

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tebessi – Tébessa

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie des Mines

Option : Electromécanique minier



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة العربي التبسي - تبسة

كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم هندسة المناجم

تخصص: إلكتروميكانيك المنجمية

## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electromécanique  
minier

Estimation de la rentabilité de la chaîne de  
production Ouverture d'un nouveau gisement  
AIN-ZAZIA - Mine de fer BOUKHADRA-

Réalisé par :

❖ BOUDRAA Fayçal

❖ LASSOUED Farouq

Dirigé par :

ZAAMOUCHE Fares

Année Universitaire 2015/2016

## **Remerciement**

*Au terme de ce mémoire, nous tenons à nous exprimer avant tout à l'égard de l'omniscient, notre dieu de notre sincère et profonde gratitude, pour nous avoir donné les facultés nécessaires, la précieuse énergie du savoir un souci d'endurance pour entamer, compléter et mener à bien ce modeste travail, mémoire de fin d'étude.*

*Nous tenons à remercier vivement et chaleureusement ceux qui nous ont aidés, en l'occurrence :*

*Notre encadreur Msr ZAAMOUCHE Fares, avec tout le respect, qui n'a ménagé aucun effort pour nous diriger, orienter et encourager, pour la réalisation de ce projet. L'ensemble de personnel enseignant du département de mines et plus particulièrement d'Electromécanique.*

*Avec tout le respect que rien ne puisse égaler, notre parfaite reconnaissance, à tous les membres de la bibliothèque universitaire CHEIKH LARBI TEBESSI.*

*Toute l'équipe de la mine de BOUKHADRA pour nous avoir autorisés à faire notre stage et pour nous avoir aidés pour terminer ce mémoire.*

*Tous ceux qui nous ont aidés de près et de loin.*



## Sommaire

Résume	I
Notation	II
Introduction	III

### Chapitre I Caractérisation du gisement

1. Historique du gisement d'Ain-Zazia	1
2. Localisation du gisement d'Ain-Zazia	2
3. Bref aperçu géologique sur le gisement d'Ain-Zazia	5
4. Les réserves exploitables de la carrière Ain-Zazia	7
5. Teneurs moyennes en composantes	10
6. Qualité du minerai du gisement d'Ain-Zazia	10
6.1 Nature de la substance exploitée	10
6.2 Eléments constituant la substance	11

### Chapitre II Les méthodes d'ouverture et d'exploitation

<b>Les méthodes d'ouverture</b>	12
1. Les modes d'ouverture de la carrière	13
2. Productivité de la carrière	14
3. Organisation du travail dans la carrière	15
4. L'ouverture de la carrière d'Ain-Zazia	15
5. Calcule Les paramètres d'ouvertures de la carrière Ain-Zazia	16
5.1 Pente de la piste	16
5.2 Largeur de la piste	16
5.3 Longueur de la piste	17
6. Paramètres technologiques de la demi-tranchée d'accès	18
6.1 Largeur de la demi-tranchée d'accès	18
6.2 Longueur de la demi-tranchée d'accès	19
6.3 Volume de la demi-tranchée d'accès	19
6.3.1 Volume du premier tronçon	20
7. Calcule du volume de la demi-tranchée de découpage	21
8. Etapes de creusement de la demi-tranchée d'accès	22
<b>Méthode d'exploitation</b>	23
1. Détermination du contour finale de la carrière Ain-Zazia	24

2. Système d'exploitation carrière Ain-Zazia	25
2.1 Les éléments de la méthode d'exploitation	25
3. Les principaux indices d'une méthode d'exploitation	25
3.1 Détermination des paramètres de la méthode d'exploitation	26
3.1.1 La hauteur du gradin	26
3.1.2 Largeur d'enlevure	26
3.1.3 Largeur de la plate- forme de travail	27
3.1.4 Longueur de blocs et leurs nombre dans un gradin	28
3.1.5 Vitesse de déplacement des chantiers	29
4. Tavaux de mise à terril	30

### **Chapitre III Les travaux des forages et de tir**

1. Les paramètres caractérisant l'engin de foration	31
2. Classification des méthodes	31
3. Choix du matériel de foration	33
4. Types de perforatrice	33
4.1 Perforatrices à percussion	33
4.2 Perforatrices rotatives	33
4.2.1 Perforation par taille	33
4.2.2 Perforation par abrasion	33
4.2.3 Perforation par rupture	33
4.3 Perforatrice à rotation et percussion	33
4.4 Perforations à fond de trou	34
5. Choix le mode de forage	36
6. Forme et dimensions du bloc	36
7. Détermination des propriétés physiques et mécaniques des roches carbonatées d'Ain-Zazia	37
7.1 La dureté	37
7.1.1 La contrainte à la traction	37
7.1.2 La contrainte au cisaillement	37
7.1.3 Détermination de l'indice de destructibilité du calcaire	38
7.1.4 Détermination de l'indice de forabilité du calcaire	38
7.1.5 Détermination de la tirabilité du calcaire $q_é$	39
8. Choix du diamètre de foration	40

9. Vitesse de perforation	40
10. Analyse du processus de forage	40
10.1 Rendement planifié de la sondeuse	40
10.2 Le nombre des sondeuses nécessaires pour assurer la production souhaitée	41
10.3 Détermination Productivité de sondeuses	42
11. Facteurs influençant le forage	45
<b>II. Abattage à l'explosif</b>	47
1. Le tir à l'explosif	47
1.2 L'explosif utilisé	47
1.3 Paramètres du plan de tir	48
1.3.1 Le diamètre du trou	48
1.3.2 Aptitude au travail de l'explosif	48
1.3.3 La consommation spécifique de projet de l'explosif	49
1.3.4 Ligne de moindre résistance	50
1.3.5 Ligne de moindre résistance selon la sécurité technique	51
1.3.6 Distance entre les trous d'une même rangée	51
1.3.7 Distance entre les rangées de trous	51
1.3.8 Longueur de sous forage	51
1.3.9 Profondeur des trous	51
1.3.10 Quantité d'explosif par trou de mine	51
1.3.11 Répartitions de la quantité d'explosif par trou	51
1.3.12 Longueurs de la charge	52
1.3.13 Longueurs totales de bourrage	52
1.3.14 Longueurs de bourrage de bouchon	53
1.3.15 Volume des roches abattues par trou de mine	53
1.3.16 Volumes du bloc à tiré	53
1.3.17 Volumes linéaires du forage	53
1.3.18 Quantité d'explosif par volée	53
1.3.19 Quantité de chaque type d'explosif	54
1.3.20 Durée du micro retard	54
2. Amorçage et système d'amorçage	54
2.1 Cordeau détonant	54
2.2 Amorçage du cordeau détonant	54

