

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MINIER

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté à  
L'Ecole Nationale Polytechnique



## THEME

**ETUDE DE LA GESTION DES TEMPS DU MATERIEL DE FORAGE (METHODE DE GANTT) DANS LA CARRIERE D'AGREGATS DE KEDDARA**

Encadré par :  
Dr. A. AIT YHIATENE

Présenté par :  
M. CHERMAK

Année universitaire: 2002/2003

# *DEDICACE*

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

*A la mémoire de ma regrettée Maman*

## REMERCIEMENTS



Je tiens à remercier au bout de ce travail :

Mon promoteur Dr AIT YAHYIATENE pour les conseils et l'effort qu'il a fournis à mon égard , ainsi que tous les Enseignants qui ont contribué à ma formation .

Les travailleurs de l'Unité de KEDDARA qui m'ont permis de procéder à ce projet, et tout particulièrement les foreurs qui ont été d'une extrême gentillesse envers moi .

Mr A. ZABILA , Ingénieur à ATLAS COPCO , qui m'a été d'une grande aide au cours de ce travail .

Et puis MERCI à toute ma famille pour le soutien moral qu'elle m'apporte , merci à mes parents, à mes frères : Yacine , Loulou et Ifthen et ma petite sœurs Nadia , à Tata Yamina , Khalti Dadich , Khalti Yamina , Khalti Ouardia , Tonton Yahia , Tata Zahia et Tonton Amar , à Yayas et Dachaven et à tous mes cousins et cousines que j'adore .

Merci à ma petite Nine qui a toujours été là pour moi depuis mon enfance , et avec qui j'ai partagé tant d'événements dans ma vie .

Merci à tous mes amis : Aicha, Meriem Douda , Lamia , Malik , Nacima , Feyrouz , Hanane , Amine , Kader , Nadira , Sabrina et Anis Réda à qui je pense très fort , et Hichem .



ملخص:

هذا المشروع يتمثل في تقييم حالة عتاد التقويم لوحدة الكلس بقدارة ، و لاعداد هذا العمل مثلنا بمخطط (قانت) مختلف خطوات التقويم لتحضير ثقب المناجم المنجز بهذا العتاد. بعد ذلك حسبنا تأخرات كل حفرة بالنسبة لثقب من إختيارنا الذي أمكننا أن نحدد الخسارة من ناحية الامتار المقورة ، نظرا للمشاكل العديدة التي ظهرت اثناء عملية التقويم.

#### RESUME :

Ce travail consiste en l'évaluation de l'état du matériel de forage de l'Unité d'Agrégats de KEDDARA. Pour ce faire, nous avons d'abord schématisé par des diagrammes de GANTT les différentes étapes de forage pour l'exécution d'un trou de mine , effectuées à l'aide de ce matériel. Ensuite, nous avons procédé aux calculs des retards par rapport à un trou de référence de notre choix, qui nous a permis la détermination des pertes en mètres forés, suite aux différents problèmes survenus lors du processus de forage .

#### Abstract :

This project, consist on evaluation of drilling material state of Aggregate Unit of KEDDARA . For this execution , first we had drawn GANTT diagram for different steps of drilling, with this existing material . And after that we had calculated delays with regard to a reference hole of our choice , and these delays permit us to determine the meters which we lost in drilling operation :



## MOTS CLES

Ordonnancement, Gestion de projet, Diagramme de GANTT, Foration / Forage, Retards .

# SOMMAIRE



INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

## *PARTIE I : Méthodes d'ordonnement*

<b>1- ORDONNANCEMENT</b>	
1-1- Introduction.....	2
1-2- Buts de l'ordonnement.....	2
1-3- Décomposition du travail est ordonnancement.....	3
1-3-1- Contrôle de la fonction ordonnancement.....	4
1-3-2- Les méthodes d'ordonnement.....	4
1-4- Notions de base. ....	5
1-5- Conclusion.....	7
<b>2- LA METHODE PERT</b>	
2-1- Généralités.....	8
2-2- Présentation du réseau PERT.....	8
2-3- Notions de base.....	9
2-4- Construction d'un réseau PERT.....	11
2-5- Analyse des battements .....	11
2-6- Le PERT probabilisé.....	12
2-7- Le PERT COST.....	13
2-8- Conclusion.....	14
<b>3- Diagramme de GANTT</b>	
3-1- Généralités.....	15
3-2- Présentation du diagramme de GANTT.....	15
3-3- Utilisation du diagramme de GANTT.....	18
3-4- Optimisation.....	18
3-5- Conclusion.....	19

## *PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA*

<b>1- Présentation de l'unité d'agrégats de KEDDARA</b>	
1-1- Historique.....	21
1-2- Localisation Géographique et rattachement administratif de l'unité de KEDDARA.....	21
1-3- Généralités et géologie régionale.....	22
1-4- Généralités sur le gisement.....	26
1-5- Description du front de taille.....	27
1-6- Méthode d'exploitation.....	27



1-7- Mode d'exploitation.....	28
1-8- Aspect qualitatif de l'agrégat.....	29
<b>2- Notions sur le forage d'un trou de mine</b>	
2-1- Caractéristiques de forabilité.....	31
2-2- Genre de forage des trous de mines (en fonction de l'action de l'engin).....	32
2-3- Equipements de forage.....	33
2-3-1- Forage au marteau perforateur « hors trou ».....	33
2-3-2- Forage au marteau « fond de trou ».....	33
2-4- Principe de fonctionnement d'un chariot de foration.....	34
2-5- Equipements et fournitures d'air comprimé.....	35
2-6- Outils de forage.....	36
2-6-1- Les taillants.....	36
2-7- Relation entre vitesse et profondeur de forage.....	38
2-8- Information sur les perforatrices hydrauliques.....	38
2-9- Forage dans la carrière de KEDDARA.....	39
<b>3- Utilisation du diagramme de GANNT pour le processus de forage</b>	
3-1- Relevés des temps de forage et diagrammes de GANTT correspondant.....	43
3-2- Choix du trou de référence.....	61
<b>4- Calculs des retards :</b>	
4-1- Tableaux représentatifs des temps de retards cumulés.....	62
4-2- Synthèse et analyses.....	74
4-3- Calcul du prix de revient.....	75
4-4- Conclusion.....	76
<b>5- SUGGESTIONS.....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>79</b>



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

## *PARTIE I :*

### *LES METHODES D'ORDONNANCEMENT*

## INTRODUCTION GENERALE :



Le projet a pour thème «*Etude de la gestion des temps du matériel de forage (Méthode de GANTT) dans la carrière d'agrégats de KEDDARA*». Notre but principal a été de tenter d'évaluer la fiabilité du matériel de forage de la carrière d'agrégats de KEDDARA. Pour ce faire, nous avons mis en évidence les pertes de temps survenues lors du processus de forage, et traduit ces derniers en nombre de mètre qui auraient pu être forés.

La démarche qu'on a essayé de suivre, est celle de l'ordonnancement auquel nous avons consacré la première partie de cette étude, et nous avons utilisé particulièrement le diagramme de GANTT.

La deuxième partie de ce travail, consiste à l'application du diagramme de GANTT aux différentes données que nous avons obtenues au cours de notre stage au sein de l'unité d'agrégats de KEDDARA. A la fin de cette partie nous avons tenté d'analyser les résultats obtenus et d'émettre des suggestions pour remédier aux défaillances qui peuvent survenir lors de forage des trous de mine.



**1- ORDONNANCEMENT : [16 , 15 , 14]****1-1- INTRODUCTION :**

Les problèmes d'ordonnancement surviennent dans différents domaines . Dans tous les cas un travail est décrit sous forme d'un ensemble de tâches interdépendantes , dont il faut en coordonner l'exécution, en assurant une utilisation cohérente des ressources.

Ordonnancer une production consiste à répondre à cinq questions:

**1- *Quels produits va t-on fabriquer ?***

La réponse est fonction essentiellement de la demande à court terme.

**2- *Où seront-ils fabriqués ?***

C'est à dire dans quels ateliers, sur quelles machines?

**3- *Quand seront-ils fabriqués ?***

A quel moment va t-on démarrer la fabrication de tel ou tel produit ?

**4- *Qui les fabriquera ?***

Quels employés va t-on affecter à la fabrication de tel ou tel produit?

**5- *Combien de temps faudra-t-il pour les fabriquer ?***

Ce temps tiendra compte d'éléments comme la cadence des machines, les temps de changement de série, les pannes éventuelles, les temps de transfert, les temps d'attente.

L'ordonnancement est donc un ensemble de décisions que devra prendre le chef d'atelier ou le responsable du planning concernant différentes opérations à mettre en œuvre pour mener à bien un projet.

**1-2- BUTS DE L'ORDONNANCEMENT :**

L'ordonnancement remplit trois fonctions:

**1- Planification:** des différentes opérations à réaliser sur la période déterminée; des moyens matériels et humains à mettre en œuvre pour réaliser la production.

**2- Exécution:** Mise en œuvre des différentes opérations prédéfinies et suivi des opérations.



3- Contrôle: Comparaison entre planification et exécution; calculs d'écart et analyse des écarts qui peut entraîner des modifications éventuelles au niveau de certaines opérations prédéfinies (par exemple la diminution de certains temps de changement de série qui avaient été surevalués...)

Il s'agit de déterminer le programme optimal d'utilisation des moyens de production permettant de satisfaire au mieux les besoins des clients.

On essaiera donc de faire en sorte que les moyens humains et matériels soient utilisés de la meilleure façon possible tout en essayant de respecter les délais le mieux possible.

Pour établir ce programme, il faudra d'autre part tenir compte d'un certain nombre d'éléments auxquels l'entreprise est soumise dans le cadre de sa politique en matière de production comme:

- La minimisation de la rotation des stocks (d'en-cours, de produits finis).
- La minimisation des coûts (de production, de revient).
- La diminution des délais de fabrication.
- Le plein emploi des ressources.

### **1-3- DECOMPOSITION DU TRAVAIL ET ORDONNEMENT:**

Dans l'organisation du travail que nécessite la réalisation d'un projet , on a généralement recours à une hiérarchie d'abstraction décomposant progressivement le travail en unités plus petites .

Chaque niveau de décomposition a pour but d'éclater le travail en tâches élémentaires, caractérisées par une durée et /ou un ensemble précis de moyens acquis .

Cette décomposition met aussi en évidence des contraintes qui rendent les tâches interdépendantes (liens de succession, synchronisation..Etc.) . Ainsi les problèmes d'ordonnement apparaissent dès lors qu'une certaine décomposition du travail en tâches est proposée.

### 1-3-1- Contrôle de la fonction ordonnancement :

#### a)- Problèmes d'ordonnancement statique / dynamique :

Un problème d'ordonnancement est dit *statique* , si l'ensemble des informations nécessaires à sa résolution est fixé préalablement, et n'est pas remis en cause durant la résolution ( c.à.d l'ensemble des tâches , des ressources et leurs caractéristiques) . La solution alors, est *un plan prévisionnel*.

Lorsque le plan prévisionnel dispose d'une certaine souplesse (Ex : marges temporelles associées aux tâches, permutation possible entre tâches ..etc. ). La génération et le contrôle de ce plan dans ce cas, posent un problème *d'ordonnancement dynamique* . Sa résolution peut être envisagée à travers une suite de résolutions de problèmes statiques . Chaque phase débutant par une prise d'information permettant d'actualiser le modèle du problème à résoudre.

#### b)- Définition générale du problème d'ordonnancement :

*Le problème d'ordonnancement* consiste à organiser dans le temps la réalisation, de *tâches*, compte tenu des contraintes temporelles et / ou contraintes portant sur l'utilisation et la disponibilité des ressources requises.

Un ordonnancement constitue une solution au problème d'ordonnancement. Il décrit l'exécution des tâches et / ou l'allocation des ressources au cours du temps et vise à satisfaire un ou plusieurs objectifs.

#### c)- Définition d'une ressource :

Une ressource est un moyen technique ou humain destiné à être utilisé pour la réalisation d'une tâche, et disponible en quantité limitée.

### 1-3-2- Les méthodes d'ordonnancement.

Elles peuvent se regrouper en deux grandes familles, selon le principe de base qu'elles utilisent:



*a)- Les méthodes de type diagramme (diagramme de GANTT Henry Laurence GANTT (1861-1919) :*

Représentation graphique du planning des tâches sous forme de barres horizontales dont la longueur indique la durée et la position de la date de réalisation. Les dépendances entre tâches ainsi que le chemin critique peuvent être mis en évidence.

Le diagramme de GANTT permet de visualiser facilement le déroulement du projet, ainsi que de prévoir suffisamment à l'avance les actions à penser ou à faire comme la commande de matériel qui prend parfois beaucoup de temps. On pourra aussi gérer plus facilement les conflits de ressources et les éventuels retards en visualisant l'impact de ceux-ci sur le déroulement du projet.

En outre, le diagramme de GANTT est un bon outil de communication avec les différents acteurs du projet

*b) La méthode PERT :*

Technique d'établissement et de remise à jour des programmes, créée en 1958 pour l'US Navy. Cette méthode n'utilise que des liaisons directes (fin, début) non explicitées, exprimées implicitement dans des étapes, et représentées graphiquement par un diagramme fléché.

PERT est une représentation graphique de l'organigramme des tâches du projet sous forme d'un réseau avec indication des dépendances entre tâches, des durées et des dates de réalisation. Le chemin critique peut être mis en évidence .

**1-4- NOTIONS DE BASE :**

**a) - Tâches et nœud :**

Une tâche est une opération de production à placer sur un planning .(Elle fait avancer une œuvre vers son état final).

Un nœud (sommet ou étape) est le début ou la fin d'une tâche (voir figure 1) .



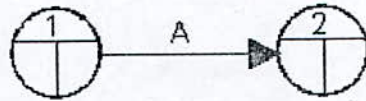


Figure 1 : Tâche et nœud.

A : Tâche                      1, 2 : Nœuds (étapes ou sommet)

**b)- Définition du « chemin critique » :**

Un chemin est une séquence d'arcs (flèches) ou de barres tels que la fin de l'un soit le début du suivant.

Puisque le but principal des méthodes d'ordonnement consiste à fixer une date à chacun des nœuds, autrement dit, à déterminer un début et une fin pour chacune des tâches, on détermine ainsi *le chemin critique* (surtout pour la méthode PERT), c'est à dire l'ensemble des opérations dont la durée entre l'origine et l'extrémité du réseau est la plus longue.

Le chemin critique permet de :

- Trouver le temps minimal du projet.
- Mettre en évidence la suite des tâches élémentaires sur laquelle le moindre retard a une influence sur le délai du projet globale.
- Calculer sur les autres tâches la marge dans laquelle un retard n'a aucune influence sur le délai global (marge libre de tâches).

Tout retard pris sur l'une des tâches du *chemin critique* entraîne du retard dans l'achèvement de l'ouvrage.

**c)- contraintes :**

Une contrainte est une relation existant entre deux tâches. Il existe plusieurs types de contraintes (de personnel, de trésorerie, des contraintes techniques ... etc.).

Dans les méthodes d'ordonnement les contraintes s'expriment le plus souvent sous forme de contraintes de succession (par exemple : pour que l'opération B commence, il faut que l'opération A soit commencée ou finie) .

Si une opération ne peut s'effectuer avant que la précédente ne soit terminée, il s'agit d'une *contrainte fin-début*.

Si une opération ne peut débuter que si la précédente est elle-même commencée, il s'agit d'une *contrainte début-début*.

Si une opération ne peut être terminée que si la précédente est achevée, il s'agit d'une *contrainte fin-fin*.

#### d)- Marge :

- 1- **Marge totale** : C'est la durée dont on peut augmenter une tâche sans que le cycle de production ne soit modifié.
- 2- **Marge libre (battement)** : Elle définit le laps de temps pendant lequel on peut déplacer une opération sans perturber les opérations suivantes et précédentes .

$$Mrl = Td - Tf$$

*Mrl* : Marge libre.

*Td* : Date de début au plus tôt de l'opération suivante .

*Tf* : Date de fin au plus tôt de l'opération étudiée .

#### e)- Terminologie:

Deux tâches qui se succèdent immédiatement, sont appelées: *tâches successives*

Deux tâches sont dites *simultanées* quand elles commencent en même temps.

Deux tâches sont dites *convergentes* lorsqu'elles précèdent une même tâche.

#### 1-5- CONCLUSION :

L'ordonnement est souvent décrit comme une fonction particulière de décision au sein d'un système de gestion du travail concernant la production de biens, d'ouvrages ou de services.



## 2-LA METHODE PERT : [15 , 16]

### 2-1-GENERALITES :

PERT = *Program Evaluation and Review Technic* (Programme d'évaluation et de réalisation de technique)

Le P.E.R.T. est une méthode consistant à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui grâce à leur dépendance et à leur chronologie concourent toutes à l'obtention d'un produit fini.

Cette technique a été utilisée pour la première fois vers la fin des années cinquante (1957-1958), par la marine américaine dans le projet de réalisation de ses missiles à ogive nucléaire POLARIS : dans le but de gagner du temps (d'ailleurs la durée du projet initiale prévue de 7 ans a été réduite à 4 ans) .

Dans le cadre de ce projet la méthode P.E.R.T a permis de coordonner les travaux de près de 6000 constructeurs dans les délais imposés par le gouvernement américain.

Le projet POLARIS représentait entre autres:

- 250 fournisseurs,
- 9000 sous-traitants,
- 7 ans de réalisation (initialement).

Cette méthode s'est ensuite étendue à l'industrie américaine puis à l'industrie mondiale.

### 2-2- Présentation du P.E.R.T :

La méthode PERT s'attache surtout à mettre en évidence les liaisons qui existent entre les différentes tâches d'un projet et à définir le chemin dit " critique " .

Le graphe PERT est composé d'étapes et de tâches (ou opérations).

On représente les tâches par des flèches. La longueur des flèches n'a pas de signification (contrairement aux barres du diagramme de GANTT) ; il n'y a pas de proportionnalité dans le temps.

