportée

Tâche critique reportée
 Jalon reporté
 Avancement reporté

Fractionnement
 Tâches externes
 Récapitulation du projet

100	200 jours
Mer 16/09/98	Sam 11/09/99

Creusement de la demi section supérieure	
106	10 jours
Mer 16/09/98	Mer 30/09/98

creusement de la demi section inférieure	
107	6 jours
Sam 22/05/98	Dim 30/05/98

Bétonnage radier	
108	12 jours
Lun 07/06/98	Mer 23/06/98

Bétonnage voûte	
109	22 jours
Mar 10/08/98	Sam 11/09/98

Plot 13	
110	260 jours
Mer 30/09/98	Mer 29/09/99

Creusement de la demi section supérieure	
111	10 jours
Mer 30/09/98	Mer 14/10/98

creusement de la demi section inférieure	
112	6 jours
Dim 30/05/98	Lun 07/06/98

Bétonnage radier	
113	12 jours
Mer 23/06/98	Dim 11/07/98

Bétonnage voûte	
114	22 jours
Lun 30/08/98	Mer 29/09/98

Plot 12	
115	272 jours

Projet: Projet11
Date: Jeu 25/06/98

Nom	
N°	Durée
Début	Fin

Critique
Non critique

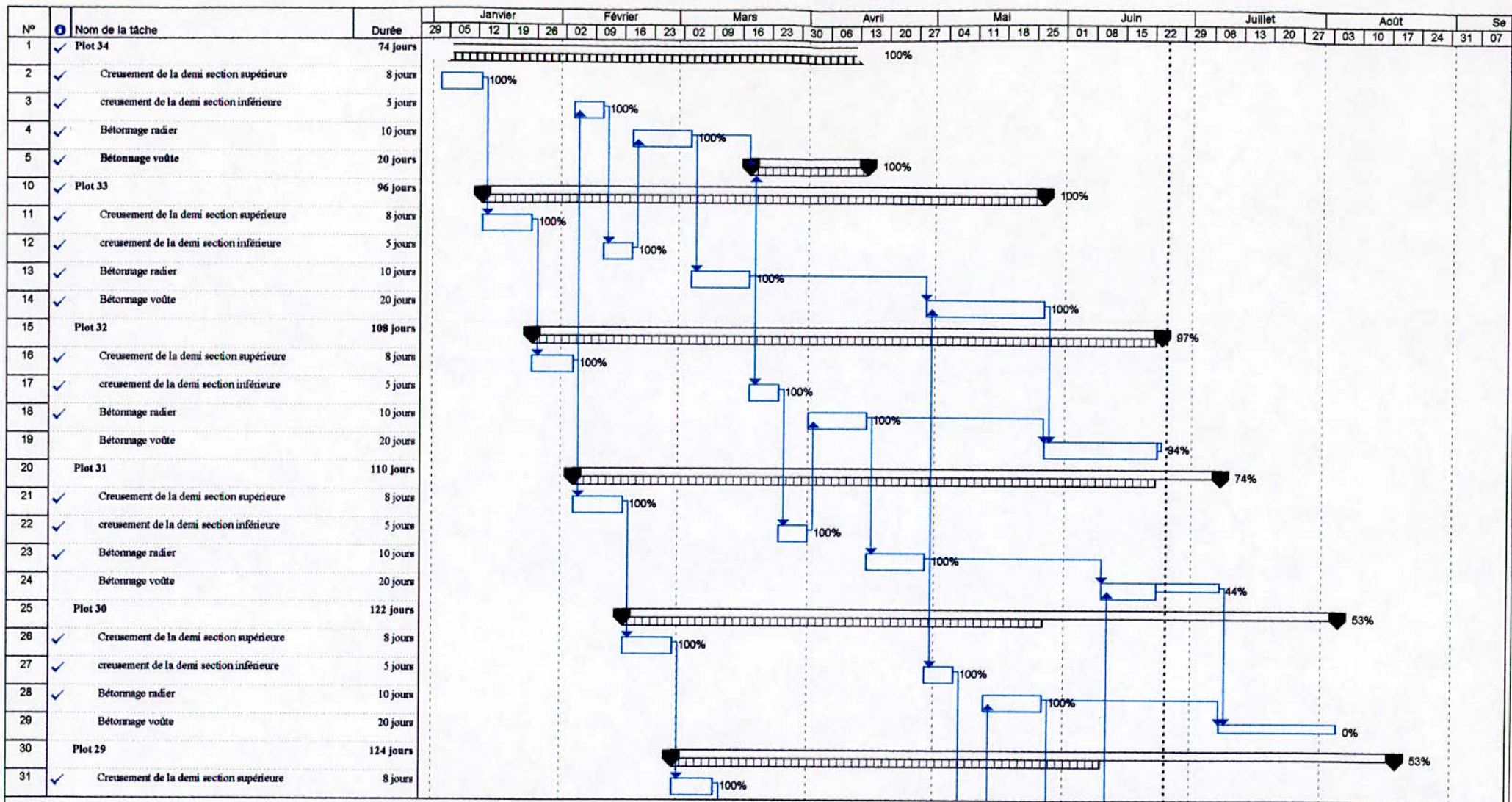
Jalon critique
Jalon non critique

Récapitulative critique
Récapitulative non critique

Projet externe critique
Projet externe non critique

Marquée critiq
Marquée non cri

ANNEXE .D. RESEAU DE P.E.R.T



Projet: Projet11 Date: Jeu 25/06/98	Critiques	[Red box]	Jalon planifié	[Diamond]	Fractionnement reporté	[Dotted line]
	Fractionnement critique	[Red dotted line]	Jalon	[Black diamond]	Avancement de la tâche reportée	[Blue bar]
	Avancement de la tâche critique	[Red box with arrow]	Récapitulation de l'avancement	[Hatched bar]	Planification reportée	[Grey hatched bar]
	Tâche	[Blue box]	Récapitulative	[Black arrow]	Jalon de la planification reportée	[Diamond]
	Fractionnement	[Dotted line]	Tâche critique reportée	[Red box]	Jalon reporté	[Diamond]
	Avancement de la tâche	[Blue box with arrow]	Fractionnement critique reporté	[Red dotted line]	Tâches externes	[Grey hatched bar]
	Planifié	[Hatched bar]	Avancement de la tâche critique reportée	[Red box with arrow]	Récapitulatives du projet	[Black arrow]
	Fractionnement du planifié	[Dotted line]	Tâche reportée	[Blue hatched bar]		

ANNEXE - E - SUIVI DE GANTT

Annexe F

DESIGNATIONS	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS	AVR.	MAI
COTE ARSENAL																	
Creusement D.S.S	14 29																
Creusement D.S.I	31	31	29	27	26 25	24 23	22 21	20 19	18 17	16 15	14 13	12 11	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Bétonnage radier	34 33	32 31	30 29	28 27	26 25	24 23	22 21	20 19	18 17	16 15	14 13	12 11	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Bétonnage voût		34															

Variante (1): Planning de réalisation selon la méthode utilisée

* Creusement de la demi section supérieure indépendant

* Bétonnage de la voûte indépendant

DESIGNATIONS	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	
COTE ARSENAL																									
COTE ARSENAL																									
Creusement D.S.S																									
Creusement D.S.I																									
Bétonnage radier																									
Bétonnage voût																									

Variante (2) : Planning de réalisation selon la méthode utilisée.

Les quatres groups de taches dépendant