2.3 Classifications des Détonateurs électriques	54
3. Etude des nuisances et vibrations engendrées par l'explosif	57
3.1 Les projections des roches	57
3.1.1 Causes principales provoquant les projections des roches	57
3.1.2 Détermination du rayon de la zone dangereuse (Ra)	57
3.2 Les vibrations	59

## **Chapitre IV Chargement des roches**

1. La chargeuse sur pneus	61
1.2 Les conditions de travail de chargeuses sur pneus sur chantier	62
1.3 Méthode d'exploitation	62
1.3.1 Extraction et chargement	62
2. Les pelles hydrauliques	63
2.1 Les conditions de travail Les pelles hydrauliques sur Chantier	65
2.3 Les modes d'extraction	66
2.4 Positionnement des tombereaux	66
3. Analyse des processus de chargement	69
3.1 Choix de l'engin de chargement	69
3.2 La capacité de godet de la chargeuse	70
4. Calcul de la capacité du temps mort pendant un poste de travail	71
4.2 Temps mort non planifiés	71
5. calcul de la valeur réel de coefficient d'utilisation de la chargeuse	71
6. Calcul du rendement réel d'exploitation de la chargeuse	72
6.1 Rendement par poste	72
6.2 Rendement réel de la chargeuse par jour	72
6.3 Rendement réel de la chargeuse par année	72
6.4 Calcul du nombre réel des chargeuses nécessaire pour la carrière Ain-Zazia	72
6.5 Calcul de la capacité du temps mort pendant un poste de travail	74
6.6 Calcul du rendement réel d'exploitation de la chargeuse	74
6.6.1 Rendement par poste	74
6.6.2 Rendement réel de la pelle par jour	74
6.6.3 Rendement réel de la pelle par année	74
6.7 Calcul du nombre réel des pelles nécessaire pour la carrière Ain-Zazia	74

## **Chapitre V Transport des roches**

1. Transport des roches par camion	76
2. Les caractéristiques de cette méthode de transport sont	77
3. Travaux de transport Ain-Zazia	77
4. Les conditions de circulation du camion sur les tranchées d'accès	81
2. Analyse des processus du transport en conduction de la mine de BOUKHADRA	82
2.1 Temps de cycle moyen	82
2.2 La distance de transport	82
2.3 Détermination de la quantité du temps mort durant un poste de travail «T <sub>m</sub> »	82
2.4 Calcul de la valeur réel de coefficient d'utilisation du camion par poste de travail	83
2.5 Calcul le nombre de godet dans une benne d'après le volume	84
2.6 Calcul le nombre de godet dans une benne d'après la charge	84
2.7 Calcul le nombre de godet pour le chargement du camion	84
2.8 Calcul le coefficient d'utilisation de capacité de la charge	85
2.9 Calcul le coefficient d'utilisation de la capacité du volume	85
2.10 Calcul de capacité de la charge du camion	85
2.11 Calcul la masse total du camion chargé	85
2.12 Calcul la durée de parcours du camion en estimée la vitesse max	85
2.13 Calcul de productivité d'exploitation du camion	85
2.14 Calcul le parcours total du camion par poste	85
2.15 Calcul de la vitesse du camion chargé	86
2.16 Calcul de la vitesse du camion vide	86
2.17 Calcul de la vitesse critique d'après le dérapage dans les virages	86
2.18 Calcul le rendement du camion par poste	86
2.19 Calcul le rendement par jour	86
2.20 Calcul le rendement annuel	86
2.21 Calcul le nombre de camion	86
2.22 Calcul le nombre du camion total	86
2.23 Calcul le trafic de la route	87
2.24 Calcul l'intensité de circulation par heur	87
2.25 Calcul le trafic journalier de la route	87
2.26 Distance total parcourus par tous les camions	87
2.27 Consommation de carburant par poste	87
2.26 Consommation des huiles et graisse	87

## **Chapitre VI Sécurité et Organisation des Travaux**

Préambule	90
3. Généralités	91
3.1 Préparation des travaux et organisation des chantiers	91
3.2 Représentant du site de la mine de BOUKHADRA	92
3.3 Représentant du sous-traitant	93
3.4 Consignes générales du site	94
3.5 Mesures à mettre en place	94
3.6 Environnement	94
4. Circulation à l'intérieur du site	95
4.1 Modalités d'accès et circulation routière	95
4.2 Circulation piétonne	95
4.3 Transport de matériaux	95
4.4 Aires de stationnement et d'entretien	96
4.5 Protection de revêtement des chaussées	96
4.6 Signalisation des véhicules	97
4.6.1 Pièces de grande longueur	97
4.6.2 Véhicules ou engins de gabarit exceptionnel	97
4.6.3 Signalisation	97
4.6.4 Manœuvres sans visibilité	97
4.6.5 Contrôles	97
4.6.6 Véhicules lents	98
5. Secours en cas d'accident, d'incident ou d'incendie	98
5.1 Consignes générales en cas d'accident	98
5.1.1 protéger	98
5.2 Consignes générales en cas d'incident	98
5.3 Consignes générales en cas d'incendie	99
5.3.1 Prévention	99
5.3.2 En cas d'incendie	99
5.4 Consignes générales en cas d'évacuation	99
6. Protections collectives et individuelles	99
6.1 Protections collectives	99
6.2 Equipements protection individuelle	99