**2-3- Notions de base :****a) – Les tâches :**

La construction d'un réseau P.E.R.T suppose au préalable l'établissement de toutes les tâches qui constituent le réseau.

**b)- Réseau (ou graphe) :**

On appelle réseau ou diagramme PERT, l'ensemble des tâches et des étapes qui forment le projet. Toute tâche complexe, composée de phénomènes élémentaires, est représentée conventionnellement par un réseau. La représentation graphique du réseau permet de visualiser l'ensemble des contraintes entre les tâches. Un graphe est d'abord un ensemble de sommet reliés entre eux. Les liaisons sont des flèches si elles sont orientées et des arrêtes si elles ne le sont pas. Un réseau possède toujours une étape de début et une étape de fin.

On lit un réseau gauche à droite. Les flèches sont orientées dans ce sens. Il n'y a jamais de retours (On ne peut représenter une tâche que par une seule flèche).

On peut préciser le réseau en indiquant dans chacun des nœuds :

- La date au plus tôt : En partant du début du réseau et en sélectionnant la plus tardive des différentes dates possibles lorsque plusieurs flèches arrivent au sommet.
- La date au plus tard : En partant de la fin du réseau et en choisissant la plus précoce des différentes dates possibles lorsque plusieurs flèches partent du sommet.

**c)- Représentations :**

*c-1)- Tâches successives : (voir figure 2).*



Figure 2 : Tâches successives.



c-2)- Tâches *simultanées* : (voir figure 3).

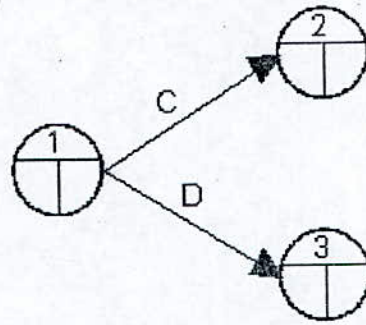


Figure 3 : Tâches simultanées.

c-3)- Tâches *convergentes*: (Voir Figure 4).

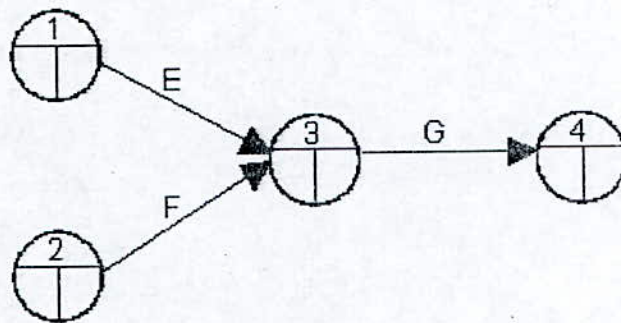
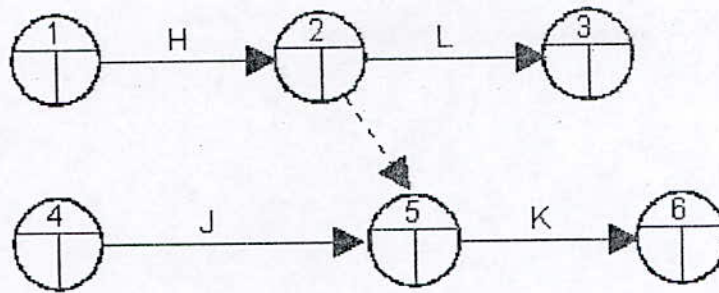


Figure 4 : Tâches convergentes.

Parfois, il est nécessaire d'introduire des *tâches fictives*. Une tâche fictive a une durée nulle. Elle ne modifie pas le délai final. Par exemple, si la tâche K succède aux tâches H et J, et que la tâche L succède seulement à la tâche H, on représentera le problème de la manière suivante:



#### 2-4- Construction d'un réseau P.E.R.T :

Avant d'énumérer les différentes phases qui nous permettent la construction d'un réseau P.E.R.T, il convient de signaler que :

- La date du début d'une tâche en aval s'obtient à partir de la plus tardive des dates de début des tâches qui la précèdent (amont) et en ajoutant la durée de la tâche.
- La date de début d'une tâche en amont s'obtient à partir de la plus précoce des dates de début des tâches qui la suivent (aval) et en retranchant la durée de la tâche.

La construction d'un réseau P.E.R.T s'effectue alors dans l'ordre chronologique suivant :

- 1- Etablissement d'une liste de tâches (précise et détaillée)
- 2- Détermination des antériorités des tâches les unes par rapport aux autres.
- 3- Construction des graphes partiels
- 4- Regroupement des graphes partiels
- 5- Détermination des tâches de début et de fin de l'ouvrage .
- 6- Construction du réseau.

#### 2-5 – Analyse des battements :

Sur les tâches ne figurant pas sur le chemin critique on dispose de " battements " (ou marge libre) dont l'évaluation est d'une grande importance pour optimiser la gestion.

En dehors du chemin critique l'examen des battements - c'est-à-dire des temps libres-permet, sans modifier le délai global, d'aménager le déroulement du programme en fonction de critères différents du critère principal de durée:

- *Diminution des coûts* car il y a souvent une relation inverse entre la durée de réalisation d'une tâche et son coût.

- *Meilleur équilibre du plan de charge de l'entreprise*, notamment quant à la répartition des ressources en personnel. Pour ce dernier en effet il est souhaitable, tant sur le plan des



coûts que du point de vue social, de rechercher un effectif constant. Un ordonnancement judicieux des tâches (décalages ou modification de la durée d'exécution des tâches non critiques) permet une égalisation des besoins en main d'œuvre dans de nombreux cas;

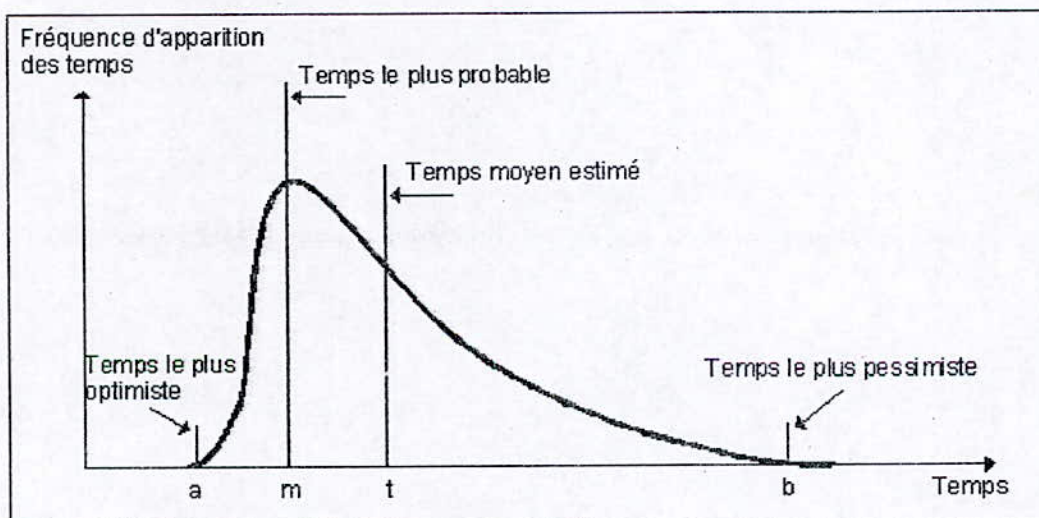
- suppression d'un goulet d'étranglement provenant de la réalisation simultanée de plusieurs opérations utilisant les mêmes facteurs de production.

## 2-6- Le PERT probabilisé

La détermination des durées des différentes opérations composant un projet peut s'effectuer de différentes manières:

- par chronométrage,
- par expérience des temps passés,
- par simulation.

On s'aperçoit que bien souvent, la courbe des temps correspondant à une tâche particulière a la forme suivante:



Ce qui correspond à une distribution de probabilité du type  $\beta$ .

Pour la durée de chaque tâche, on peut ainsi définir:

- le temps le plus optimiste: a,

- le temps le plus probable:  $m$ ,
- le temps le plus pessimiste:  $b$ .

Ce qui nous permet de calculer, dans le cadre de cette loi, un temps moyen estimé de chaque tâche:

$$t = (a + 4m + b) / 6$$

Et l'écart type correspondant:

$$\sigma^2 = (b - a)^2 / 6$$

Pour établir le graphe PERT, définir les dates au plus tôt, les dates au plus tard et la durée du projet, on utilisera les temps moyens estimés de chaque tâche.

La détermination de l'écart type relatif à l'ensemble du projet nous permettra de connaître les probabilités de réalisation de celui-ci (les tâches étant indépendantes).

### 2-7- Le PERT COST.

Le PERT COST consiste en l'adjonction de procédures d'analyse des coûts au PERT traditionnel.

On recherche les coûts correspondant à un ensemble de tâches homogènes.

- coût de la main d'œuvre,
- coûts directs liés au travail,
- coûts indirects liés au travail.

Le coût global du projet, se calcule en faisant la somme des différents coûts de tous les groupes de tâches intermédiaires.

Le niveau de ce coût global du projet, ne remet en général pas en cause l'ordonnement établi. Pourtant, on pourrait considérer qu'un coût minimum puisse être un objectif du réseau PERT.



**2-8- Conclusion :**

La méthode PERT permet, lors de réalisation d'un projet, d'optimiser les délais dont on dispose et d'enchaîner les différentes tâches ou travaux sans perte de temps.

Elle permet également d'utiliser au mieux ses ressources matérielles ou humaines. Pour ce faire il faut :

- Construire un réseau des tâches et des étapes.
- Déterminer le chemin critique et en déduire les marges des autres étapes.
- Répartir au mieux ses ressources en fonction des résultats obtenus.

### 3- LA METHODE DE GANTT : [ 14, 15]

#### 3-1- Généralités:

La méthode de GANTT est une méthode de type diagramme, créée vers 1918, encore très répandue.

On peut en utiliser la technique sans pour autant présenter le diagramme.

Elle consiste à déterminer la meilleure manière possible de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter sur une période déterminée en fonction:

- des durées de chacune des tâches;
- des contraintes d'antériorité entre les différentes tâches,
- des délais à respecter,
- des capacités de traitement (qui peuvent évoluer en fonction du temps supplémentaires accordées, des investissements réalisés... etc.).

Le diagramme de GANTT est certainement le type de représentation le plus ancien, le plus répandu et le plus simple pour visualiser graphiquement l'exécution des tâches et /ou l'occupation des ressources au cours du temps.

A chaque tâche est associé un segment (ou barre) horizontal de longueur proportionnelle à la durée du traitement.

#### 3-2- Présentation du GANTT.

Il faut tout d'abord:

- Définir le projet à réaliser,
- Identifier les différentes opérations à réaliser dans le cadre du projet,
- Déterminer les durées de ces différentes opérations,
- Mettre en évidence les liens entre ces différentes opérations.

*Exemple:* On veut organiser la production d'un poste de travail pendant une semaine.

Les opérations à réaliser sont :



Réf des pièces à produire	Durée de fabrication
A	3 heures
B	6 heures
C	4 heures
D	7 heures
E	5 heures

Les liens entre les différentes opérations et pour respecter les délais clients, il est nécessaire de fabriquer:

Les opérations B et D se font après la fin de l'opération A ( B et D sont des tâches simultanées ),

*L'opération C se fait après l'opération B ( L'opération B et C sont des tâches successives )*

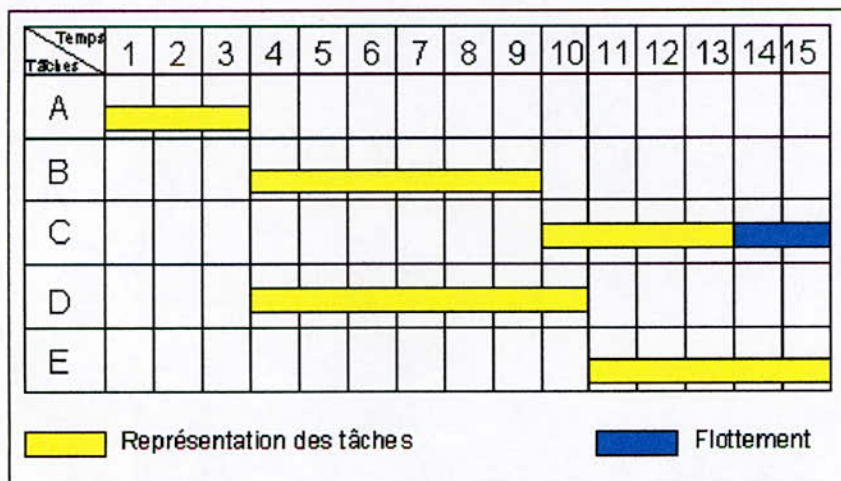
L'opération E se déroule après l'opération D ( Tâches successives ).

Le diagramme de GANTT se présente sous forme d'un tableau quadrillé où:

- chaque colonne correspond à une unité de temps,
- Chaque ligne correspond à une opération à réaliser.

On définit une barre horizontale pour chaque tâche; la longueur de celle-ci correspond à la durée de la tâche. La situation de la barre sur le graphique est fonction des liens entre les différentes tâches.

Ainsi, le GANTT correspondant à l'exemple précédent est le suivant :



**Figure : Représentation du diagramme de GANTT**

Le diagramme de GANTT classique utilise le critère de représentation suivant :

- On commence le plus tôt possible les tâches qui n'ont pas d'antécédent, puis on représente les tâches ayant pour antécédent les tâches déjà représentées et ainsi de suite. Ce système conduit à créer des stocks, et ne correspond pas à un système juste à temps.

On peut cependant le modifier en commençant les tâches au plus tard.

Pour définir les liens entre les différentes tâches d'un projet, différentes possibilités existent :

- Priorité à la fabrication du produit ayant la date de livraison la plus rapprochée (pour respecter les délais).
- Première commande confirmée, première commande exécutée (ce qui n'est pas forcément une bonne solution, car elle peut conduire à augmenter les stocks).
- Priorité à la tâche dont la durée est la plus courte (méthode qui permet de diminuer le temps de changement de série).
- Priorité à la tâche ayant la plus petite marge.

$$marge = tr - tt$$

$tr$  : temps restant à courir jusqu'à la livraison

$tt$  : temps total d'achèvement

- Priorité à la tâche ayant le ratio critique le plus faible.

$$\gamma = tr / \sum to$$



$\gamma$  : Ratio.

$tr$  : temps restant à courir jusqu'à la livraison

$to$  : temps des opérations restant à effectuer

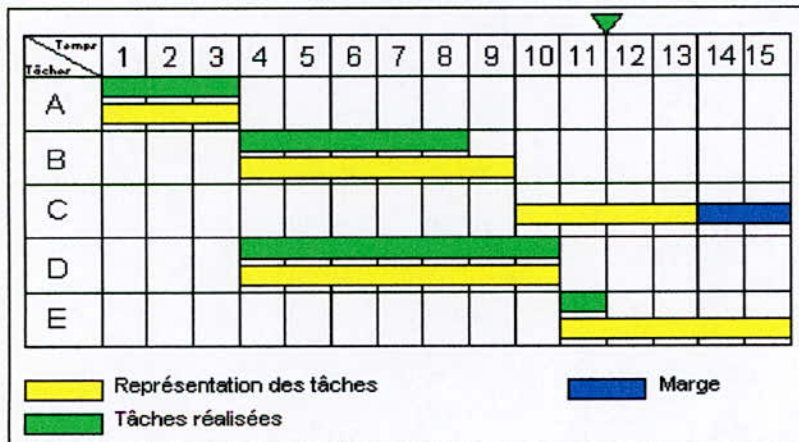
Ces deux derniers critères ont pour objectif de tenir compte à la fois des délais et des temps de fabrication.

### 3-3- Utilisation du diagramme.

Il permet de visualiser l'évolution du projet, de déterminer sa durée de réalisation.

On peut mettre en évidence les flottements existants sur certaines tâches, (le flottement correspond au temps de retard qu'on peut avoir sur une tâche, sans pour autant augmenter la durée globale de réalisation du projet).

On peut représenter la progression du travail sur le diagramme et connaître à tout moment l'état d'avancement du projet.

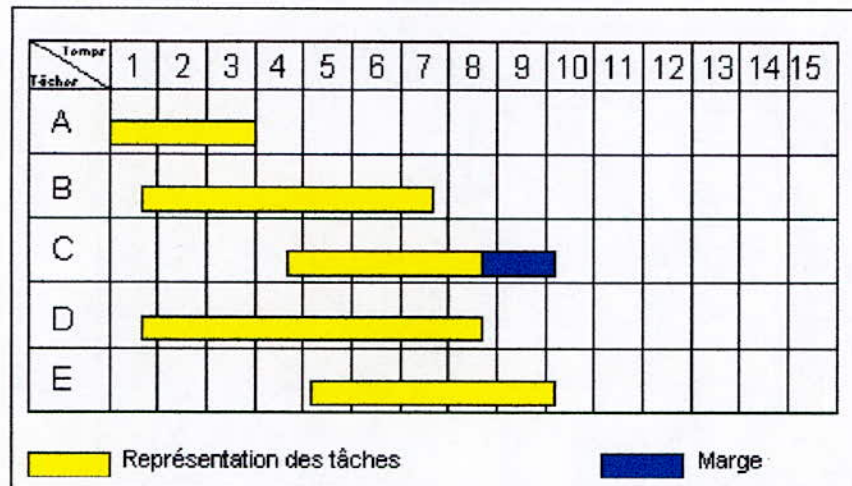


### 3-4- Optimisation.

Il est possible de raccourcir le délai total de fabrication quand il n'est pas nécessaire d'attendre qu'une tâche antérieure soit entièrement terminée pour démarrer la suivante. Le calcul du délai optimum est alors fonction du personnel compétent disponible, du matériel et des coûts engendrés.

Dans l'exemple précédent, si l'on considère que on peut démarrer les tâches B et D alors que 20% de la tâche A est effectuée, et que les tâches B et E peuvent démarrer alors que 50%

Des tâches précédentes (B et D) sont effectuées, Le diagramme de GANTT sera alors le suivant :



On aura gagné près de 5 heures sur le délai précédent.

### 3-5- Conclusion.

Aujourd'hui, de nombreux logiciels de gestion de production utilisent la méthode GANTT. Le diagramme de GANTT est un outil très simple à comprendre et à utiliser. Son utilisation est limitée aux problèmes simples ne comportant pas de nombreuses tâches.

Le GANTT est avant tout une méthode de visualisation.



***PARTIE II :***

***APPLICATION DE LA METHODE DE GANTT AU  
FORAGE DE L'UNITE D'AGREGATS DE  
KEDDARA***

## **1-PRESENTATION DE L'UNITE D'AGREGATS DE KEDDARA : [2, 8,12 ]**

### **1-1- HISTORIQUE :**

Les différents travaux de recherche pour le gisement de calcaire de KEDDARA ont été réalisés par l'unité de recherche de Tizi-Ouzou. Les travaux de prospection préliminaires sur ce gisement ont été faits en 1974, à l'issue desquels une estimation de 14,9 millions de tonnes de réserves de catégorie « C » a été mise en évidence.

L'ouverture de la carrière, la préparation de quelques gradins ainsi que le montage de la station de concassage , se sont effectués entre 1975 et 1978 (par la SONAREM) . Quant à l'entrée en production, elle débuta en Novembre 1978. Il est à signaler qu'une prospection détaillée a été réalisée entre la fin de 1978 et le début de 1979.

### **1-2- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET RATTACHEMENT ADMINISTRATIF DE L'UNITE DE KEDDARA :**

L'unité de production d'agrégats de KEDDARA se trouve à (45 Km) à l'est d'ALGER et à (1,2 Km) au sud-ouest de la localité de KEDDARA.

La route nationale numéro (29) rattachant BOUDOUAOU à LAKHDARIA passe à environ (1 Km) au nord du gisement.

La localisation du gisement est plus précisément définie par les coordonnées Lambert au centre du gisement :

$$X = 568,600.$$

$$Y = 396,000.$$

Administrativement, ce gisement appartient au territoire de la wilaya de BOUMERDES dans la commune de BOUZEGZA-KEDDARA.

Les limites nord-est et sud de l'unité sont des terrains à vocation agricole privés, la limite ouest est l'oued de KEDDARA.



Le périmètre de l'exploitation est schématisé par un polygone aux cotés rectilignes d'une superficie de 47 hectares.

### **1-3- GENERALITES ET GEOLOGIE REGIONALES :**

#### **1-3-1- Géomorphologie :**

La région d'étude présente dans une large proportion, un relief montagneux à aspect fortement tourmenté, avec des côtes absolues allant de (200m à 1030m), les formes positives du relief sont constituées par des massifs de calcaire allongé dans la direction latitudinale, parmi ces formes nous pouvons citer le DJEBEL BOUZEGZA.

#### **1-3-2- Orohydrographie :**

Le réseau hydrographique est particulièrement dense, mais si les cours d'eau sont nombreux, cependant leur régime sont irréguliers et capricieux.

Ils connaissent des périodes de tarissements au cours de longs mois d'été, les plus importants de la région sont l'Oued ISSER et l'Oued KEDDARA, sur lesquels d'ailleurs deux barrages ont été édifiés et qui couvrent actuellement en grande partie les besoins industriels et domestiques en eau des agglomérations d'ALGER et de BOUMERDES. On notera également la présence de quelques sources d'eau dans les environs.

#### **1-3-3- Climat :**

Le climat de la région est de type méditerranéen. Les températures minimales sont enregistrées durant les périodes hivernales et varient de (0°C à 8°C), quant aux maximales, elles sont enregistrées en été et peuvent atteindre les (44°C). La pluviométrie annuelle varie en moyenne de (400mm) à (1000mm).

#### **1-3-4- Géologie de la région :**

Géologiquement la région fait partie du territoire de l'atlas tellien dans la terminaison périclinale de la chaîne calcaire, longeant DJEBEL BOUZEGZA à l'ouest jusqu'à KOUDIAT EL MAROUN à l'est.

Sa structure comporte des roches d'âge précambrien ou quaternaire représentées essentiellement par:

**1-3-4-1- Précambrien :**

Caractérisé essentiellement par une variété de schistes métamorphisés (phyllithes) , quartz siricite , chlorite, parfois intercalés par des banc étroits de quartzites gris et gris clairs, ainsi que des calcaires gris et gris bruns au sud du village de KEDDARA. La puissance des dépôts est supérieure à (200m) .

**1-3-4-2- Trias :**

Très répandu aux limites de la chaîne calcaire où l'on rencontre surtout des grès quartzeux et arkoses rouges. Ces terrains renferment des intercouches de gravelites et de poudings. Il arrive aussi parfois que l'on rencontre des couches d'argile rose et lilas. L'épaisseur de ces dépôts est d'environ (500m) .

**1-3-4-3- Jurassique :**

a)- Jurassique inférieur (Lias) : Subdivisé en deux unités :

- *Unité inférieure* : Essentiellement constituées de calcaires et de dolomies massives gris clairs . Sa puissance est d'environ 500m.
- *Unité supérieure* : Observée sur les versants sud de DJEBEL BOUZEGZA et DRA SAHAR en concordances sur les calcaires massifs de l'unité inférieure, Elle est principalement constituée de calcaires argileux gris et lilas d'une puissance de (150m) environ .

b)- Jurassique supérieur (Malm) : Rencontré sous forme de petites écailles au niveau d'un grand accident sublatitudinal longeant le versant sud de la chaîne calcaire entre les terrains du crétacé supérieur et du paléogène . Il est constitué d'argiles rougeâtres , avec des radiolarites siliceuses de couleur verdâtre.

**1-3-4-4- Crétacé :**

Représenté par le Crétacé inférieur et le Crétacé supérieur :

a)- Crétacé inférieur : c'est essentiellement des formations flyschoides, subdivisées en : Néocomien, Aptien et Albien.



1- *Néocomien / Aptien* : Elle est en forme de bandes sublatitudinales , vers l'ouest de l'Oued ISSER . Il repose sous forme d'une grande écaille représenté par des alternances régulières de couches de grès quartzeux blancs gris, et d'argilites. La puissance de la formation varie de (500m) à (700m) .

2- *Aptien / Albien* : Formée de flyschoides par une alternance régulière de grès et surtout d'argilites d'une épaisseur avoisinant les (100m) .

*b)- Crétacé supérieur* : Il est en contact avec les dépôts du crétacé inférieur et du paléogène, délimité de ces derniers par des accidents disjonctifs surtout.

Ce niveau est représenté par des marnes schisteuses uniformes, gris et gris foncé, assez massives par endroit, d'une puissance dépassant les (100m) .

#### **1-3-4-5- Paléogène :**

Subdivisé en deux unités : Eocène et Oligocène .

##### a)- Eocène :

1- *Eocène moyen (Lutétien)* : Rencontré sous forme de blocs tectoniques, en nappes et en écailles, se sont des calcaires massifs gris et gris clairs , renfermant plusieurs foraminifères . L'assise est d'une puissance d'environ (100m) , au dessus de laquelle repose une formation flyschoides , formée de grès grisâtres alternés avec des argiles ,calcaires gris et des marnes. Ces dépôts ont une puissance approchant les (100m) .

2- *Eocène supérieur* : C'est une formation flyschoides en lits moyens avec présence d'Arkoses, calcaires grisâtres alternés avec des marnes micacées grises, gris verdâtre. Dans les parties sud étudiées, cette formation flyschoides incorpore des couches de conglomérats polygéniques, ( par endroit ces couches ont 5m de puissance ) . Les puissances de ces dépôts est de (600m) à (800m) .

*b)- Oligocène :* C'est une série puissante de flyschs alternée par des grès et des marnes prédominant les grès arkosés , calcaires polygéniques grossier, gris assez consistant, en gros bancs ( jusqu'au gravelites ).

Dans la partie supérieur de la coupe de l'assise , on remarque une alternance de bancs puissants de (5m) à (10m) de grès gris, calcaires, quartz micacés et des marnes micacées, sa puissance atteint les centaines de mètres.

#### ***1-3-4-6- Quaternaire :***

Représenté par différents types génétiques :

a)- Type alluvionnaire : Se trouvant dans les lits actuels des oueds et sur les terrasses.

b)- Type diluviaux / proluviaux des creux et versants.

c)- Travertins formés par des sources qui sortent en surface en traversant des couches carbonatées.

L'épaisseur des dépôts quaternaire varie de (1,5m) et (3m) .

#### ***1- 3-4-7- Roches intrusives :***

Se sont essentiellement des Métagabbrodiorites et des Granitogneiss.

*1)- Métagabbrodiorites :* Se sont des roches massives schisteuses en grains fins verdâtres et gris verdâtre avec des traces nettes de modifications telles qu'une teneur élevée en chlorite, une carbonatation... etc.

*2)- Granitogneiss :* Se généralement des roches grises à gris clair et parfois (rarement) rosâtres comportant de (50%) à (70%) de feldspaths (20% à 30%) de quartz et de micas clairs.



### **1-3-5- Tectonique de la région :**

La région est affectée principalement par des accidents discontinus , où l'on distingue deux familles de plan de failles :

1- Nord 100° à 290°.

2- Nord 55° à 65°.

Avec un pendage raide de (60°) environ . On notera également l'existence de cavités karstiques, généralement remplies par des argiles très oxydées . Il existe aussi des diaclases stériles formant un réseau de cassures dans toutes les directions.

### **1-4-GENERALITES SUR LE GISEMENT :**

#### **1-4-1- Caractéristiques géologiques du gisement :**

Le gisement de KEDDARA occupe la dorsale de la chaîne calcaire qui se prolonge de DJEBEL BOUZEGZA à l'ouest jusqu'à KIEL MAROUAN à l'est.

Le gisement de KEDDARA est associé à un bloc tectonique qui se prolonge sur 20Km, constitué de calcaires bréchiques en direction Nord-Est , et de grès , de marnes et de schistes argileux vers la direction Nord . Ces dernières substances sont considérées comme substances utiles dans ce gisement. A considérer aussi comme substances utiles les calcaires lutétiens.

Des calcaires gris et gris foncé en petits cristaux avec de nombreuses petites coquilles de numilites (1cm à 2cm) sont fortement cimentés avec les roches encaissantes.

La roche est massive avec de nombreux filonnets ramifiés de calcite blanche cristalline comportant des intervalles sporadiques de baradiques à grands cristaux.

Les coquilles de numilites qui constituent 80% à 90% de la roche cimentée par une calcite à grands cristaux et dolomie . Dans les calcaires la dolomitisation diminue avec la

profondeur et cède la place à une minéralisation : dolomie , calcite et sidérite, et dolomie calcite.

#### **1-4-2- Tectonique du gisement :**

Dans le gisement , on note la présence d'une faille stérile sur le front de taille nord de la carrière d'une direction NNE-SSW avec un pendage plus ou moins prononcé vers le NNO ( en faisant évaluer progressivement la roche saine en une roche légèrement altérée ).

On remarque aussi l'existence des failles intraformationnelles dans toutes les directions, ainsi que des diaclases qui sont très fréquents .

Dans la partie Est du gisement , les entailles de la carrière ont mis en évidence dans le zone de la faille des brèches tectoniques grès-calcaires , avec une puissance visible de 28m . Selon leurs propriétés physico-mécaniques , elles peuvent être employées dans la production des agrégats et estimées par conséquent comme substances utiles .

#### **1-4-3- Hydrogéologie du gisement :**

Le gisement de KEDDARA n'a pas fait l'objet de recherches poussées ou approfondies sur le plan de l'hydrogéologie. Il est tout de même important de signaler, qu'aucun sondage n'a fait la rencontre d'eaux souterraines .

#### **1-5- DESCRIPTION DU FRONT DE TAILLE DE LA CARRIERE :**

Le front de taille a une hauteur totale d'une centaines de mètres environ, il est exploité en huit (08) gradins de douze mètres (12m) de haut épuisé. Mais il reste toutefois le niveau (212-200) qui est en exploitation, et un dernier gradin (le plus bas) , le niveau (200-188) non encore ouvert. L'angle du talus est de 85°.

#### **1-6- METHODE D'EXPLOITATION**

La méthode utilisées pour l'exploitation du gisement de la carrière de KEDDARA, est celle par tranchées horizontales successives en pleine largeur .La progression de l'extraction est qui est globalement verticale se fait par tranchées horizontales, conduites successivement jusqu'au contour finale . La tranchée inférieure ne démarre que peu après la fin de la tranchée précédente



### **1-7- MODE D'EXPLOITATION :**

#### **1-7-1- Le forage :**

Il se fait à l'aide de deux chariots de forage (compresseur + crawlers). Les trous obtenus ont une profondeur variant de (13m) à (15m) (tout dépend de la qualité du terrassement), et ils sont subverticaux ( $85^\circ$ ), quant au diamètre des trous de mine, il est de (89mm). La distance entre les trous de mine est d'environ (2m).

#### **1-7-2- Le plan de tir :**

Les paramètres du plan de tir de l'unité de KEDDARA sont les suivants :

- Ligne de moindre résistance :  $w = 3m$ .
- La sous foration :  $L_s = 1m$ .
- Le bourrage :  $B = 3m$  .
- Espacement entre les trous :  $a = 2.8m$  .
- Espacement entre les lignes :  $b = 2.6m$  .

Le nombre de rangées de trous est généralement égale à quatre (4) . Dans chaque trou on introduit (75%) d'Amphomil et (25%) d'explosif amorce.

#### **1-7-3- Le chargement :**

Le chargement dans l'unité d'agrégats de KEDDARA se fait à l'aide de chargeuses sur pneus de type « W.A.600 » . Ces dernières sont dotées d'un godet d'une capacité de ( $6m^3$ )

La production horaire de ces engins en fonction de la taille du godet et du nombre de cycle :

$$P_{th} = G * N \quad \text{où : } G : \text{capacité du godet en } m^3 = 6 .$$

N : Nombre de cycles par heure = 120

Donc :

$$P_{th} = 720 \text{ m}^3 \text{ foisonnés .}$$

**1-7-4- Le transport :**

Le transport du tout venant se fait à l'aide de trois (6) camions DUMPER . La distance entre la carrière et la station de concassage est de l'ordre de quelques centaines de mètres, ce qui permet une bonne régulation en alimentation de la station de concassage .

**1-8- Aspect qualitatif de l'agrégat :**

*a)- Composition chimique :*

<i>Composé</i>	<i>Pourcentage</i>
CaO	37,88 %
MgO	0,78 %
SiO <sub>2</sub>	2,49 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61 %
PAF	42,22 %

*b)- Propriétés physico-mécaniques :*

- Poids spécifique.....2,71 T/m<sup>3</sup> .
- Poids volumique.....2,66 T/m<sup>3</sup> .
- Porosité.....2 % .
- Résistance mécanique.....622 Kg/cm<sup>2</sup> .
- Coefficient de Los Angeles.....22,72 % .



- Equivalent en sable.....32 % .
- Densité apparente.....1,44 T/m<sup>3</sup> .
- Densité absolue.....2,72 T/m<sup>3</sup> .
- Absorption d'eau.....0,44 % .

***c)- Destination ou domaine d'utilisation :***

Les produits de la carrière d'agrégats de KEDDARA est principalement destiné :

- Au revêtement des chaussées.
- Au ballast pour les voies ferrées.
- A la fabrication du béton pour des applications diverses , et certains matériaux de construction .

**2- NOTION SUR LE FORAGE D'UN TROU DE MINE : [1, 10,13]**

**2-1)- Caractéristiques de forabilité :**

Le forage des trous de mine est un processus difficile et surtout dans les roches cristallines. Le rendement de forage des trous de mine se détermine par la vitesse de forage  $V_f$ , qui dépend de :

- La capacité des roches à la destruction sous l'action de l'engin de forage.
- Le type et la forme de la sondeuse, sa méthode d'action sur le chantier (percussion, rotation, roto percussion, à éclatement thermique, à vis ...etc.)
- De la pression et de la vitesse de l'engin de forage.
- Des diamètres et des profondeurs des trous de mine.
- De l'organisation générale et de l'émergence de la production.
- De la vitesse et de la méthode d'évacuation des roches détruites.

Tous ces facteurs cités, déterminent les paramètres technologiques des engins de forage, dont le choix se fait en tenant compte de la forabilité de la roche  $I_f$ , qui définit l'aptitude de la roche à être forée sous l'action de l'engin de forage :

$$I_f = 0,007(Rc + Rc_{is}) + 0,7\gamma$$

$\gamma$ : Densité de la roche forée [ $g/cm^3$ ].

$Rc_{is}$  : Résistance au cisaillement. [ $Kgf/ cm^2$ ]

$Rc$  : Résistance à la compression. [ $Kgf/ cm^2$ ]

En fonction de  $I_f$ . Les roches minières se classent en cinq catégories :

Classe	$I_f$	Désignation
I	1 - 5	Facilement forable.
II	6 - 10	Moyennement forable.
III	11 - 15	Difficilement forable.
IV	16 - 20	Très difficilement forable.
V	21 - 25	Extrêmement difficilement forable.



**2-2)- Genre de forage des trous de mine (en fonction de l'action de l'engin) :**

Le forage des trous de mine dans les carrières se réalise au moyen d'engins spéciaux répartis en deux groupes :

*a)- Engins d'action mécaniques :* Dans la taille du trou : percutant, rotatif, roto percutant.

*b)- Engins d'action physique :* Sur la taille du trou : thermique, hydraulique, d'explosion thermique.

Type de roches	Type de forage.
Roches compactes et semi-cristallines.	Rotatif et coupants.
Roches cristallines.	Bourrage par tricône.
Carrière à petite et moyenne puissance.	Roto percutant.
Roches très dures.	Forage thermique.
Massif très fissuré.	Forage à câble.