7. Organisation des travaux	101
7.1 Implantation du chantier	101
7.2 Utilisation des locaux d'hygiène	101
7.3 Mine en sécurité des chantiers –consignation- condamnation autorisation de travail	101
7.4 Raccordement sur les réseaux de fluides	101
7.5 Travaux effectués de nuit, ou dans un lieu isolé, ou à un moment où l'activité du secteur d'intervention est interrompue	101
7.6 Prêt et utilisation d'engins ou de matériel appartenant au site de la mine de Boukhadra	101
7.6.1 Prêt de matériel	102
7.6.2 Utilisation d'engins de la mine de Boukhadra par des agents de sous-traitant	102
7.6.3 Utilisation d'engins de la mine de Boukhadra conduits par un agent de la mine pour le compte d'un sous-traitant	103
7.7 Surveillance des biens du sous-traitant	103
7.8 Rangement et évacuation	103
7.8.1 Pendant les travaux	103
7.8.2 En fin de travaux	103
7.8.3 Après achèvement des travaux	103
8. Travaux particuliers	103
8.1 Travaux en hauteur	103
8.1.1 Signalisation	104
8.1.2 Travaux sur toiture	104
8.1.3 Travaux sur ponts roulants et chemins de roulement	104
8.1.4 Echafaudage et échelles	104
8.2 Transport ou élévation de personnel	105
8.3 Travaux de levage	105
8.3.1 Les engins de levage	105
8.3.2 Le chef de manœuvre de levage	105
8.3.3 Haubanage	106
8.4 Travaux de fouille	106
8.5 Travaux sur plancher	107
8.6 Travaux en milieu confiné (puits, fosses, égouts, cuves, réservoirs, citernes, accumulateurs de matière,...)	107

8.7.7 Travaux sur voies ferrées	108
8.8 Stockage, transport, utilisation de matières inflammables ou explosives	108
8.9 Travaux a proximité de métal en fusion	108
8.10 Travaux électriques	109
8.10.1 Raccordements	109
8.10.2 Travaux sur équipements électriques	109
8.11 Travaux dans zones d'utilisation de gaz et produits toxiques	110
8.11.1 Gaz et produits toxiques produits par l'entreprise utilisatrice	110
8.11.2 Gaz et produits toxiques utilises par le sous-traitant	110
8.11.3 Cas particuliers des CMR	110
8.12 Travaux en zone radioactive	111
8.13 Travaux bruyants, moto-compresseurs et groupes électrogènes	111
8.14.1 Travaux de peinture	111
8.14.2 Sablage	112
8.16 Travaux avec charges suspendues	112
8.17 Travaux a la chaleur	112
10. Visites de chantier	113
11. Cotation des sous-traitants	113
12. Accuse de réception des consignes générales de sante et de sécurité de la mine de Boukhadra pour les entreprises extérieures	113
Conclusion générale	114
Annexe I	115
Annexe II	126
Annexe III	130
Références bibliographiques	136



## Liste des figures

### Chapitre I

Fig.1.1	Plan général de positionnelle de gisement d'Ain-Zazia dans la mine de Boukhadra	2
Fig.1.2	Plan général 3D de positionnelle de gisement d'Ain-Zazia dans la mine de Boukhadra	3
Fig.1.3	Plan topographique de la carrière Ain-Zazia	4
Fig.1.4	Colonne stratigraphique synthétique de mont de la mine de BOUKHADRA	6
Fig.1.5	Conteur final et les corps principal du carrier AIN ZEZIA	9

### Chapitre II

Fig. II.1	Schéma de la largeur de la piste	17
Fig. II.2	Détermination de la largeur du demi-tranchée d'accès	18
Fig. II.3	Section de la demi tranchée d'accès	20
Fig. II.4	Détermination de la largeur de la demi-tranchée de découpage	21
Fig. II.5	La plate forme de travail	28

### Chapitre III

Fig.III.1	Schéma principal du processus de destruction de la roche par les machines de forage	32
Fig.III.2	Choix du type d'équipement	35
Fig.III.3	Géométrie et terminologie du plan de tir	56

### Chapitre VI

Fig.VI.1	Les chargeuses sur pneus	61
Fig.VI.2	La plate forme max de travail de la chargeuse sur pneus <b>CAT 988F</b>	62
Fig.VI.3	Position de chargement de la chargeuse sur pneus	63
Fig.VI.4	pelle hydraulique en bute sur chenilles	64
Fig.VI.5	La plate forme max de travail de la pelle à pneus	65
Fig.VI.6	La plate forme max de travail de la pelle sur chenilles <b>KOMAT'SU 413</b>	65
Fig.VI.7	Position de travail de pelle en rétro	66
Fig.VI.8	1 <sup>ère</sup> méthode positionnement rétro.	67
Fig.VI.9	2 <sup>ème</sup> méthode positionnement direct.	67
Fig.VI.10	3 <sup>ème</sup> Méthode positionnement en butte.	68
Fig.VI.11	4 <sup>ème</sup> Méthode positionnement (drive-dy).	68

### Chapitre V

Fig. V.1	Caractéristique géométrique du camion CATEREPILLARD 773 D	80
Fig. V.2	La plate forme max de travail du camion de carrière CAT 773D	81

## Liste des tableaux

### Chapitre I

Tableau 1.1	Les coordonnées UTM et Lambert de la carrière d'Ain-Zazia	2
Tableau 1.2	Les réserves exploitables de la carrière Ain-Zazia	7
Tableau 1.3	Distribution des réserves exploitables par niveaux et corps	8
Tableau 1.4	Teneurs moyennes des composantes	10
Tableau 1.5	Caractéristiques physiques et mécaniques de quelques roches stériles et du minerai	11

### Chapitre II

Tableau II.1	Différentes périodes la productivité de carrière Ain-Zazia	15
Tableau II.2	La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon de la piste de roulage.	18
Tableau II.3	Représente le type de jonction de la demi-tranchée d'accès	19
Tableau II.4	Volume de la décharge au niveau 970 le contour final	24
Tableau II.5	L'avancement parallèlement de mise à terril avec l'avancement des travaux miniers.	29

### Chapitre III

Tableau III.1	Valeurs de l'indice acoustique en fonction de la fissuration	38
Tableau III.2	Valeurs de l'indice de destruction	38
Tableau III.3	Classification des roches selon l'indice de forabilité	39
Tableau III.4	Variables d'exploitation du forage et de leurs effets sur les différentes méthodes.	46
Tableau.III.5	Résumés les paramètres principaux de tir	56
Tableau III.6	La consommation spécifique en fonction de coefficient de tenant	58
Tableau III.7	Déterminé les rayons de la zone	58