Pour le forage rotatif, la vitesse de forage  $V_f$  se calcule par la formule suivante :

$$V_f = (0,25 * F_0 * n) / (I_f^2 * D_{tr}^2)$$

Avec :

$V_f$  : m/h

$F_0$  : Force de pression. [Kgf]

$n$  : Taux de rotation par minute tours/minute .

$I_f$  : Indice de forabilité.

$D_{tr}$  : Diamètre du trou à forer. [cm]

### **2-3)- EQUIPEMENTS DE FORAGE :**

Dans les carrières d'agrégats, le seul mode de forage appliqué pour l'abattage est la rotopercution.

#### **2-3-1)- Forage au marteau perforateur « hors de trou » :**

Le forage au marteau « hors de trou » utilise des perforateurs pneumatiques ou hydrauliques solidaires d'une glissière en fonctionnant hors du trou. L'énergie de frappe du marteau est transmise à la roche à travers le train de tiges. L'air comprimé parvenant au fond du trou ne sert qu'à la remontée des cuttings de forage.

##### a)- Avantages :

- Très grande vitesse de forage.
- Pression au compresseur.
- Diamètre de forage possible : 127 mm.

##### b)- Inconvénients :

- Niveau sonore très haut (La frappe est à l'extérieur du trou )
- Diamètre du taillant limité.
- Profondeur de forage limitée à 15m, au risque d'avoir des trous déviés.
- Vitesse de forage décroissante avec la profondeur.
- Dissipation d'énergie le long des tiges de forage d'autant plus importante que la profondeur est grande.

#### **2-3-2)- Forage au marteau « fond de trou » :**

Le marteau « fond de trou » est placé en début du train de tige, le marteau est au contact du taillant, l'énergie est donc transmise directement à la roche, il n'y a théoriquement pas de dissipation de celle-ci.

L'air comprimé qui parvient au marteau est utilisé pour la rotation , la frappe et la remontée des cuttings de forage.

Bien qu'aucune énergie ne soit perdue lorsque le profondeur du trou augmente (théoriquement), les frictions entre les tiges de forage et la paroi du trou de mine réduisent la



vitesse de forage. L'augmentation de la pression d'air de fonctionnement accroît les performances de vitesse et de pénétration.

La forage « fond de trou » est généralement utilisée :

- Dans les roches fissurées.
- Pour les forages aux gros diamètres.
- Pour les trous profonds sans risque de déviation et sans perte de vitesse mais au risque de perdre le marteau ( Dans cas où celui-ci se coincera il ne sera plus possible de le remonter).

Les machines des deux différents modes de forages cités ci-dessus , ont des domaines d'application distincts , bien qu'il y ait possibilités pour ces dernières d'effectuer quelques même opérations. Nous dirons alors que : le « hors trou » par sa vitesse instantanée aux premiers mètres de forage convient très bien aux travaux préparatoires, tandis que le « fond de trou » conviendrait pour les gros diamètres et les grandes profondeurs.

Il est à signalé que le prix d'acquisition est en défaveur du « fond de trou », il est de l'ordre de 1,76 fois le prix du « hors trou ».

#### **2-4- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN CHARIOT DE FORATION :**

La technique de forage des trous de mine comporte :

- 1- Un mouvement de rotation .
- 2- Un mouvement de descente, le plus souvent avec percussion .
- 3- Un soufflage d'air comprimé pour la remontée des déchets de forage et de refroidissement de l'outil taillant .

Ces mouvement sont transmis à l'outil taillant par l'intermédiaire d'un train de tiges allongées relié au marteau perforateur . le mouvement des tiges sur la machine se fait sur une glissière .

#### **2-5)- EQUIPEMENTS ET FOURNITURES D'AIR COMPRIME :**

Il est nécessaire de faire un choix correct du compresseur qui doit accompagner le chariot de foration. Le compresseur doit être suffisamment dimensionné pour répondre aux besoins de la rotation, de la percussion et du soufflage des trous.

Il est à retenir que le débit d'air exprimé pour un compresseur est l'air d'aspiration et que la pression est la pression de décharge.

**2-5-1)- Consommation en air comprimé (m<sup>3</sup>/mn) :**

<b>Diamètre de forage</b>	64	89	102	114
<b>Hors du trou à 7 bars</b>	9	17	21	-
<b>Fond du trou à 10.6 bars</b>	-	7	7	7.6

**2-5-2)- Influence de la pression de décharge sur la vitesse de forage :**

Le tableau ci dessous montre le gain de vitesse qu'il est possible d'avoir en augmentant la pression de l'air de décharge au compresseur associé.

<b>Pression (+)</b>	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%
<b>Vitesse (+)</b>	8%	13.5%	21%	27.5%	36%	43.5%	52%	60%	67.5%

**2-5-3)- Air de soufflage nécessaire :**

Le débit du compresseur d'air ainsi que le diamètre des tiges-allonges et du taillant affectent la vitesse de remontée des sédiments de forage. Une vitesse de remontée insuffisante réduit les performances de pénétration et force le travail du taillant par frottements entre les cuttings, les tiges et les parois du trou de mine.

Pour un nettoyage correct du trou , la vitesse de remontée des sédiments devra être comprise entre 915m/mn et 1525m/mn.

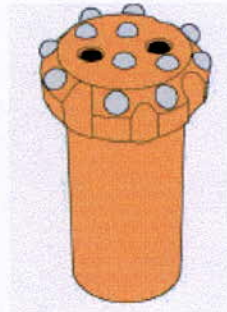


**2-6)- OUTILS DE FORAGE :**

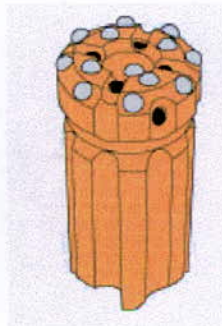
**2-6-1)- Les taillants :**

De nombreux modèles de taillants de forage sont disponibles pour répondre aux différentes applications. Cependant, les taillants couramment utilisés sont soit du modèle à bouton soit du modèle en « X ». Dans les terrains durs, les taillants à boutons donnent une plus grande vitesse de pénétration que ceux en « X ».

- Taillants à boutons face plate : Ces modèles sont les plus courants et sont considérés comme les « Standards » . Ils sont recommandés pour les roches mi-dures et pour n'importe quel diamètre du trou de mine.

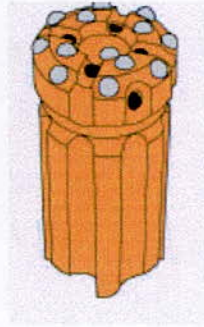


- Taillants à boutons type Rétro : Ce type de taillant convient bien la roche mi-dure à dure et pour les trous de diamètres supérieurs à (64mm). La grande surface de guidage de ce modèle permet d'obtenir des trous plus rectilignes. Les arrêtes coupantes sur le face arrière du taillant facilitent le dégagement du train de tige dans les trous éboulés.

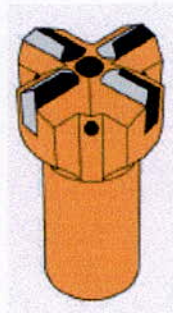


**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

- Taillants à boutons type Venturi ou à soufflage inverse : Ils sont proposés lorsqu'il y a des difficultés de soufflage des trous de mines lors de le forage dans les formations faillées ou non consolidées et si les trous ont tendance à s'ébouler.



- Taillants en « X » : Ils sont utilisés pour le forage dans les roches tendres à mi-dures, avec des diamètres supérieurs à (57mm).



Il est à signalé que la durée de vie moyenne d'un taillant varie de 2500m à 3500m généralement.



**2-7- RELATION ENTRE VITESSE ET PROFONDEUR DE FORAGE :**

Perte de vitesse en %	1ère tige	2ème tige	3ème tige	4ème tige	5ème tige
0%	X				
10%					
20%		X			
30%					
40%			X		
50%				X	
60%					X

**2-8)- INFORMATIONS : LES PERFORATRICES HYDRAULIQUES :**

Ces machines sont de même conception que les machines pneumatiques sauf que l'énergie de rotopercution est fournie par un système hydraulique

La méthode de forage n'est alors qu'en hors de trou et l'air comprimé installé ne sert que pour souffler les trous de mines . Les avantages que nous concède ce type de machine sont :

- Chariot autopropulsé.
- Faible consommation d'énergie.
- Faible niveau sonore.
- Grande possibilité de contrôle de l'avance de frappe seule et de rotation inversée. La précision dans les commandes que permet l'hydraulique facilite le vissage et le dévissage des tiges.
- Régulation automatique ente la rotation et la frappe même pendant la traversée des zones difficiles.
- Grande vitesse de pénétration : 15 à 20% de plus que les pneumatiques pour les mêmes diamètres.

Le seul inconvénient que présente ces machines (d'ailleurs assez préoccupant), est la maintenance très délicate de l'énergie hydraulique.

**2-9)- FORAGE DANS LA CARRIERE DE KEDDARA :**

Le forage dans la carrière de granulats de KEDDARA se fait avec un « marteau hors trou », en utilisant des perforateurs pneumatiques solidaires de glissière , l'énergie de frappe du marteau est transmise à la roche à travers le train de tiges. L'air comprimé provenant au fond du trou permet la remontée des cuttings de forage.

**2-8-1) - Matériel d'extraction et de forage utilisé :**

Désignation	Marque	Etat
Compresseur n°3	Ingersoll Rand	Mauvais
Compresseur n°4	Ingersoll Rand	Mauvais
Compresseur n°8	Ingersoll Rand	Mauvais
Compresseur n°9	Ingersoll Rand	Moyen
Crawler n°3	Ingersoll Rand	Moyen
Crawler n°7	Atlas Copco	Moyen
Crawler n°8	Ingersoll Rand	Moyen

L'unité de KEDDARA possède trois chariots de forage (compresseur + crawler), mais l'un d'entre eux n'est pas fonctionnels pour causes de problèmes dans le moteur du crawler et surtout suite à l'indisponibilité du compresseur correspondant. Donc l'unité essaye de remplir son programme de forage à l'aide de deux chariots seulement.

**2-8-2)- Caractéristiques des chariots de forage fonctionnels :**

**1- Chariot de forage n°1 :** Composé du compresseur n°3 et du crawler n°7

a)- Caractéristiques du compresseur n°3 :

- Pression de l'air de décharge : < 6 bars.
- Type DXL 750.
- Numéro de série 104267 U 78550.
- Puissance 230 CV.



- Année d'acquisition : 1978.
- Année de mise en circulation : 1978.
- Source d'énergie : Gas-oil.

b)- Caractéristiques du crawler n°7 :

- Type ROC 400.
- Numéro de série : BPE 1000 30A
- Année d'acquisition : 1985.
- Année de mise en circulation : 1985.
- Source d'énergie : pneumatique.

**2- Chariot de forage n°2 :**

a)- Caractéristiques du compresseur n°9 :

- Numéro de série : 822 147E 96 533 .
- Type : XP 7504 (Moteur CATERPILLAR).
- Puissance : 284 CV.
- Année d'acquisition : 1997.
- Année de mise en circulation : 1997 .
- Source d'énergie : Gas-oil .

b)- Caractéristiques du crawler n°8 :

- Type : CM 350 UL .
- Numéro de série : 491562 .
- Année d'acquisition : 1978 .
- Année de mise en circulation : 1978 .

**2-8-3)- Caractéristiques des pièces annexes des chariots de forage :**

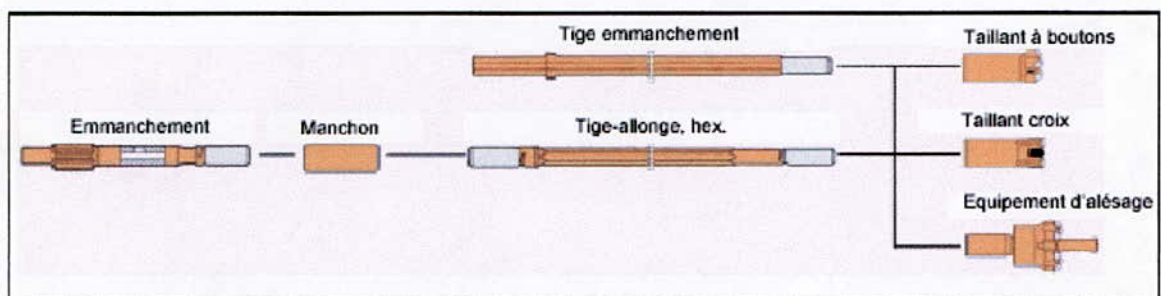
**1- Les taillants :**

Les taillants utilisés dans l'unité d'agrégats de KEDDARA sont à boutons sphériques de type T38 et R38. Ils permettent de forer des trous de 76mm, 89mm et des 102mm. Ces taillants sont adéquats pour les deux marques des crawlers existant sur le chantier.

Il est à signaler, qu'il a été remarqué dans la carrière de KEDDARA, que la durée moyenne de service d'un taillant est de 3 mois à raison de 7 trous de 13 m par jours ( la durée d'un poste étant de 10 heures), donc la durée de vie en mètre foré d'un taillant , est évaluée à : 8190 m.

**2- Les tiges :**

Les tiges sont de types T38 et R38 (compatibles avec les taillants ) , et ont une longueur de 3m .



- **Remarque :** Pour les tiges et les taillants, le 38 traduit le diamètre de ces pièces et les lettres T et R décrivent le filetage de ces dernières.

**2-9-4)- Problématique :**

Comme il a été signalé dans les paragraphes précédents, l'unité de KEDDARA possède trois chariots de forage, mais deux seulement sont disponibles sur le chantier. Ces derniers ne travaillent pas à rendement régulier. C'est un matériel vétuste (voir caractéristiques des chariots), et l'unité n'arrive pas à atteindre ses objectifs au niveau de le forage des trous de mine, dont le plus important est de forer le maximum de mètres dans un temps minimum (pour être prêt au tir, lors de la livraison des explosif , car on ne sait jamais quand dernière

celle



sera faite étant donné la réglementation très rigoureuses relatives aux explosifs dans notre pays .).

C'est pour cela, que nous avons étudié, pendant trois jours différents le fonctionnement des deux chariots de forage utilisés.

#### **2-9-5)- Démarche :**

L'étude a eu pour objet de déterminer les temps de forage nécessaires pour chaque chariot à l'exécution d'un trou . Et afin de pouvoir évaluer les limites des chariots à l'aide des méthodes de gestion de projet (spécialement la méthode de GANTT), il a fallu décomposer le processus de forage . Nous avons obtenu alors les étapes suivantes :

- 1- Enfoncement de la tige n°1.
- 2- Fixation de la tige n°2.
- 3- Enfoncement de la tige n°2.
- 4- Fixation de la tige n°3.
- 5- Enfoncement de la tige n°4.
- 6- Fixation de la tige n°4.
- 7- Enfoncement de la tige n°4.
- 8- Fixation de la tige n°5.
- 9- Enfoncement de la tige n°5.
- 10- Retrait de la tige n°5.
- 11- Retrait de la tige n°4.
- 12- Retrait de le tige n°3.
- 13- Retrait de la tige n°2.
- 14- Retrait de la tige n° 1.
- 15- Déplacement du chariot de forage.

Il est à signaler que les mesures se sont faites sur des trous de 15m et 14m , c'est pour cette raison que nous obtenons 5 tiges .

### 3-UTILISATION DU DIAGRAMME DE GANTT POUR LE PROCESSUS DE FORAGE :

#### 3-1-RELEVÉ DES TEMPS DE FORAGE ET DIAGRAMMES DE GANTT CORRESPONDANT :

##### *1-Quelques remarques concernant le déroulement du forage :*

- pour les temps qui seront explicités dans les tableaux ci dessous, le forage se fait au niveau 212m.
- La préparation des chariots de forage prend environ 45mn.
- Le poste de travail a une durée de ~~10~~ heures et demie (début à 7heure du matin et fin à 17h30 .)

Dans ce qui suit, nous opterons pour les notations suivantes :

Tf : temps nécessaire à la fixation de la tige.

Tp : temps nécessaire à la pénétration de la tige

Ta : temps d'arrêt de l'appareil au cours du processus de forage.

Tev : temps nécessaire pour enlever le tige .

Td : temps nécessaire pour le déplacement du chariot d'un trou à l'autre .

Ti : représente la tige numéro i ( i variant de 1 à 5) .

(i) : arrêts.

V : vitesse de la tige en cours en m/mn .

PV : perte de vitesse

##### *2- Construction des diagrammes de GANTT :*

Les diagrammes de GANTT des différents trous de mine ont été construits à l'aide du Microsoft Project 2000, en utilisant l'option « Diagramme de GANTT ». Il est à signaler qu'il a fallu convertir les temps de forage en heures et en minutes, en les multipliant par 60 (c.à.d : les minutes dont nous disposons seront qualifiées comme des heures « hr » en entrant les données dans la table du logiciel, et que les secondes seront représentées en minutes dans la table). Le fait que Microsoft Project ne prenne pas en considération les temps évalués en seconde, ne nous a pas permis une utilisation plus profitable de ce dernier, et donc, pour les différents calculs des retards, nous avons eu recours à Microsoft Excel, en créant des liens hypertextes au niveau des tables de Microsoft Project.



**3-Mesures du 01/04/2003 :**

Il est à signaler que la longueur du trou de mine , dans ce cas est de 15m, suite à un mauvais terrassement, ce qui nous donne un total de tiges nécessaires de 5 ( chaque tige mesurant 3m de long ).

**- Trou n° 1 ( IR-IR) :**

Ti	T5	T4	T3	T2	T1
Tf	34s	46s	1mn01s	14s	-
Tp	13mn26s	12mn10	11mn45s	7mn40s	5mn3s
Ta	13mn21s (2)	-	7mn3s (1)	-	-
Tev	40s	46s	43s	41s	29s
<b>TOTAL</b>	<b>28mn01s</b>	<b>13mn42s</b>	<b>20mn31s</b>	<b>8mn35s</b>	<b>5mn32s</b>
V [m/min]	0,22	0,25	0,25	0,39	0,59
PV (%)	63	57,9	57,9	37,4	0

**1h16mn22s**

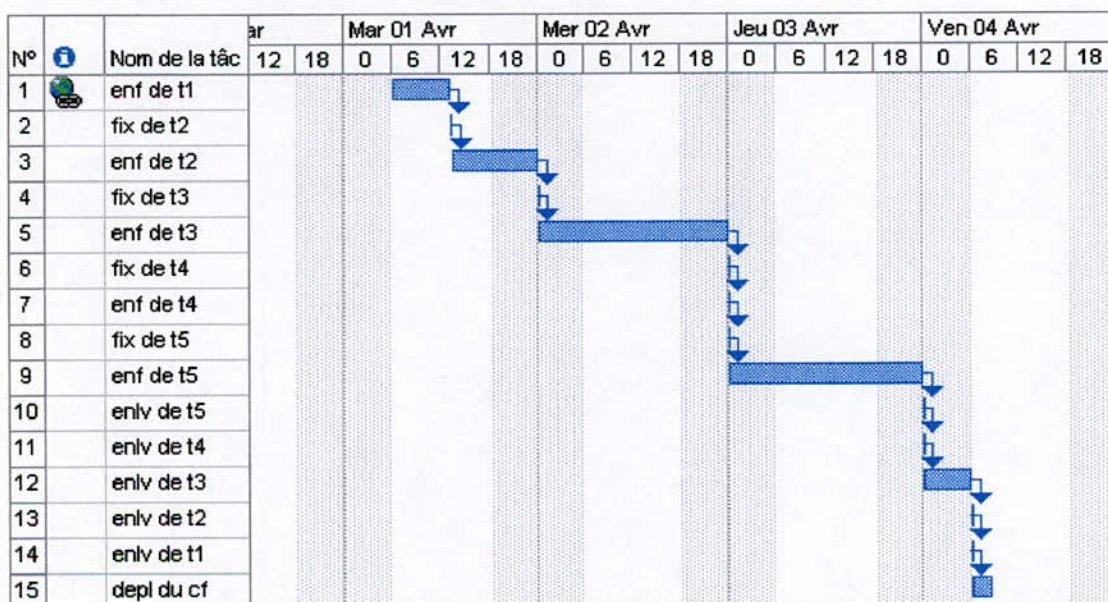
**Td =1mn10s**

(1): les causes de cet arrêt sont :

Mettre de l'huile, durée = 2mn28s.

Détachement d'un tuyau du compresseur, durée = 4mn35s.

(2): une pièce s'est détachée au niveau du porte tige, donc il a fallu la vérification et le nettoyage du compresseur et du crawler.



**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**- Trou n°2 (AC-IR) :**

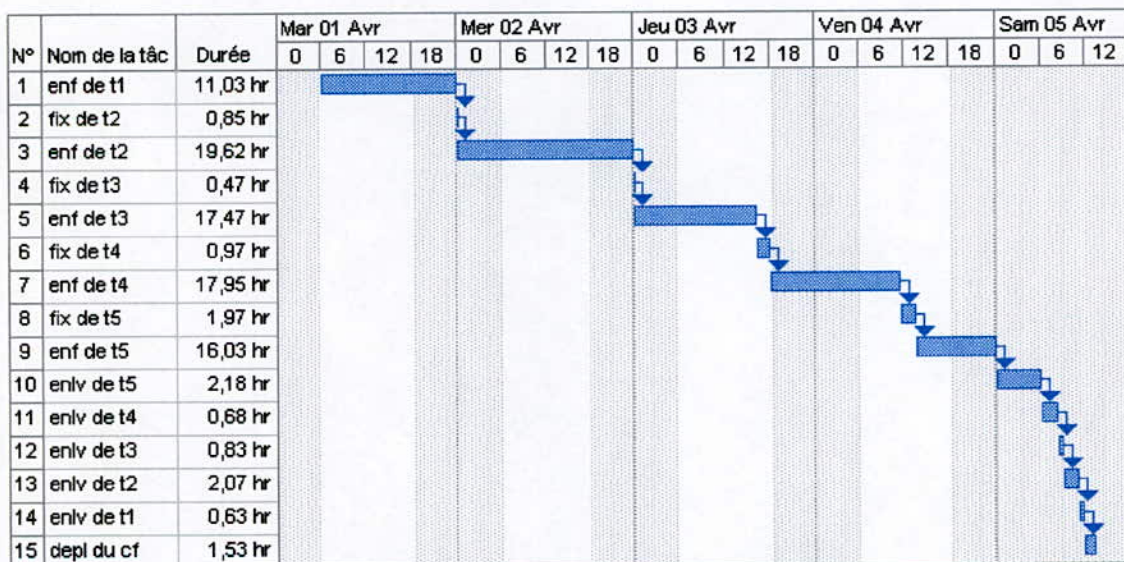
Ti	T5	T4	T3	T2	T1
Tf	1mn58	58s	28s	51s	-
Tp	16mn02s	17mn57s	17mn28s	18mn23s	11mn2s
Ta	-	-	-	1mn14s (1)	-
Tev	2mn11s	41s	50s	2mn04s	38s
<b>TOTAL</b>	<b>20mn11s</b>	<b>19mn36s</b>	<b>18mn46s</b>	<b>22mn32s</b>	<b>11mn40s</b>
V [m /mn]	0,19	0,18	0,17	0,16	0,27
PV (%)	30,1	33,8	37,5	41,2	0

**1h32mn45s**

**Td = 1mn32s .**

(1) : L'arrêt de la machine dans ce cas est dû au dégagement du trou (la poussière qui émane du trou empêche la bonne pénétration de la tige en cours) .

Remarquons que les vitesses des tiges ne diminuent pas avec la profondeur, ce qui est anormal.





**- Trou n°3 (IR-IR) :**

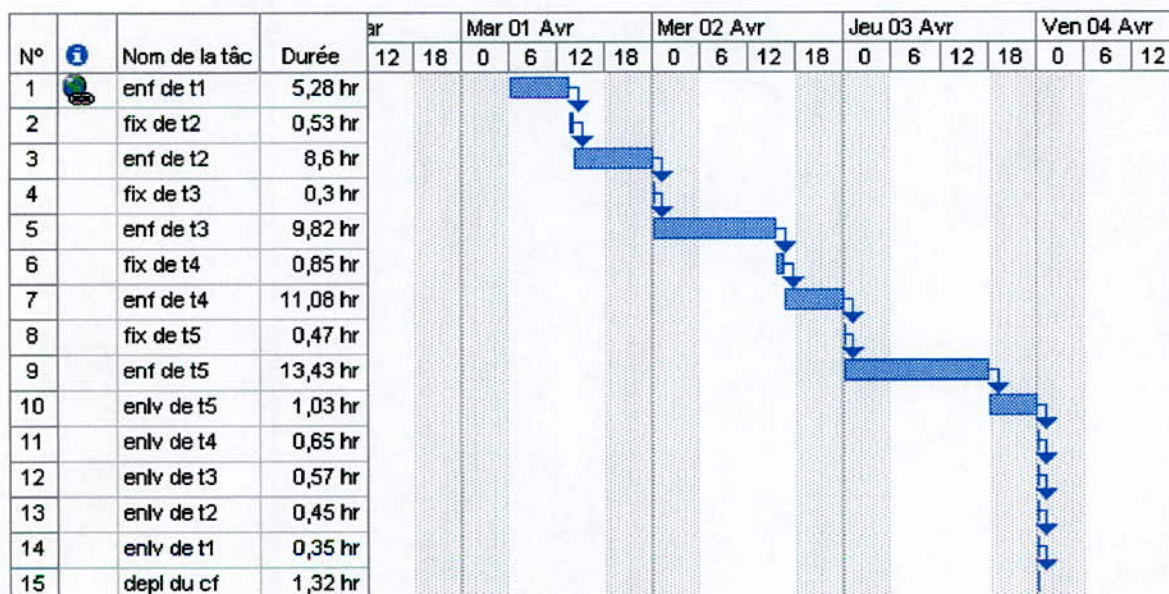
<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	28s	51s	18s	32s	-
<b>Tp</b>	13mn26s	10mn54s	9mn49s	8mn9s	5mn17s
<b>Ta</b>	-	11s (2)	-	27s (1)	-
<b>Tev</b>	1mn02s	39s	34s	27s	21s
<b>TOTAL</b>	14mn56s	12mn38s	10mn41s	9mn35s	5mn38s
<b>V [m/mn]</b>	0,22	0,27	0,30	0,37	0,57
<b>PV (%)</b>	61,3	52,5	47,2	35	0

**53mn28s**

**Td = 1mn19s.**

(1) : Dégager le trou de mine.

(2) : Dégager le trou de mine.



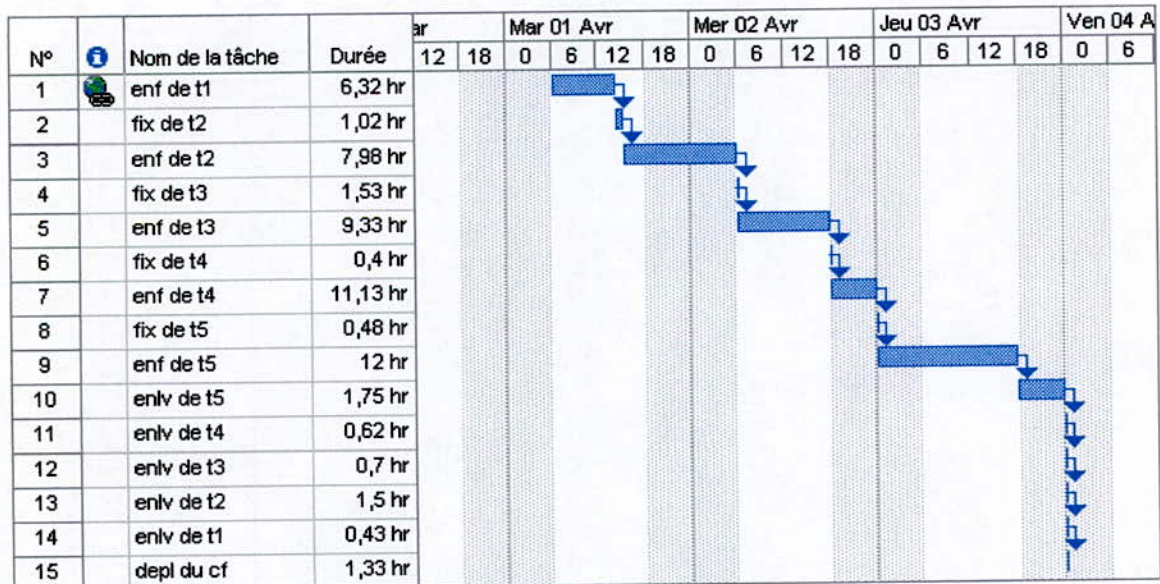
**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**- Trou n°4 (IR-IR) :**

<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	29s	24s	1mn32s	1mn01s	-
<b>Tp</b>	12mn	11mn08s	9mn20s	6mn30s	6mn19s
<b>Ta</b>	-	-	-	1mn29s	-
<b>Tev</b>	1mn45	37s	42s	1mn30s	26s
<b>TOTAL</b>	14mn14s	12mn09s	11mn34s	10mn30s	6mn45s
<b>V [m/mn]</b>	0,25	0,27	0,32	0,46	0,47
<b>PV(%)</b>	57	43	31,9	3,2	0

**55mn12s**

**Td = 1mn20s**





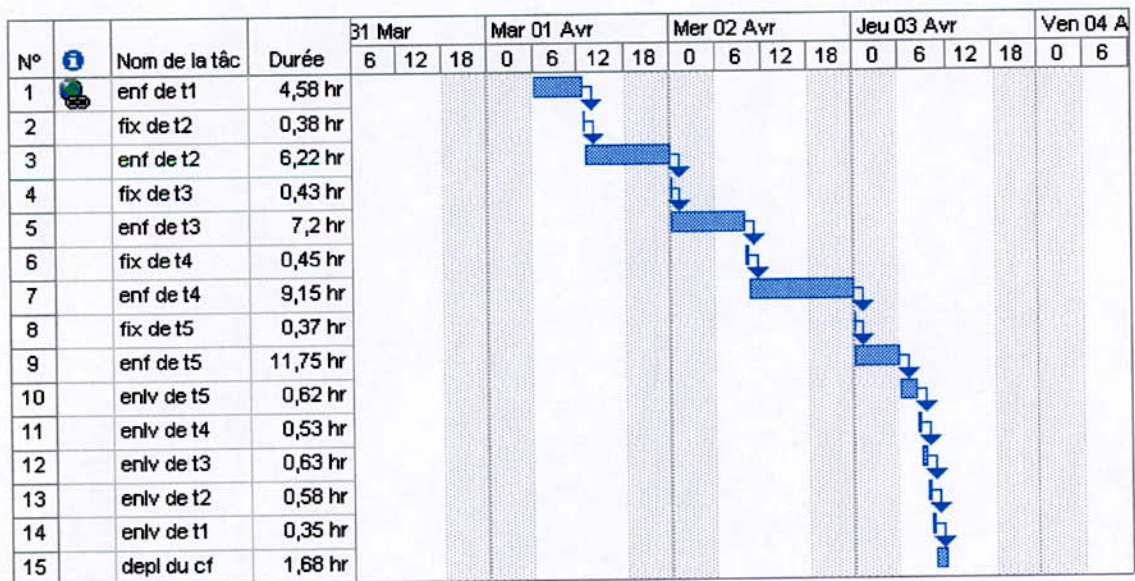
**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**- Trou n°5 (IR-IR) :**

<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	22s	27s	26s	23s	-
<b>Tp</b>	11mn45s	9mn09s	7mn12s	6mn13s	4mn35s
<b>Ta</b>	-	-	-	-	-
<b>Tev</b>	37s	32s	38s	35s	21s
<b>TOTAL</b>	12mn44s	10mn08s	8mn16s	7mn11s	4mn56s
<b>V [m/mn]</b>	0,26	0,33	0,42	0,48	0,65
<b>PV(%)</b>	60	49,2	35,4	26,2	0

**43mn15s**

**Td = 1mn41s**



**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

Il est à noter , qu'à la fin de cette journée (10h30 de fonctionnement pour les deux chariots de forage) :

- Le chariot de forage IR-IR (crawler de marque INGERSOLL RAND et compresseur de marque INGERSOLL RAND) a foré 7 trous soit 105m.
- Le chariot de forage AC-IR (crawler de marque ATLAS COPCO et compresseur de marque INGERSOLL RAND) a foré 5 trous (dont un qui a été entamé la veille, il y a eu 6m de forage effectués), soit 69m.

Donc au cours du 01/04/03 il y a eu 174 m de forés.



**4- Mesure du 04/04/2003 :**

La longueur du trou de mine est toujours de 15m.

A 10h30, le personnel a remarqué une fuite d'air au niveau du tuyau du crawler ATLAS COPCO (donc diminution de la pression d'alimentation de l'appareil ce qui entraîne une baisse de régime considérable lors du forage). Les mécaniciens n'arrivent sur le chantier qu'à 13h36, à partir de ce moment il n'y eu qu'un seul chariot en marche. L'arrêt du chariot AC-IR a duré près 1h47mn.

**- Trou n°6 (AC-IR) :**

Ti	T5	T4	T3	T2	T1
Tf	36s	44s	24s	54s	-
Tp	23mn05s	17mn57s	20mn47s	20mn12s	9mn55s
Ta	56s (2)	7mn45s (1)	-	-	-
Tev	1mn42	46s	18s	39s	18s
<b>TOTAL</b>	<b>26mn19s</b>	<b>27mn12s</b>	<b>21mn29s</b>	<b>21mn45s</b>	<b>10mn13s</b>
V[m/mn]	0,30	0,15	0,14	0,17	0,13
PV(%)	57	43,8	53,7	50,4	0

**1h46mn58s**

$T_d = 1mn22s$

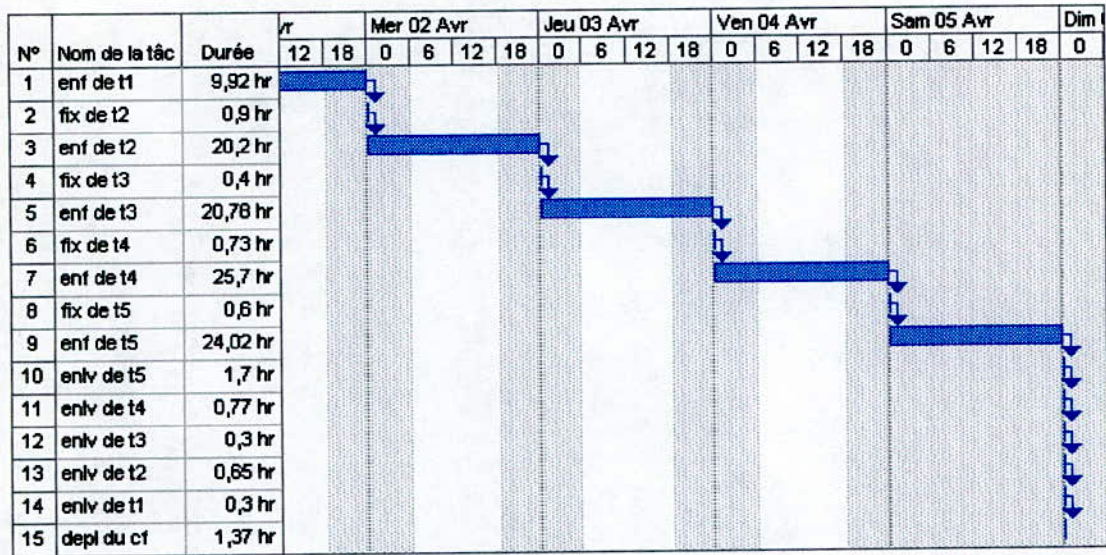
(1) : arrêt de 7mn16s suite au déplacement du compresseur pour éviter les chutes de pierres qui pouvaient subvenir lors du passage du bulldozer pour le chargement des roches abattues

arrêt de 29s pour dégager le trou de mine.