### Chapitre IV

Tableau VI.1	Récapitulatif du rendement de la chargeuse	73
Tableau VI.2	Récapitulatif du rendement de la pelle	75

### Chapitre V

Tableau V.1	Distance de transport du stérile	78
Tableau V.2	Distance de transport du minerai	79
Tableau V.3	Caractéristiques techniques et géométriques du camion CATERPILLAR 773 D	80
Tableau V.4	Récapitulatif des temps morts pendant un poste	83
Tableau V.5	Détermination du nombre de camions	88
Tableau V.6	Le nombre nécessaire des camions est donne ci-dessous	89

## **RESUME**

L'importance du secteur de l'industrie minérale est primordiale pour le développement de l'économie nationale, cela constitue l'amont de toutes les industries dérivant des ressources naturelles. Comme l'industrie algérienne est axée principalement sur les industries lourdes, a contraint l'industrie minière à se développer afin de faire face aux besoins sans cesse croissant des différentes industries, parmi elles l'industrie des miniers de fer.

Ce projet détaillé présente une annexe indissociable du projet et principal où était prise une production annuelle de la carrière de 150 000 t/an, et où était étudiée aussi la sensibilité économique du projet pour les différentes productions annuelles.

Le projet présenté est refait à la base de la production annuelle déterminée par le plan d'action pluriannuel de Boukhadra.

➤ L'étude précise d'avantage tous les détails concernant la période initial d'exploitation. On a attiré aussi l'attention sur le problème de la prospection géologique préalable des terrains déterminés pour les terrils.

➤ La mine de Boukhadra doit investir pour l'acquisition de tous les matériels nécessaires à la construction et la production de la carrière d'Ain-Zazia sans tenir compte de l'équipement existant à unité de Boukhadra.

Le but de ce travail est estimé la rentabilité de la chaîne de production pour assurer la production planifiée et organisée les travaux d'exploitation Selon les caractéristiques géologique et morphologie du dépôt, ainsi que les engins utilisés.

**Mots clés :** carrière, terril, la carrière d'Ain-Zazia, la chaîne de production.

## Notation

T	La largeur de la piste	[m]
a	Largeur de la benne du camion	[m]
C	Largeur de la bande de sécurité	[m]
V	La vitesse moyenne de circulation des camions	[Km/h]
r	La largeur de la rigole d'évacuation d'eau	[m]
X	Distance entre les bennes des camions	[m]
A	Berme de sécurité de chute de pierre	[m]
F	Largeur de la chaussée de transport	[m]
C	Largeur de la rigole	[m]
D	Largeur des accotements	[m]
E	Largeur de la digue de protection	[m]
H <sub>f</sub>	Niveau supérieur de la demi-tranchée	[m]
H <sub>i</sub>	Niveau inférieur de la demi-tranchée d'accès	[m]
i	Pente directrice de la demi-tranchée d'accès	[°]
K <sub>a</sub>	Coefficient d'allongement du tracé	
S <sub>1</sub>	La surface d'une section de départ	[m <sup>2</sup> ]
S <sub>2</sub>	La surface de la section d'arrivée	[m <sup>2</sup> ]
L	La distance entre ces deux d dernière section	[m]
V	Volume de la demi-tranchée d'accès	[m <sup>3</sup> ]
H <sub>t</sub>	Hauteur de la demi-tranchée	[m]
L <sub>tr</sub>	Largeur de la demi-tranchée	[m]
α	Angle d'inclinaison du talus de la demi-tranchée	[°]
β	Angle d'inclinaison du flanc de coteaux	[°]
n	Le nombre de demi tranché d'accès	
b	largeur de la demi-tranchée de découpage	[m]
R <sub>b</sub>	Rayon de braquage du camion	[m]
a	Accotement du chaussé	[m]
C	Distance de sécurité entre la chaussée de transport et l'arrêt inférieur du talus de gradin	[m]
L <sub>tr</sub>	Longueur de la tranchée de découpage approximativement constant pour chaque gradin	[m]

$H_{gr}$	Hauteur du gradin	[m]
$H_{cmax}$	Hauteur de creusement maximal de l'engin d'extraction	[m]
$W_{max}$	La valeur maximal possible de résistance au de pied de gradin	[m]
$d$	Le diamètre du trou	[mm]
$n$	Nombre de rangé	
$b$	Distance entre deux rangés	[m]
$A$	Largeur d'enlevure	[m]
$X$	Largeur réduite du tas des roches abattues	[m]
$Q_{st}$	Consommation spécifique étalon	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\gamma$	Densité de la roche en place	[t/m <sup>3</sup> ]
$C$	La distance de sécurité comprise entre le tas de roche et la bande de transport	[m]
$B_a$	Largeur de la bande auxiliaire destinée pour l'emplacement des engins ou installations auxiliaire	[m]
$Z$	Larguer du prisme d'éboulement	[m]
$\gamma$	Angle du talus de liquidation naturelle	[°]
$\alpha$	Angle du talus de gradin	[°]
$L_{pt}$	Plate forme de travail	[m]
$L_f$	Longueur du front de travail	[m]
$L_b$	Longueur d'un bloc	[m]
$V_{ch}$	Vitesse de déplacement des chantiers	[m/jours]
$Q_{ch}$	Rendement moyen de chargement la masse rocheuse par jour	[m <sup>3</sup> ]
$f$	La densité de compression mono axial	[kgf/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_t$	La contrainte a la traction	[kgf/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{dcp}$	La contrainte au cisaillement	[kgf/cm <sup>2</sup> ]
$I_{des}$	Indice de destructibilité du calcaire	
$A_i$	Indice acoustique qui reflète la fissuration du massif	
$V_0$ et $V_m$	Sont respectivement les vitesses longitudinales des ondes dans l'échantillon et dans le massif	[m/s]
$I_f$	Indice de forabilité du calcaire	
$Q_{st}$	La tirabilité du calcaire	[g/m <sup>3</sup> ]

$Q_s$	Rendement planifié de la sondeuse	[m <sup>3</sup> ]
$L_n$	Rendement de la sondeuse	[ml/h]
$T_p$	Durée d'un poste	[h]
$K_u$	Taux d'utilisation par poste	
$N_p$	Nombre de poste par an	
$P$	Rendement moyen d'un mètre de sondage	[m <sup>3</sup> /ml]
$N_{\text{trou}}$	Nombre des trous fait par la sondeuse	[trou/poste]
$T$	Durée d'un poste de travail	[h]
$P_a$	Puissance de la carrière la production souhaitée	[T/an]
$K_r$	Coefficient de réservé de la sondeuse	
$N_j$	Nombre de jour de travail de la sondeuse au cours de l'année	[jour]
$Q_{\text{tr}}$	Le volume de la roche abattu par un trou	[t/trou]
$T_{\text{aux}}$	Temps auxiliaire	[min]
$T_{\text{man}}$	Temps de manipulation préliminaire avant le forage de chaque trou	[min]
$T_{\text{al}}$	Temps d'allongement et de levage du train des tiges	[min]
$T_{\text{dép}}$	Temps de déplacement de la sondeuse au nouveau trou	[min]
$T_{\text{rep}}$	Temps de réparation de la sondeuse (nettoyage et graissage)	[min]
$T_{\text{remp}}$	Temps de remplacement de l'outil de forage	[min]
$T_{\text{mp}}$	Temps mort planifié	[min]
$T_{\text{p.p}}$	Prise de poste	[min]
$T_{\text{p.d}}$	Pause de déjeuner	[min]
$T_{\text{r.p}}$	Temps de remise de poste	[min]
$T_{\text{m.n.p}}$	Temps mort non planifié	[min]
$T_{\text{s.p.p}}$	Temps supplémentaire de la prise de poste	[min]
$T_{\text{S.d}}$	Temps supplémentaire de déjeuner	[min]
$T_{\text{s.r.p}}$	Temps supplémentaire de la remise de poste	[min]
$T_{\text{eff}}$	Temps effectif de forage	[min]
$L_{\text{tr}}$	Longueur de trou	[m]
$L_{\text{tige}}$	Longueur de tige	[m]
$D_t$	Diamètre du taillons	[m]
$Q_{\text{exp}}$	La productivité d'exploitation	[m/poste]
$Q_{\text{théo}}$	La productivité théorique	[m/h]
$Q_{\text{tech}}$	La productivité technique	[m/h]

$K_{tech}$	Coefficient de l'imperfection technique de la sondeuse	
$K_{ma}$	Coefficient qui tient compte les opérations prélimaire de manipulation	
$K_{al}$	Coefficient qui tient compte les opérations de rallongement et de levage du train des tiges	
$K_{dep}$	Coefficient qui tient compte les opérations de déplacement de la sondeuse au nouvel trou	
$K_{rep}$	Coefficient qui tient compte les opérations de réparation de la sondeuse	
$T_{org}$	Pertes de temps a cause de l'organisation de travail	[min]
$A_{ut}$	Aptitude au travail de l'explosif	[cm <sup>3</sup> ]
$A_{anf}$	Aptitude au travail de l'explosif principal	[cm <sup>3</sup> ]
$A_{mar}$	Aptitude au travail de l'explosif d'amorçage	[cm <sup>3</sup> ]
$Q_p$	La consommation spécifique de projet de l'explosif	[g/cm <sup>3</sup> ]
$A_{ét}$	l'aptitude étalon	[cm <sup>3</sup> ]
$K_f$	Coefficient de fissuration	
$I_m$	Distance moyenne entre deux fissures	[m]
$K_{df}$	Coefficient qui tient compte du degré fragmentation nécessaire	
$D_m$	La dimension moyenne des morceaux de la roche fragmentée	[m]
$K_c$	Coefficient de correction pour les roches a tirabilité difficile	
$K_r$	Coefficient qui tient compte de l'influence du volume avec la hauteur de Gradin	
$K_{sd}$	Coefficient qui tient compte du nombre de surface libre	
$W$	Ligne de moindre résistance	[m]
$P$	Charge linéaire d'explosif	[kg/m]
$D_{tr}$	Diamètre du trou	[m]
$\Delta$	Densité moyenne de l'explosif	[t/m <sup>3</sup> ]
$D_{anfo}$	Densité de l'amfomil	[g/cm <sup>3</sup> ]
$D_{mar}$	Densité de la marmanite III	[g/cm <sup>3</sup> ]
$m$	Coefficient de rapprochement des trous	
$W_s$	Ligne de moindre résistance selon la sécurité technique	[m]
$L_{sf}$	Longueur de sous forage	[m]
$L_t$	Profondeur des trous	[m]
$L_{ch}$	Longueur de la charge	[m]

$L_{tb}$	Longueur totales de bourrage	[m]
$V_{ab}$	Volume de roches abattues par trou de mine	[m <sup>3</sup> ]
$V_{bt}$	Volume du bloc à tiré	[m <sup>3</sup> ]
$n_{tr}$	Nombre de trous du bloc à tiré	
$l_{ft}$	Volume linéaire du forage	[m]
$Q_{totex}$	Quantité d'explosif par volée	[kg]
$\square$	Durée de micro retard	[mill sec]
$m_z$	Nombre de retard	
$V_{max}$	Vitesse d'oscillation	[mm/s]
$A_{min}$	Largeur minimale du gradin au niveau du sol fixe	[m]
$W_h$	Hauteur du remblai ou du rail de sécurité	[m]
$T_c$	Temps de cycle de la chargeuse	[sec]
$T_{mach}$	Durée de parcours de chargeuse chargée vers le lieu de déchargement	[sec]
$t_{ch}$	La longueur de parcours de la chargeuse vers le lieu de déchargement	[m]
$V_{ch}$	La vitesse de parcours en charge	[km/h]
$T_{déch}$	Durée de déchargement du godet	[sec]
$T_{mav}$	La durée de parcours à vide le lieu du chargement	[sec]
$L_v$	La longueur de parcours à vide vers le lieu de chargement	[m]
$V_v$	Vitesse de parcours à vide	[Km/h]
$K_f$	Coefficient de foisonnement	
$K_r$	Coefficient de remplissage du godet	
$E_{rel}$	Capacité du godet de la chargeuse	[m <sup>3</sup> ]
$N_{ch}$	Calcul du nombre des chargeuses	[Chargeuse]
$K_{res}$	Coefficient de réserve	
$T_m^P$	Temps-mort planifié pendant un poste de travail	[min]
$T_m$	La quantité des temps morts pendant un poste de travail	[min]
$Ku^{réel}$	Le coefficient d'utilisation réel du camion	
$V_g$	Volume du godet	[m <sup>3</sup> ]
$m_{nom}$	Capacité de charge nominale du camion	[t]
$m$	La masse de camion à vide	[t]
$T_{par}$	La durée de parcours du camion	[min]
$t_{ch}$	Durée de chargement	[min]
$t_{dch}$	Durée de déchargement	[min]