(2) : arrêt de 42s suite à la difficulté de dévisser la tige n°5.

La vitesse de pénétration dans ce trou de mine ne décroît pas avec la profondeur .

**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**





**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**- Trou n°7 (IR-IR) :**

<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	26s	24s	32s	1mn09s	-
<b>Tp</b>	12mn25s	10mn55s	8mn45s	7mn06	4mn03s
<b>Ta</b>	-	-	-	-	-
<b>Tev</b>	1mn13s	32s	29s	29s	21s
<b>TOTAL</b>	14mn04s	11mn51s	9mn46s	8mn44s	4mn24s
<b>V [m/mn]</b>	0,74	0,42	0,34	0,27	0,24
<b>PV(%)</b>	67,6	63,6	55	43,3	0

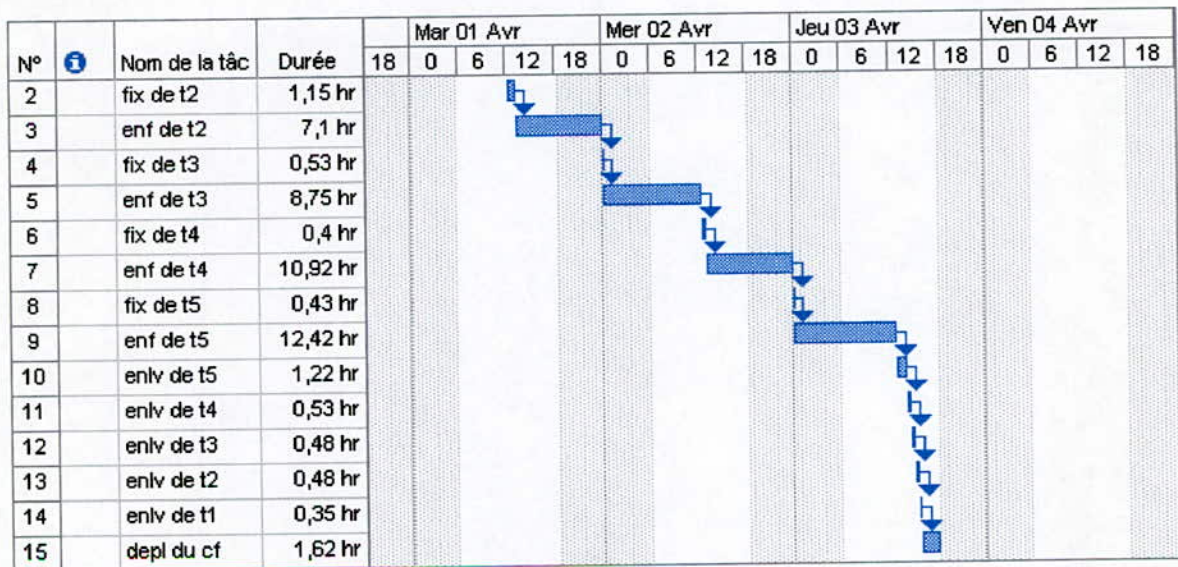
**48mn46s**

**Td = 1mn3**

- Il est à signaler, qu'avant le début de le forage de ce trou de mine, il y a eu un arrêt de 22mn36s, pour cause de l'enlèvement de la chenille du crawler. Donc, en réalité pour le forage de ce trou il a fallu :

$48mn46s + 22mn36s = 1h11mn22s$

La vitesse de pénétration des tiges ne diminue pas avec la profondeur conformément à la théorie de le forage.



**5- Mesures du 07/04/2003 :**

Suite au manque de données pour le chariots de forage n° (AC-IR), nous avons consacré cette journées uniquement à ce dernier, en précisant que ce chariot à été réparé (tuyau rénové à 67%).

La longueur du trou de mine dans ce cas est de 14m , donc le tige n°5 mesure 2m.

**- Conversion des trous de longueur de 14m en 15m :**

Afin de pouvoir comparer les trous entre eux, il est indispensable que ces derniers soient de même longueur, étant donné que notre but principal est d'évaluer les pertes de temps et donc les mètres forés de perdu .

Pour ce faire, nous nous intéresserons tout spécialement à la tige n°5 , puisque c'est elle qui fait la différence entre les trous de mine ( la tige n°5 s'enfonce à 2m lorsque la longueur est de 14m, et de 3m lorsque la longueur du trou est de 15m). Le but de cette conversion est de savoir combien de temps mettra la cinquième tige à pénétrer le sol si l'enfoncement aurait été de 3m ?

Pour répondre à cette question nous avons construit le tableau suivant :

N° du trou	VT5(m/mn)	tT5(2m)	tT5(3m)	Dif	Tt (15m)
8	0,19	10mn35s	15mn56s	5mn19s	1h10mn08s
9	0,16	12mn23s	18mn35s	6mn12s	1h7mn23s
10	0,16	12mn19s	18mn29s	6mn10s	1h18mn03s
11	0,14	14mn03s	21mn05s	7mn02s	1h19mn46s
12	0,11	17mn38s	26mn27s	8mn49s	1h32mn31s

VT5 : Vitesse de la tige n° 5 .

tT5(2m) : Temps nécessaire à la tige n° 5 pour s'enfoncer de 2m .

tT5(3m) : Temps nécessaire à la tige n° 5 pour s'enfoncer de 3m .

Dif : Différence entre tT5(2m) et tT5(3m) .

Tt(15m) : Temps total de la forage du trou à 15m

**Exemple de calcul :**

Prenons pour exemple la deuxième ligne du tableau précédent :



On a:

$$VT5 = (2m / tT5(2m)) = (3m / tT5(3m))$$

Donc :

$$tT5(3m) = 1,5 * tT5(2m)$$

VT5 : vitesse de la tige n° 5 [m/mn]

tT5 (2m) : temps que met la tige n°5 à s'enfoncer de 2m [mn].

tT (3m) : temps que met la tige n°5 à s'enfoncer de 3m [mn].

L'application numérique donne :

$$VT5 = 0,16m/mn$$

$$tT5(2m) = 12mn23s \quad \text{Alors:} \quad tT5(3m) = 1,5 * (12mn23s) = 18mn35s$$

**- Trou n°8 (AC-IR) :**

Ti	T5	T4	T3	T2	T1
Tf	35s	29s	33s	33s	-
Tp	10mn38s	12mn45s	15mn43s	7mn36s	7mn11s
Ta	57s (4)	34s (3)	2mn02s (2)	-	27s (1)
Tev	28s	38s	1mn15s	1mn12s	1mn12s
<b>TOTAL</b>	12mn38s	14mn26s	19mn33s	9mn21s	8mn50s
$V_{[m/mn]}$	0,19	0,23	0,19	0,39	0,42
<b>PV (%)</b>	54,8	45,2	54,8	7,2	0

**1h04mn48s**

$$T_d = T_{dr} + T_{da} = 3mn26s + 27mn13s = 30mn39s .$$

T<sub>dr</sub> : Temps du déplacement réel du chariot .

T<sub>da</sub> : temps d'arrêt suite à la vidange et à la vérification du chariot de forage.

(1) : arrêt pour le dégagement du trou de mine .

(2) : T<sub>a</sub> = 1mn29s, problème au niveau de la cale (les tiges ne peuvent plus se faire coïncider) .

T<sub>a</sub> = 33s, arrêt pour le dégagement du trou de mine .

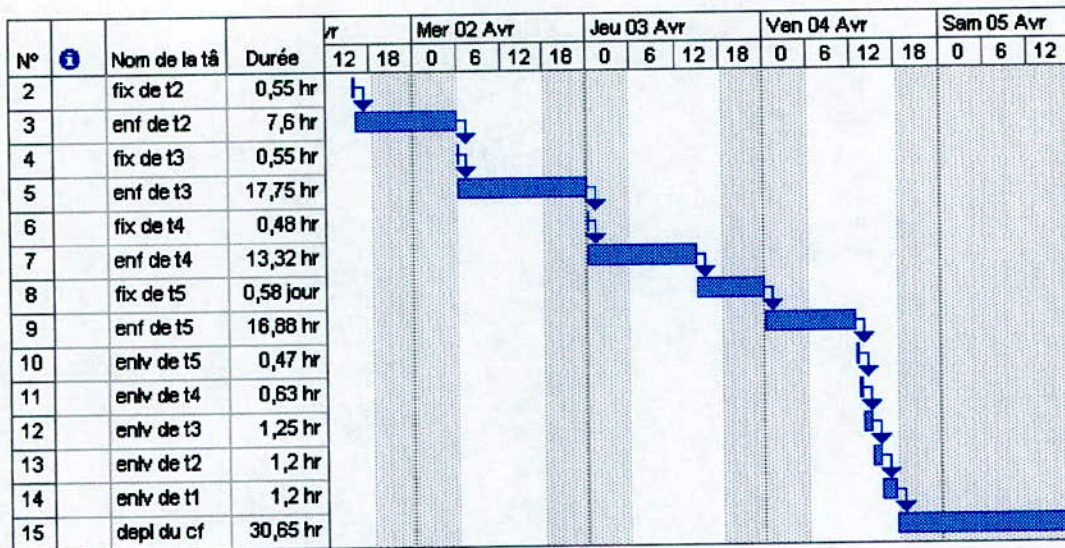
(3) : arrêt pour le dégagement du trou de mine .

(4) : T<sub>a</sub> = 27s, arrêt pour le dégagement du trou de mine.

T<sub>a</sub> = 30s, problème au niveau de la cale pour les tiges .



**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**



**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**-Trou n°9 (AC-IR) :**

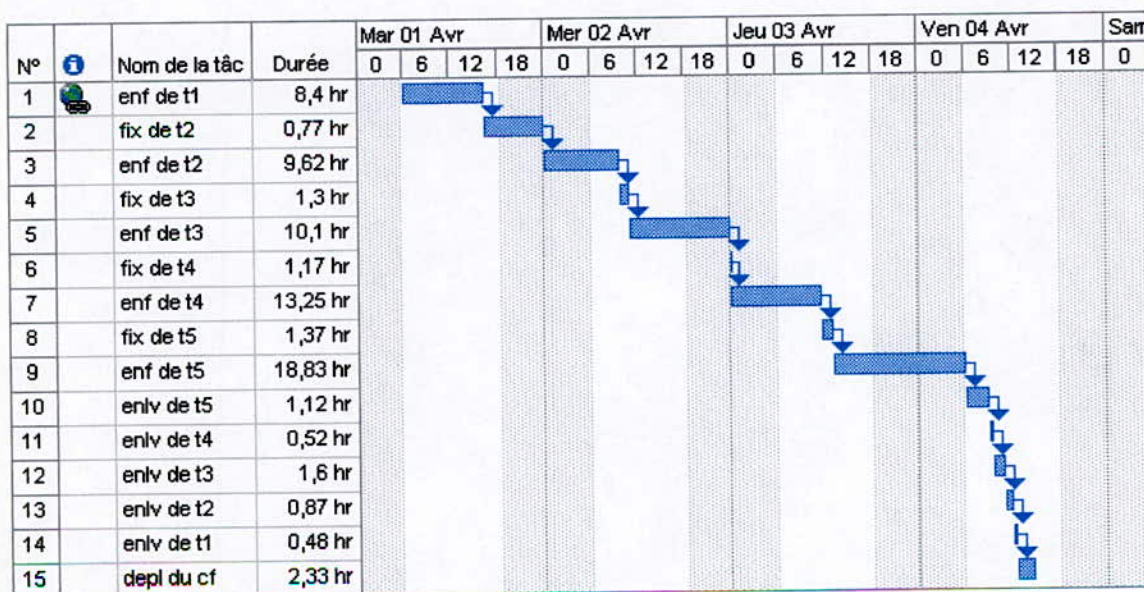
<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	1mn22s	1mn10s	1mn18s	46s	-
<b>Tp</b>	12mn23s	13mn15s	10mn06s	9mn02s	8mn24s
<b>Ta</b>	15s (2)	-	-	35s (1)	-
<b>Tev</b>	1mn07s	31s	1mn36s	52s	29s
<b>TOTAL</b>	15mn07s	14mn56s	13mn	11mn15s	8mn53s
<b>V [m/mn]</b>	0,16	0,23	0,30	0,33	0,36
<b>PV (%)</b>	55	35,6	16	7,6	0

**1h03mn11s**

**Td = 2mn20s**

(1) : arrêt pour le dégagement du trou .

(2) : arrêt pour le dégagement du trou .





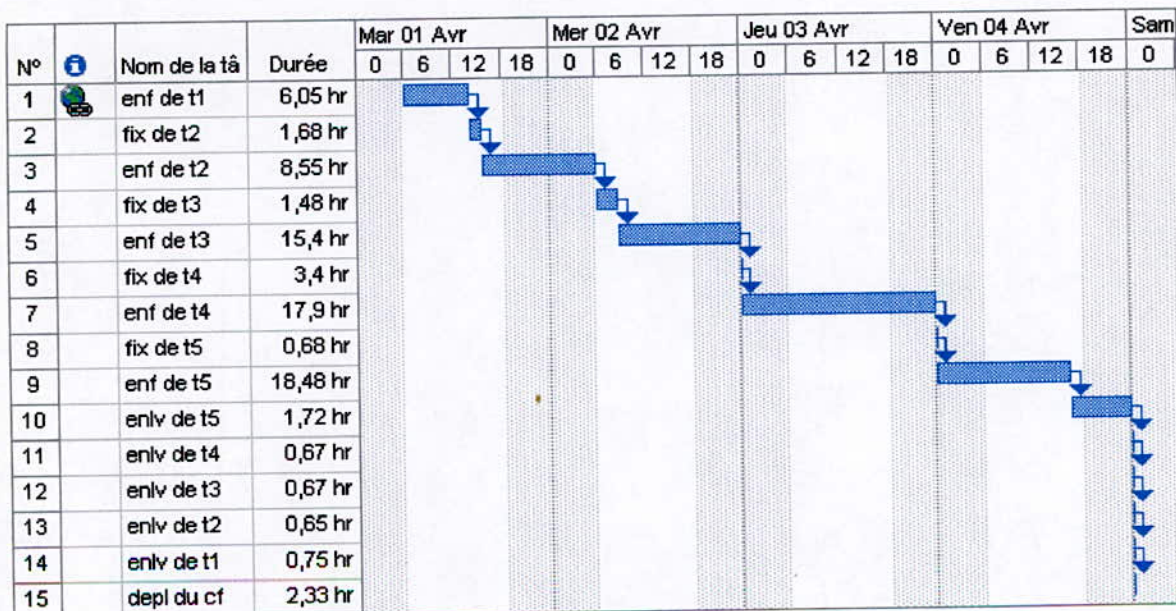
**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**- Trou n°10 (AC-IR) :**

Ti	T5	T4	T3	T2	T1
Tf	41s	3mn24s	1mn29s	1mn41s	-
Tp	12mn19s	17mn54s	15mn24s	8mn33s	6mn03s
Ta	-	-	-	-	-
Tev	1mn43s	40s	40s	39s	45s
<b>TOTAL</b>	14mn43s	21mn58s	17mn33s	10mn53s	6mn48s
V <sub>[m/mn]</sub>	0,16	0,17	0,19	0,35	0,49
PV (%)	67,7	65,7	61,7	29,4	0

**1h11mn55s**

**Td = 2mn20s .**



**-Trou n°11 (AC-IR) :**

<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	45s	57s	2mn21s	1mn49s	-
<b>Tp</b>	14mn03s	19mn01s	15mn39s	9mn20s	4mn56s
<b>Ta</b>	38s (1)	-	-	-	-
<b>Tev</b>	28s	31s	40s	40s	55s
<b>TOTAL</b>	15mn54s	20mn29s	18mn40s	11mn49s	5mn51s
<b>V [m/mn]</b>	0,14	0,16	0,19	0,32	0,61
<b>PV(%)</b>	77	73,7	68,8	47,4	0

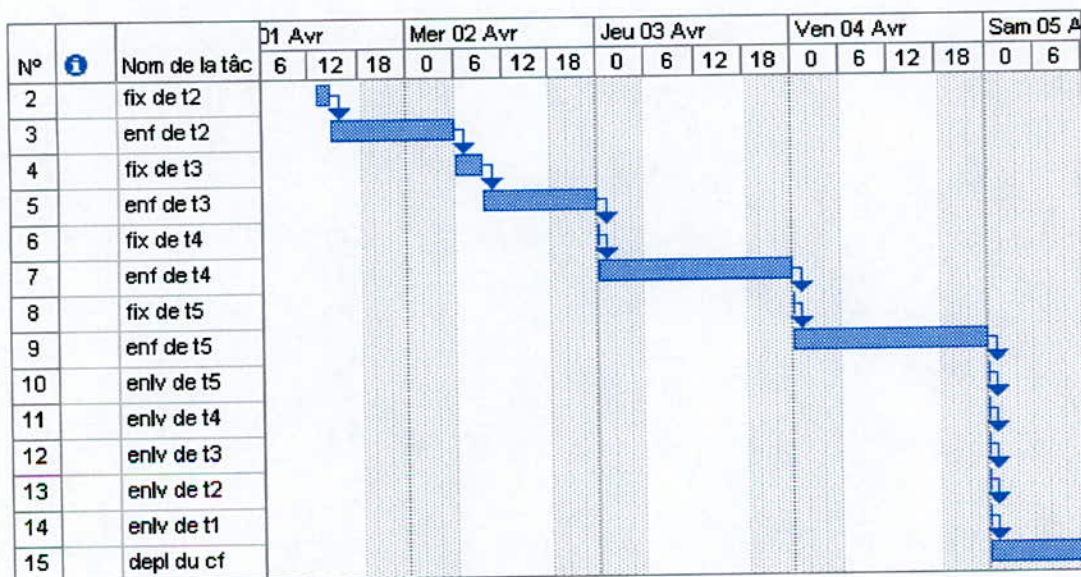
**1h12mn43s**

**Td = Tdr + Tda = 2mn01s + 12mn36s = 14mn37s .**

Tdr : temps du déplacement réel du chariot.