$t_{de}$	Durée de trajet en chargée	[min]
$t_{dv}$	Durée de trajet à vide	[min]
$Q_p$	Productivité d'exploitation du camion	[T/p]
$L_t$	Le parcours total du camion par poste	[km/p]
$L_{mch}$	La distance moyenne chargée	[km]
$L_{mv}$	La distance moyenne à vide	[km]
$T_{pch}$	Temps de parcours en charge	[min]
$V_{ch}$	La vitesse du camion chargé	[km/h]
$V_v$	La vitesse du camion vide	[km/h]
$V_{cr}$	La vitesse critique d'après le dérapage dans les virages	[m/sec]
$g$	Accélération de la pesanteur	[m/s <sup>2</sup> ]
$\psi$	Coefficient d'adhérence transversal	
$i_t$	Transversal de la route dans le virage	
$R_c$	Rendement du camion par poste	[T/p]
$n_p$	Nombre de poste de travail	[poste]
$R_{cn}$	Rendement annuel	[T/an]
$N_c$	Le nombre de camion	[camion]
$N_{ct}$	Le nombre du camion total	[camion]
$Q_r$	Le trafic de la route	[T/h]
$Q_{dm}$	Productivité planifié par jour	[T/p]
$I_c$	L'intensité de circulation par heure	
$Q'_r$	Le trafic journalier de la route	[T.km]
$L_{tot}$	Distance total parcours par tous les camions	[km]
$A_{car}$	Consommation de carburant par poste	[l/poste]
$\gamma_{man}$	Consommation de carburant pendant le manœuvre	
$\gamma_{grai}$	Consommation de carburant pendant le graissage	
$\gamma_{hiver}$	Consommation de carburant pendant hiver	
$B_{g,h}$	Consommation des huiles et graisse	[l/poste]
$K_{conso}$	Coefficient de consommation	



## INTRODUCTION

Dans le monde, la consommation des matières premières ne cesse de croître. Les pays riches en minerais tels que le fer, le cuivre, le phosphate etc..... pour lesquels exploitation doivent être importantes très mécanisées et produire en très grandes quantités pour être rentable. Ce type d'exploitation constituerait des pôles technologiques autour desquels pourrait s'ordonner un tissu industriel qui manque si cruellement en cette période.

La vocation minière d'un pays doit offrir des perspectives de développement nouveau, compte tenu du contexte dans lequel il se situe et de l'évolution de l'économie mondiale. Ce choix de la mécanisation a une incidence directe sur les coûts et les rendements. L'objectif de toute entreprise est d'assurer une exploitation optimale de ces ressources en tenant compte de leurs diverses caractéristiques techniques, économiques et humaines. [5]

Les réserves nationale en minerai de fer sont localisées et réparties sur plusieurs gisements, à l'ouest à l'est. Convaincu de l'importance de leur complexe minier, ouvriers et cadres sont mobilisés pour suivre la ligne de stratégie adoptée au milieu de l'année 1998 et appliquée depuis. Cette stratégie a pour but la réhabilitation de la mine, diminuer au maximum les erreurs du passé pour faire face à la nouvelle conjoncture due à la réforme économique du pays. [9]

Pour ce choix de la mécanisation a une incidence directe sur les coûts et les rendements, Ce mémoire fera l'objet d'étude d'évaluation de la chaîne de production de la carrière d'Ain-Zazia mine de fer Boukhadra.

Nous avons structuré notre travail suivant le plan méthodologique ci-dessous, toutes les données essentielles pour la réalisation de notre projet de fin d'études ont été réunies lors de ce stage.

- Le 1<sup>er</sup> chapitre détermine les caractérisations géologiques et l'importance de réserve et les propriétés physico-mécaniques des roches de ce gisement.
- Le 2<sup>ème</sup> chapitre représente une étude sur les méthodes d'ouverture et d'exploitation.
- Le 3<sup>ème</sup> chapitre, choisit le mode de foration le plus rationnelle avec la détermination et le rendement de la machine de foration et, ainsi que un calcul du plan de tir optimale et les conséquences des travaux de tir.
- Le 4<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> chapitres représentent la productivité réelle des engins de chargement et de transport à base des données de cette productivité qui existe dans la mine de boukhadra.
- Le dernier chapitre consacré à la sécurité et l'organisation des travaux miniers pour assurer la continuité de la production planifié.

# Chapitre I

## Caractérisation du gisement

Avant de procéder à l'exploitation d'un gisement il est nécessaire de mettre en évidence la valeur industrielle et économique de ce gisement en prenant en considération la géologie du gisement leurs formations et structures géologiques et surtout les caractéristique des massifs rocheux est l'importance des réserves.

## **1. Historique du gisement d'Ain-Zazia.** <sup>[1]</sup>

Le gisement d'Ain-Zazia se trouve dans la région de la mine de Boukhadra, a 500 m à l'est de la carrière. Vu la profusion des affleurements de minerai en surface, celui-ci est, depuis longtemps, jugé comme perspectif. Ce gisement a été l'objet d'une première prospection systématique durant les années 1963-1964, par des sondages verticaux, suivant une maille quadratique régulière de 50×50 m. En 1985-1988, l'équipe des spécialistes polonais de L'E.R.E.M, avait effectué des travaux de révision et d'expertise totale dans la région de Boukhadra et ont effectué 3 sondages complémentaire et de révision. Plus tard, en 1989, L'E.R.E.M avait entrepris une autre compagne de prospection dans le secteur d'Ain-Zazia par des sondages verticaux dont le nombre est de 15. L'objet de cette compagne consiste à délimiter essentiellement les flancs du gisement et partiellement, serrer la maille de prospection existante ainsi-que l'évaluation qualitative du gisement.

Il est à noter depuis 1965 jusqu'à 1985, environ 300 000 m<sup>3</sup> de terrils et de minerai pauvre ont été déversée sur la surface du gisement, en ignorant complètement que celui-ci fera l'objet d'une éventuelle exploitation. Les plates-formes des sondages des deux dernières compagnes de prospection ont été faites sur la masse de terrils, dont le décalage des sondages par rapport à leur point de la projection est du soit à ces masses de terril, soit à la différence des coordonnées entre l'ancien et le nouveau système.

## 2. Localisation du gisement d'Ain-Zazia. <sup>[2]</sup>

Le gisement de fer d'Ain-Zazia est situé dans la mine de fer BOUKHADRA, le gisement de fer concerné par l'étude se situe dans la partie Sud-est de la mine (fig. I.1).

Tableau I.1 : Les coordonnées UTM et Lambert de la carrière d'Ain-Zazia.

point	Système UTM		point	Système Lambert	
	X	Y		X	Y
1	412400	3957200	1	981844.69	286771.51
2	412400	3957600	2	981545.33	286752.16
3	412100	3957600	3	981532.43	286951.73
4	412100	3957800	4	981332.86	286938.82
5	411900	3957800	5	981319.95	278738.39
6	411900	3958000	6	981020.6	287119.04
7	411600	3958000	7	981001.24	287418.39
8	411600	3958300	8	980701.88	287399.03
9	411300	3958300	9	980688.98	287598.60
10	411300	3958500	10	981287.69	287637.32

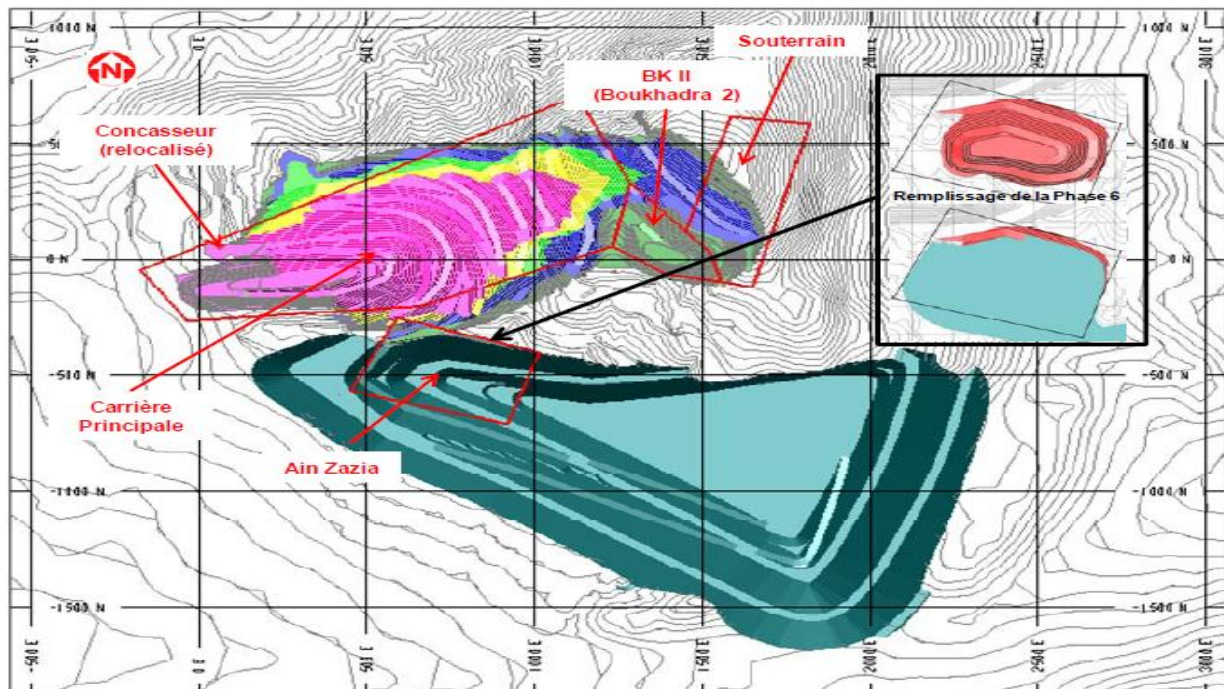


Fig. I.1: Plan général de positionnelle de gisement d'Ain-Zazia dans la mine de Boukhadra. <sup>[3]</sup>