Tda : arrêt subvenu au moment du déplacement du chariot, pour le déplacement du compresseur, et pour procéder à la deuxième vidange de la journée.

(1) : arrêt dû au dégagement du trou.





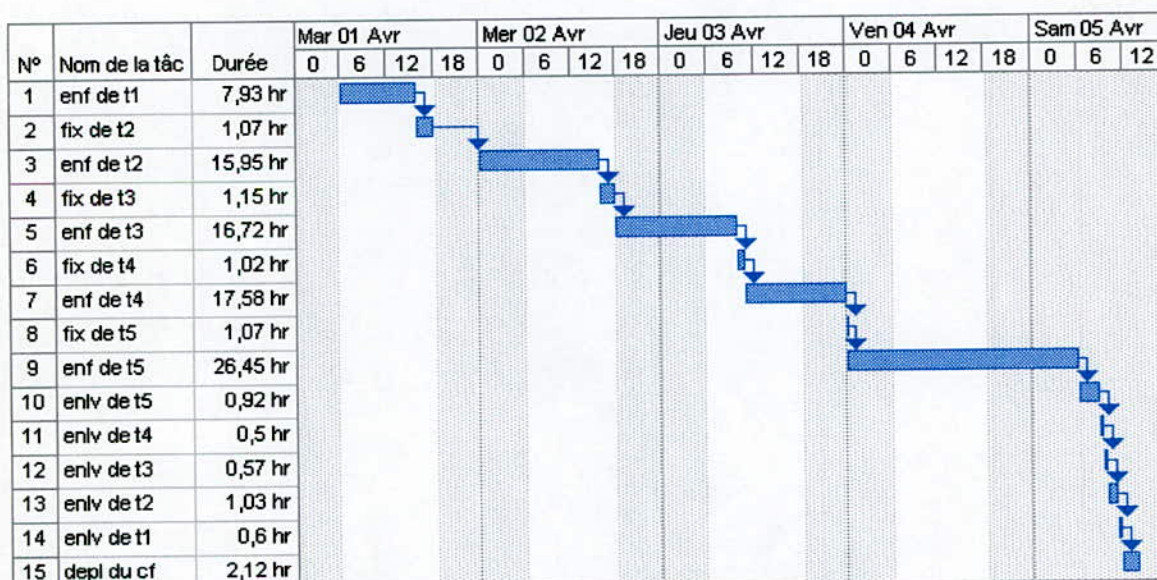
**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**-Trou n° 12 (AC-IR) :**

<b>Ti</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>Tf</b>	1mn04s	1mn01s	1mn09s	1mn04s	-
<b>Tp</b>	17mn38s	17mn35s	16mn43s	15mn57s	7mn56s
<b>Ta</b>	-	-	-	-	-
<b>Tev</b>	55s	30s	34s	1mn02s	36s
<b>TOTAL</b>	19mn37s	19mn06s	18mn26s	18mn03s	8mn32s
<b>V [m/mn]</b>	0,11	0,17	0,18	0,19	0,38
<b>PV (%)</b>	70,9	55,1	52,4	49,8	0

**1h23mn44s**

**Td = 2mn07s.**



**3-2- Choix du trou de mine de référence :**

Notre choix s'est arrêté sur le trou n°5 car :

- a)- La durée de ce trou se trouve être la durée optimale.
- b)- Aucun arrêt n'est survenu lors de la forage de ce trou de mine.
- c)- Le trou n°5 est celui qui correspond le mieux à la théorie, suivant le tableau du chapitre lié à la technologie de la forage, qui met en évidence la relation entre la vitesse de pénétration et la profondeur du trou de mine.

Pour la suite de l'étude , il est important de déterminer la vitesse moyenne du trou optimal n°5 (trou opt5), afin d'évaluer, le nombre de mètre en plus qui auraient pu être forés, en appliquant cette vitesse aux retards des autres trous.

$$V_{moy} = (\sum V_{ti}) / 5$$

$V_{moy}$  : Vitesse moyenne du trou n° 5.

$V_{ti}$  : vitesses des différentes tiges ( $i= 1 , 5$ ).

On aura alors :

$$V_{moy} = (0,65 + 0,48 + 0,42 + 0,33 + 0,26) / 5 = 0,43 \text{ m/mn} .$$

$$V_{moy} = 0,43 \text{ m/mn}$$



**4-CALCULS DES RETARDS :**

En prenant pour référence le trou n°5 (Les retards et avances sont calculés par rapport aux temps de ce trou ) et en utilisant Microsoft Excel pour les calculs des retards cumulés nous obtenons les tableaux suivants (après un clic sur le lien hypertexte du diagramme de GANTT de Microsoft Project) :

**4-2- Tableaux représentatifs des temps de retards cumulés :**

**- Trou n°1 :**

Taches	Date	Jour	Début	Fin	Durée	Retard	Avance
Enf. de t1	01/04/03	Mardi	08:25:00	08:30:03	00:05:03	00:00:28	
Fix det2	01/04/03	Mardi	08:30:03	08:30:17	00:00:14		00:00:09
Enf. de t2	01/04/03	Mardi	08:30:17	08:37:57	00:07:40	00:01:27	
Fix de t3	01/04/03	Mardi	08:37:57	08:38:58	00:01:01	00:00:35	
Enf de t3	01/04/03	Mardi	08:38:58	08:57:46	00:18:48	00:11:36	
Fix de t4	01/04/03	Mardi	08:57:46	08:58:32	00:00:46	00:00:19	
Enf de t4	01/04/03	Mardi	08:58:32	09:10:42	00:12:10	00:03:01	
Fix de t5	01/04/03	Mardi	09:10:42	09:11:16	00:00:34	00:00:12	
Enf de t5	01/04/03	Mardi	09:11:16	09:38:03	00:26:47	00:15:02	
Enlv de t5	01/04/03	Mardi	09:38:03	09:38:43	00:00:40	00:00:03	
Enlv de t4	01/04/03	Mardi	09:38:43	09:39:29	00:00:46	00:00:14	
Enlv de t3	01/04/03	Mardi	09:39:29	09:40:12	00:00:43	00:00:05	
Enlv de t2	01/04/03	Mardi	09:40:12	09:40:53	00:00:41	00:00:06	
Enlv de t1	01/04/03	Mardi	09:40:53	09:41:22	00:00:29	00:00:08	
Deple du cf	01/04/03	Mardi	09:41:22	09:42:32	00:01:10		00:00:31
					<b>01:17:32</b>	<b>00:33:16</b>	<b>00:00:40</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:32:36</b>	

**-Trou n°2 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	01/04/03	Mardi	09:00:00	09:11:02	00:11:02	00:06:27	
fix det2	01/04/03	Mardi	09:11:02	09:11:53	00:00:51	00:00:28	
enf de t2	01/04/03	Mardi	09:11:53	09:31:30	00:19:37	00:13:24	
fix de t3	01/04/03	Mardi	09:31:30	09:31:58	00:00:28	00:00:02	
enf de t3	01/04/03	Mardi	09:31:58	09:49:26	00:17:28	00:10:16	
fix de t4	01/04/03	Mardi	09:49:26	09:50:24	00:00:58	00:00:31	
enf de t4	01/04/03	Mardi	09:50:24	10:08:21	00:17:57	00:08:48	
fix de t5	01/04/03	Mardi	10:08:21	10:10:19	00:01:58	00:01:36	
enf de t5	01/04/03	Mardi	10:10:19	10:26:21	00:16:02	00:04:17	
Enlv de t5	01/04/03	Mardi	10:26:21	10:28:32	00:02:11	00:01:34	
Enlv de t4	01/04/03	Mardi	10:28:32	10:29:13	00:00:41	00:00:09	
Enlv de t3	01/04/03	Mardi	10:29:13	10:30:03	00:00:50	00:00:12	
Enlv de t2	01/04/03	Mardi	10:30:03	10:32:07	00:02:04	00:01:29	
Enlv de t1	01/04/03	Mardi	10:32:07	10:32:45	00:00:38	00:00:17	
Deplc du cf	01/04/03	Mardi	10:32:45	10:34:17	00:01:32		00:00:09
					<b>01:34:17</b>	<b>00:49:30</b>	<b>00:00:09</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:49:21</b>	



**-Trou n°3 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	01/04/03	Mardi	09:44:00	09:49:17	00:05:17	00:00:42	
fix det2	01/04/03	Mardi	09:49:17	09:49:49	00:00:32	00:00:09	
enf de t2	01/04/03	Mardi	09:49:49	09:58:25	00:08:36	00:02:23	
fix de t3	01/04/03	Mardi	09:58:25	09:58:43	00:00:18		00:00:08
enf de t3	01/04/03	Mardi	09:58:43	10:08:32	00:09:49	00:02:37	
fix de t4	01/04/03	Mardi	10:08:32	10:09:23	00:00:51	00:00:24	
enf de t4	01/04/03	Mardi	10:09:23	10:20:28	00:11:05	00:01:56	
fix de t5	01/04/03	Mardi	10:20:28	10:20:56	00:00:28	00:00:06	
enf de t5	01/04/03	Mardi	10:20:56	10:34:22	00:13:26	00:01:41	
Enlv de t5	01/04/03	Mardi	10:34:22	10:35:24	00:01:02	00:00:25	
Enlv de t4	01/04/03	Mardi	10:35:24	10:36:03	00:00:39	00:00:07	
Enlv de t3	01/04/03	Mardi	10:36:03	10:36:37	00:00:34		00:00:04
Enlv de t2	01/04/03	Mardi	10:36:37	10:37:04	00:00:27		00:00:08
Enlv de t1	01/04/03	Mardi	10:37:04	10:37:25	00:00:21	00:00:00	
deplc du cf	01/04/03	Mardi	10:37:25	10:38:44	00:01:19		00:00:22
					<b>00:54:44</b>	<b>00:10:30</b>	<b>00:00:42</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:09:48</b>	

**-Trou n°4 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	01/04/03	Mardi	10:38:27	10:44:46	00:06:19	00:01:44	
fix det2	01/04/03	Mardi	10:44:46	10:45:47	00:01:01	00:00:38	
enf de t2	01/04/03	Mardi	10:45:47	10:53:46	00:07:59	00:01:46	
fix de t3	01/04/03	Mardi	10:53:46	10:55:18	00:01:32	00:01:06	
enf de t3	01/04/03	Mardi	10:55:18	11:04:38	00:09:20	00:02:08	
fix de t4	01/04/03	Mardi	11:04:38	11:05:02	00:00:24		00:00:03
enf de t4	01/04/03	Mardi	11:05:02	11:16:10	00:11:08	00:01:59	
fix de t5	01/04/03	Mardi	11:16:10	11:16:39	00:00:29	00:00:07	
enf de t5	01/04/03	Mardi	11:16:39	11:28:39	00:12:00	00:00:15	
rtr de t5	01/04/03	Mardi	11:28:39	11:30:24	00:01:45	00:01:08	
rtr de t4	01/04/03	Mardi	11:30:24	11:31:01	00:00:37	00:00:05	
rtr de t3	01/04/03	Mardi	11:31:01	11:31:43	00:00:42	00:00:04	
rtr de t2	01/04/03	Mardi	11:31:43	11:33:13	00:01:30	00:00:55	
rtr de t1	01/04/03	Mardi	11:33:13	11:33:39	00:00:26	00:00:05	
deplc du cf	01/04/03	Mardi	11:33:39	11:34:59	00:01:20		00:00:21
					<b>00:56:32</b>	<b>00:12:00</b>	<b>0:00:24</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:11:36</b>	



**-Trou n°5 (Trou optimal) :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>
enf. de t1	01/04/03	Mardi	11:35:00	11:39:35	00:04:35
fix det2	01/04/03	Mardi	11:39:35	11:39:58	00:00:23
enf de t2	01/04/03	Mardi	11:39:58	11:46:11	00:06:13
fix de t3	01/04/03	Mardi	11:46:11	11:46:37	00:00:26
enf de t3	01/04/03	Mardi	11:46:37	11:53:49	00:07:12
fix de t4	01/04/03	Mardi	11:53:49	11:54:16	00:00:27
enf de t4	01/04/03	Mardi	11:54:16	12:03:25	00:09:09
fix de t5	01/04/03	Mardi	12:03:25	12:03:47	00:00:22
enf de t5	01/04/03	Mardi	12:03:47	12:15:32	00:11:45
Enlv de t5	01/04/03	Mardi	12:15:32	12:16:09	00:00:37
Enlv de t4	01/04/03	Mardi	12:16:09	12:16:41	00:00:32
Enlv de t3	01/04/03	Mardi	12:16:41	12:17:19	00:00:38
Enlv de t2	01/04/03	Mardi	12:17:19	12:17:54	00:00:35
Enlv de t1	01/04/03	Mardi	12:17:54	12:18:15	00:00:21
deplc du cf	01/04/03	Mardi	12:18:15	12:19:56	00:01:41
					<b>00:44:56</b>

Les cases retard et avance, ne se retrouvent pas dans ce tableau car , nous l'avons considéré comme références et que tous les calculs de retards et d'avance son faits par rapport à lui .

**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**-trou n°6 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	04/04/03	Samedi	08:30:00	08:39:55	00:09:55	00:05:20	
fix det2	04/04/03	Samedi	08:39:55	08:40:49	00:00:54	00:00:31	
enf de t2	04/04/03	Samedi	08:40:49	09:01:01	00:20:12	00:13:59	
fix de t3	04/04/03	Samedi	09:01:01	09:01:25	00:00:24		00:00:02
enf de t3	04/04/03	Samedi	09:01:25	09:22:12	00:20:47	00:13:35	
fix de t4	04/04/03	Samedi	09:22:12	09:22:56	00:00:44	00:00:17	
enf de t4	04/04/03	Samedi	09:22:56	09:48:38	00:25:42	00:16:33	
fix de t5	04/04/03	Samedi	09:48:38	09:49:14	00:00:36	00:00:14	
enf de t5	04/04/03	Samedi	09:49:14	10:13:15	00:24:01	00:12:16	
Enlv de t5	04/04/03	Samedi	10:13:15	10:14:57	00:01:42	00:01:05	
Enlv de t4	04/04/03	Samedi	10:14:57	10:15:43	00:00:46	00:00:14	
Enlv de t3	04/04/03	Samedi	10:15:43	10:16:01	00:00:18		00:00:20
Enlv de t2	04/04/03	Samedi	10:16:01	10:16:40	00:00:39	00:00:04	
Enlv de t1	04/04/03	Samedi	10:16:40	10:16:58	00:00:18		00:00:03
deplc du cf	04/04/03	Samedi	10:16:58	10:18:20	00:01:22		00:00:19
					<b>01:48:20</b>	<b>01:04:08</b>	<b>0:00:44</b>
<b>Retard cumulé</b>						<b>01:03:24</b>	



**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**-Trou n°7 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	04/04/03	Samedi	10:22:53	10:49:32	00:26:39	00:22:04	
fix det2	04/04/03	Samedi	10:49:32	10:50:41	00:01:09	00:00:46	
enf de t2	04/04/03	Samedi	10:50:41	10:57:47	00:07:06	00:00:53	
fix de t3	04/04/03	Samedi	10:57:47	10:58:19	00:00:32	00:00:06	
enf de t3	04/04/03	Samedi	10:58:19	11:07:04	00:08:45	00:01:33	
fix de t4	04/04/03	Samedi	11:07:04	11:07:28	00:00:24		00:00:03
enf de t4	04/04/03	Samedi	11:07:28	11:18:23	00:10:55	00:01:46	
fix de t5	04/04/03	Samedi	11:18:23	11:18:49	00:00:26	00:00:04	
enf de t5	04/04/03	Samedi	11:18:49	11:31:14	00:12:25	00:00:40	
Enlv de t5	04/04/03	Samedi	11:31:14	11:32:27	00:01:13	00:00:36	
Enlv de t4	04/04/03	Samedi	11:32:27	11:32:59	00:00:32	00:00:00	
Enlv de t3	04/04/03	Samedi	11:32:59	11:33:28	00:00:29		00:00:09
Enlv de t2	04/04/03	Samedi	11:33:28	11:33:57	00:00:29		00:00:06
Enlv de t1	04/04/03	Samedi	11:33:57	11:34:18	00:00:21	00:00:00	
deplc du cf	04/04/03	Samedi	11:34:18	11:35:55	00:01:37		00:00:04
				<b>01:13:02</b>	<b>00:28:28</b>	<b>0:00:22</b>	
<b>retard cumulé</b>					<b>00:28:06</b>		

**PARTIE II : Application de la méthode de GANTT au forage de l'unité d'agrégats de KEDDARA**

**-Trou n°8 :**

Tâches	Date	Jour	Début	Fin	Durée	Retard	Avance
enf de t1	07/04/03	Lundi	09:45:00	09:52:38	00:07:38	00:03:03	
fix det2	07/04/03	Lundi	09:52:38	09:53:11	00:00:33	00:00:10	
enf de t2	07/04/03	Lundi	09:53:11	10:00:47	00:07:36	00:01:23	
fix de t3	07/04/03	Lundi	10:00:47	10:01:20	00:00:33	00:00:07	
enf de t3	07/04/03	Lundi	10:01:20	10:19:05	00:17:45	00:10:33	
fix de t4	07/04/03	Lundi	10:19:05	10:19:34	00:00:29	00:00:02	
enf de t4	07/04/03	Lundi	10:19:34	10:32:53	00:13:19	00:04:10	
fix de t5	07/04/03	Lundi	10:32:53	10:33:28	00:00:35	00:00:13	
enf de t5	07/04/03	Lundi	10:33:28	10:49:24	00:15:56	00:04:11	
Enlv de t5	07/04/03	Lundi	10:49:24	10:49:52	00:00:28		00:00:09
Enlv de t4	07/04/03	Lundi	10:49:52	10:50:30	00:00:38	00:00:06	
Enlv de t3	07/04/03	Lundi	10:50:30	10:51:45	00:01:15	00:00:37	
Enlv de t2	07/04/03	Lundi	10:51:45	10:52:57	00:01:12	00:00:37	
Enlv de t1	07/04/03	Lundi	10:52:57	10:54:09	00:01:12	00:00:51	
deplc du cf	07/04/03	Lundi	10:54:09	11:24:48	00:30:39	00:28:58	
					<b>01:39:48</b>	<b>00:55:01</b>	<b>0:00:09</b>
<b>Retard cumulé</b>						<b>00:54:52</b>	



**- Trou n°9 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	07/04/03	Lundi	11:25:00	11:33:24	00:08:24	00:03:49	
fix det2	07/04/03	Lundi	11:33:24	11:34:10	00:00:46	00:00:23	
enf de t2	07/04/03	Lundi	11:34:10	11:43:47	00:09:37	00:03:24	
fix de t3	07/04/03	Lundi	11:43:47	11:45:05	00:01:18	00:00:52	
enf de t3	07/04/03	Lundi	11:45:05	11:55:11	00:10:06	00:02:54	
fix de t4	07/04/03	Lundi	11:55:11	11:56:21	00:01:10	00:00:43	
enf de t4	07/04/03	Lundi	11:56:21	12:09:36	00:13:15	00:04:06	
fix de t5	07/04/03	Lundi	12:09:36	12:10:58	00:01:22	00:01:00	
enf de t5	07/04/03	Lundi	12:10:58	12:29:33	00:18:35	00:06:50	
Enlv de t5	07/04/03	Lundi	12:29:33	12:30:40	00:01:07	00:00:30	
Enlv de t4	07/04/03	Lundi	12:30:40	12:31:11	00:00:31		00:00:01
Enlv de t3	07/04/03	Lundi	12:31:11	12:32:47	00:01:36	00:00:58	
Enlv de t2	07/04/03	Lundi	12:32:47	12:33:39	00:00:52	00:00:17	
Enlv de t1	07/04/03	Lundi	12:33:39	12:34:08	00:00:29	00:00:08	
deplc du cf	07/04/03	Lundi	12:34:08	12:36:28	00:02:20	00:00:39	
					<b>01:11:28</b>	<b>00:26:33</b>	<b>0:00:01</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:26:32</b>	

**- Trou 10 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	07/04/03	Lundi	12:35:00	12:41:03	00:06:03	00:01:28	
fix det2	07/04/03	Lundi	12:41:03	12:42:44	00:01:41	00:01:18	
enf de t2	07/04/03	Lundi	12:42:44	12:51:17	00:08:33	00:02:20	
fix de t3	07/04/03	Lundi	12:51:17	12:52:46	00:01:29	00:01:03	
enf de t3	07/04/03	Lundi	12:52:46	13:08:10	00:15:24	00:08:12	
fix de t4	07/04/03	Lundi	13:08:10	13:11:34	00:03:24	00:02:57	
enf de t4	07/04/03	Lundi	13:11:34	13:29:28	00:17:54	00:08:45	
fix de t5	07/04/03	Lundi	13:29:28	13:30:09	00:00:41	00:00:19	
enf de t5	07/04/03	Lundi	13:30:09	13:48:38	00:18:29	00:06:44	
Enlv de t5	07/04/03	Lundi	13:48:38	13:50:21	00:01:43	00:01:06	
Enlv de t4	07/04/03	Lundi	13:50:21	13:51:01	00:00:40	00:00:08	
Enlv de t3	07/04/03	Lundi	13:51:01	13:51:41	00:00:40	00:00:02	
Enlv de t2	07/04/03	Lundi	13:51:41	13:52:20	00:00:39	00:00:04	
Enlv de t1	07/04/03	Lundi	13:52:20	13:53:05	00:00:45	00:00:24	
deplc du cf	07/04/03	Lundi	13:53:05	13:55:25	00:02:20	00:00:39	
					<b>01:20:25</b>	<b>00:35:29</b>	<b>0:00:00</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:35:29</b>	



**- Trou 11 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	07/04/03	Lundi	13:55:00	13:59:56	00:04:56	00:00:21	
fix det2	07/04/03	Lundi	13:59:56	14:01:45	00:01:49	00:01:26	
enf de t2	07/04/03	Lundi	14:01:45	14:11:05	00:09:20	00:03:07	
fix de t3	07/04/03	Lundi	14:11:05	14:13:26	00:02:21	00:01:55	
enf de t3	07/04/03	Lundi	14:13:26	14:29:05	00:15:39	00:08:27	
fix de t4	07/04/03	Lundi	14:29:05	14:30:02	00:00:57	00:00:30	
enf de t4	07/04/03	Lundi	14:30:02	14:49:03	00:19:01	00:09:52	
fix de t5	07/04/03	Lundi	14:49:03	14:49:48	00:00:45	00:00:23	
enf de t5	07/04/03	Lundi	14:49:48	15:10:53	00:21:05	00:09:20	
Enlv de t5	07/04/03	Lundi	15:10:53	15:11:21	00:00:28		00:00:09
Enlv de t4	07/04/03	Lundi	15:11:21	15:11:52	00:00:31		00:00:01
Enlv de t3	07/04/03	Lundi	15:11:52	15:12:32	00:00:40	00:00:02	
Enlv de t2	07/04/03	Lundi	15:12:32	15:13:12	00:00:40	00:00:05	
Enlv de t1	07/04/03	Lundi	15:13:12	15:14:07	00:00:55	00:00:34	
deplc du cf	07/04/03	Lundi	15:14:07	15:28:44	00:14:37	00:12:56	
					<b>01:33:44</b>	<b>00:48:58</b>	<b>0:00:10</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:48:48</b>	

**- Trou n° 12 :**

<b>Tâches</b>	<b>Date</b>	<b>Jour</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Retard</b>	<b>Avance</b>
enf de t1	07/04/03	Lundi	15:15:00	15:22:56	00:07:56	00:03:21	
fix det2	07/04/03	Lundi	15:22:56	15:24:00	00:01:04	00:00:41	
enf de t2	07/04/03	Lundi	15:24:00	15:39:57	00:15:57	00:09:44	
fix de t3	07/04/03	Lundi	15:39:57	15:41:06	00:01:09	00:00:43	
enf de t3	07/04/03	Lundi	15:41:06	15:57:49	00:16:43	00:09:31	
fix de t4	07/04/03	Lundi	15:57:49	15:58:50	00:01:01	00:00:34	
enf de t4	07/04/03	Lundi	15:58:50	16:16:25	00:17:35	00:08:26	
fix de t5	07/04/03	Lundi	16:16:25	16:17:29	00:01:04	00:00:42	
enf de t5	07/04/03	Lundi	16:17:29	16:43:56	00:26:27	00:14:42	
Enlv de t5	07/04/03	Lundi	16:43:56	16:44:51	00:00:55	00:00:18	
Enlv de t4	07/04/03	Lundi	16:44:51	16:45:21	00:00:30		00:00:02
Enlv de t3	07/04/03	Lundi	16:45:21	16:45:55	00:00:34		00:00:04
Enlv de t2	07/04/03	Lundi	16:45:55	16:46:57	00:01:02	00:00:27	
Enlv de t1	07/04/03	Lundi	16:46:57	16:47:33	00:00:36	00:00:15	
deplc du cf	07/04/03	Lundi	16:47:33	16:49:40	00:02:07	00:00:26	
					<b>01:34:40</b>	<b>00:49:50</b>	<b>0:00:06</b>
<b>retard cumulé</b>						<b>00:49:44</b>	



#### 4-2- Synthèses et analyses :

N° du trou	Retard cumulé	temps (mn)	L (m)
Trou1	00:32:36	32,6	14,02
Trou2	00:49:21	49,35	21,22
Trou3	00:09:48	9,8	4,21
Trou4	00:11:36	11,6	4,99
Trou6	01:03:24	63,4	27,26
Trou7	00:28:06	28,1	12,08
Trou8	00:54:52	54,9	23,59
Trou9	00:26:32	26,5	11,41
Trou10	00:35:29	35,5	15,26
Trou11	00:48:48	48,8	20,98
Trou12	00:49:44	49,7	21,39
Total des mètres forés			176,41

Le tableau précédent, nous résume les temps de retards de tous les trous de mine étudiés. La longueur en mètre correspondant à chacun des temps représente le nombre de mètres forés qui auraient pu être exécutés si l'on applique la vitesse moyenne  $V_{\text{moy}}$ .

- Exemple de calcul :

Prenons pour exemple le trou n°11, le retard cumulé de ce dernier est de 48min48s, soit 48,8mn.

Nous savons que :

$$V = L / t$$

(\*)

Où :

V : vitesse en m/mn.

L : Distance en m.

t : temps en minute .

De la relation (\*), il vient que :

$$L = t * V_{moy}$$

$V_{moy}$  : étant la vitesse moyenne évaluée au trou n°5 de référence .

t : retard cumulé .

L : mètres forés perdus.

*Application numérique :*

$$L = 48,8 * 0,43 = 20,98 \text{ m}$$

Au cours des trois jours de relevé les retard ont produit une perte de longueur de forage de 176,41m, soit une perte évaluée à 1764,1m par mois ( si l'on considère nos résultats comme une moyenne), ce qui est approximativement équivalent à 1 trous de 13 m forés en moins .

#### 4-3- Calcul du prix de revient du mètre foré :

Nous donnons les dépenses louées à la maintenance du matériel de forage du 01 / 02 / 03 au 31/ 04 / 03 :

<i>RUBRIQUES</i>		<i>FRAIS ( DA )</i>
<b>Compresseurs</b>	Pochette de joints	23 193,27
	Filtres à air	13 454,45
	courroie	2 180,00
	Pré filtre à air	7474,00
	Filtre à huile	1600,00
<b>Crawler INGERSOLL RAND</b>	Roulement	5 450,00
	Joint Spi	8 680,00
	Tuyau 40 Bar	164 100,00
	Bagne	34 393,87
	Tube de soufflage	4 302,00
<b>Fournitures et consommables</b>	Manchon	37 814,88
	Taillants	48 254,28
	Tige	227 843,42
	Lubrifiants et carburant	206 199,42
<b>Main d'œuvre mensuelle</b>		<b>70 560,00</b>

Ces dépenses nous donnent des coûts mensuels moyen de forage pour les mois de Février, Mars et Avril de : 332 206,53 DA.



Au du stage que nous avons effectué au sein de la carrière de KEDDARA ,il nous a été communiqué que généralement l'unité forait 300 trous de 13 mètres par moi ,soit 3 900 mètres forés par moi . On aura alors :

Mètres forés par moi : 3900 m = Lf .

Coût mensuel moyen : 332 206,53 DA = Cm .

Le prix de revient Pr d'un mètre foré se calcule par la formule suivante :

$$\text{Pr} = \text{Cm} / \text{Lf}$$

Nous obtenons donc :

$$\text{Pr} = 85,18 \text{ DA} / \text{m foré}$$

D'après le résultat précédent nous pouvons affirmer que l'unité a perdu 15 027 DA en trois jours suite à un mauvais déroulement de l'opération de forage .

#### 4-4- Conclusion :

Après avoir relevé les temps des différentes étapes nécessaires pour le forage d'un trou de mine, et calculé les retards cumulés des différents trous par rapport à l'un d'entre eux que nous avons considéré comme référence. Il en est ressorti une très grande perte de temps travail et d'argent.

Nous aurions pu déjà faire au préalable une analyse assez grossière sur le matériel de forage de l'unité en prenant en compte les vitesses de pénétration : dans plusieurs cas nous avons remarqué une discordance avec la logique de la théorie ,qui lie la vitesse de pénétration des tiges et la profondeur du trou , et dire que les chariots de forage de l'unité de KEDDARA ont un régime de fonctionnement instable ( en prenant en considération la différence entre les temps nécessaires au forage d'un trou de mine ), et rendent le travail discontinu et son avancement imprévisible.

Néanmoins après avoir fait les différents calculs des retards et des mètres forés qui ont été perdus suite aux mauvais fonctionnement du matériel de forage et des pannes fréquentes qui surviennent lors du processus de forage on peut affirmer à présent que ce dernier est désuet et

qu'il devient urgent de le remplacer afin d'atteindre les objectifs voulus dont le principal est le forage d'un maximum de trous de mine en un minimum de temps.



**1- SUGGESTIONS [11, 13]:**

Etant donné que nous avons émis la proposition d'un renouvellement des chariots de forage, et après consultation des catalogues des constructeurs concernés (spécialement ATLAS COPCO) notre choix s'est arrêté sur le crawler ROC 442 PC-00, qui est un engin de forage pour les trous de diamètres compris entre 64 à 115mm à bras simple. Son marteau permet une fréquence de percussion de 2000 coups par minute, se dernier associe aussi, une faible consommation d'air à une très grande fiabilité et à un entretien aisé.



**a)- Caractéristiques techniques du ROC 442 PC-00 équipé d'un marteau BPE 57 :**

<b>Dimensions</b>	Poids en Kg	5000
	Longueur en mm	6350
	Largeur en mm	2300
	Pression au sol N/m	0,054
	Hauteur en mm	1500
<b>Déplacement</b>	Vitesse de translation Km/s	2,5
	Oscillation des chenilles	+ ou - 12°
	Pente admise	30°
<b>Glissière</b>	Longueur totale de la glissière	6350
	Orientation	+ ou - 30°
	Consommation d'air l/s	30



**CONCLUSION GENERALE :**

Dans la dernière partie de ce travail, il est bien clair qu'il est impératif de renouveler le matériel de forage de KEDDARA, afin de respecter les délais pour le plan de tir, et ne pas être pris au dépourvu en cas d'irrégularités de livraison des explosifs. Il en résultera, systématiquement, une meilleure production.

Cela dit, Nous pensons qu'envisager l'achat d'un nouveau matériel de forage, ne suffit pas à lui seul pour un déroulement correct du forage des trous à long terme, il est nécessaire à l'unité de KEDDARA de s'imposer un suivi plus rigoureux en ce qui concerne ce département, en indiquant entre autre le nombre de mètre foré quotidiennement, afin d'avoir la possibilité de prévoir, l'état d'avancement de forage, et intervenir au bon moment.

Il est aussi nécessaire à l'unité, de contrôler et de gérer le personnel lié au forage, car nous remarquons après les différents calculs de retards que 12% du temps perdu est directement lié à l'aspect humain du processus de forage.

Nous proposons également, pour essayer d'utiliser les tiges le plus longtemps possible, l'acquisition d'un porte tiges qui permettrait aux foreurs de procéder à un roulement des tiges, car nous avons remarqué que ces derniers procédaient à la fixation des tiges aléatoirement, ce qui fait que par exemple, la première tige s'enfonce toujours de toute la longueur du trou donc elle s'use plus rapidement.

15- F. BLONDEL « **GESTION DE PRODUCTION** »  
(Editions Dunod Septembre 2000 : 617 pages)

16- F. LAMBERSAND « **ORGANISATION ET GENIE DE PRODUCTION** »  
(Editions Ellipses 1999 : 209 pages)

17- V. KOVALENKO , N. AMBATSOUMIAN , K.M. LAHMER « **EXPLOITATION DES CARRIERS** »  
(OPU Juin 1986 : 302 pages )



# **REFERENCES**

- 1-FICHE DE PRESENTATION DES DIFFERENTES ACTIVITES DE L'UNITE D'AGREGATS DE KEDDARA**  
( Février 2003)
- 2-Mr. BELKEBIR (Géologue à l'unité d'agrégats de KEDDARA) « RAPPORT GEOLOGIQUE SUR LE GISEMENT DE KEDDARA » .**  
(Février 1998)
- 3-H. MERCHICHI « ELABORATION D'UN LOGICIEL DE SIMULATION D'UNE EXPLOITATION A CIEL OUVERT ET CALCUL DU PRIX DE REVIENT »**  
(PFE :ENP Département Génie Minier 2001 : 109 pages)
- 4-A. MKNEVICIUS « INTRODUCTION AUX TECHNIQUES MINIERES »**  
(Université de Liège L.G.I.H Avril 1988 : 192 pages)
- 5-K. HERRMANN « PRECIS DE FORAGE DES ROCHES »**  
( Dunod , Paris 1971)
- 6-Dr BACHAR ASSAD Mohamed Aguid « COURS D'EXPLOITATION MINIERE A CIEL OUVERT 4eme ANNEE 2002»**
- 7-Dr A. AIT YAHIATENE « COURS D'ECONOMIE MINIERE 4eme ANNEE 2002 »**
- 8-K. FOUIAL « PROJET D'EXPLOITATION DE LA CARRIERE DE GRANULAT DE DJEBEL BOUZEGZA »**  
(PFE : ENP Département Génie Minier 1992 : 105 pages)
- 9-Z. AOMAR « IDENTIFICATION DES DEPENSES RELATIVES AUX TACHES D'EXPLOITATION »**  
(PFE : ENP Département Génie MINIER 1995 : 104 pages)
- 10-FASCICULE N° 6 : LE FORAGE**  
( Ministère de L'Energie et des Mines 2003)
- 11-Catalogue ATLAS COPCO : Engins de forage pneumatiques et accessoires pour l'abattage**
- 12-M. ALLOUACHE « CARRIERE D'AGREGATS DE KEDDARA »**  
(Rapport de stage 1998)
- 13-CD DE PRESENTATION DU MATERIEL ATLAS COPCO .**
- 14-K. DERRICHE « APPLICATION DE LA METHODE PERT A L'EXECUTION D'UN TRANCON DU METRO D'ALGER »**  
(PFE : ENP Département Génie Minier 1998 : 58 pages)