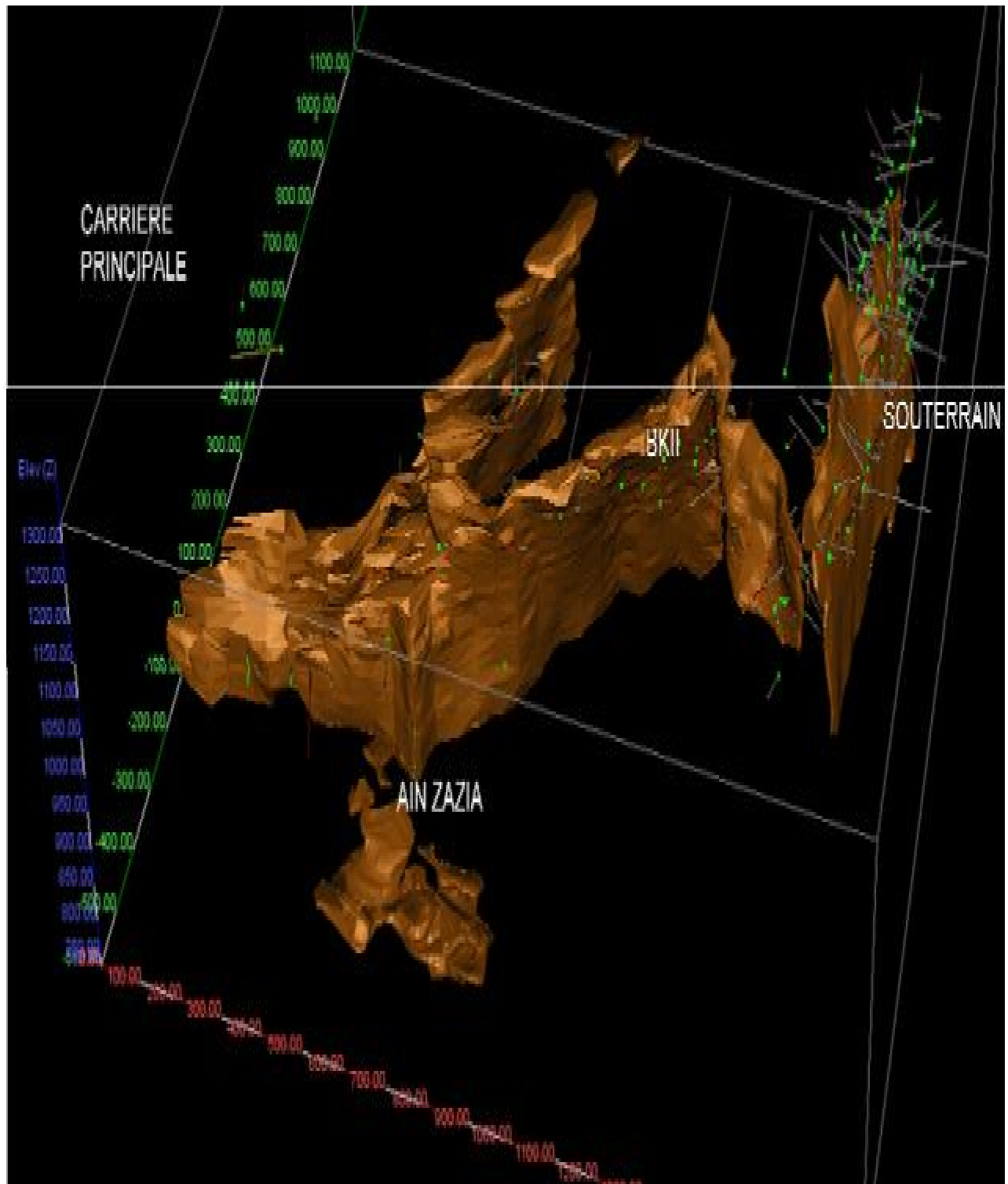


Fig. I.2: Plan général 3D de positionnelle de gisement d'Ain-Zazia dans la mine de Boukhadra. <sup>[3]</sup>

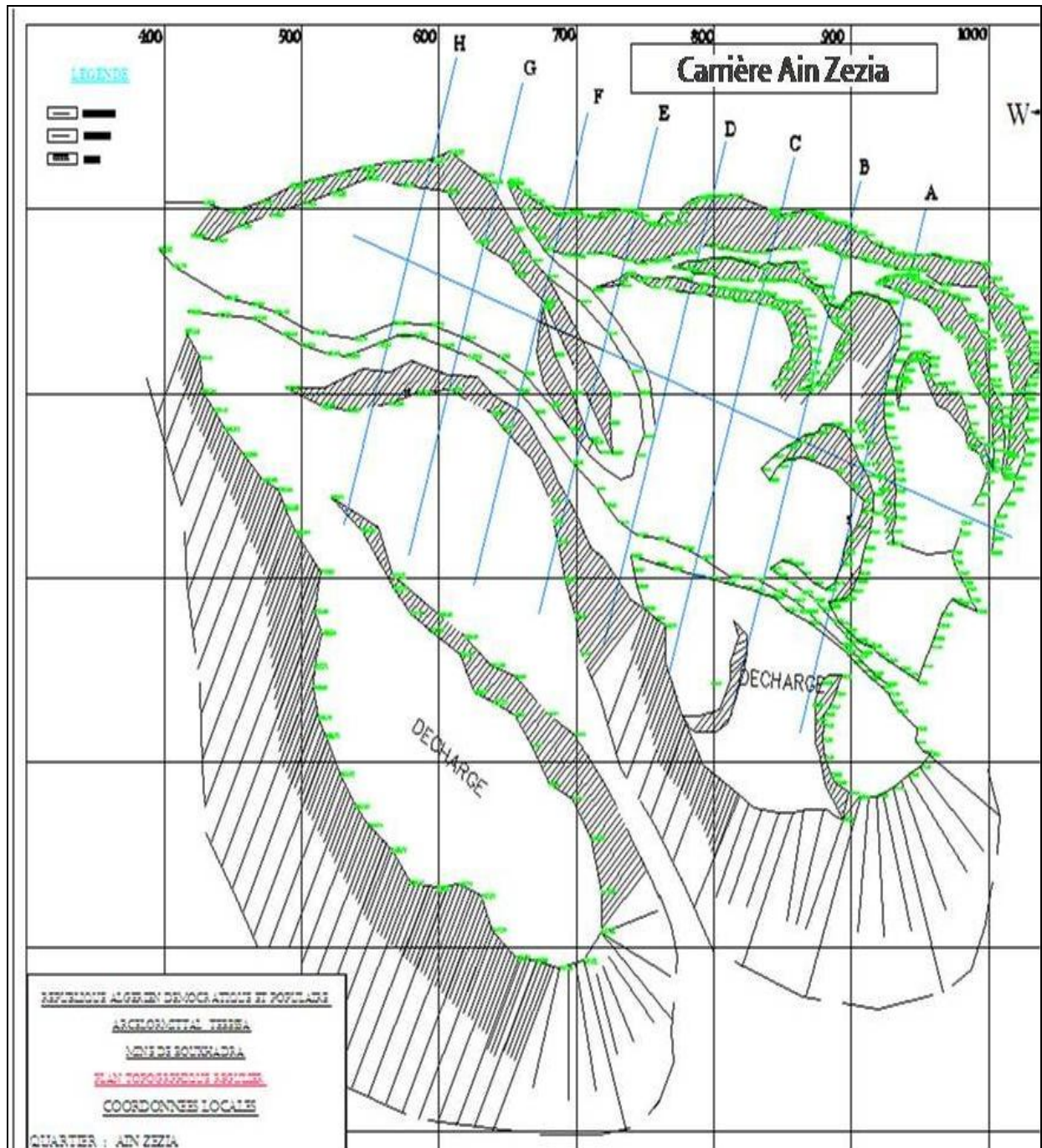


Fig. I.3 : Plan topographique de la carrière Aïn-Zazia. <sup>[2]</sup>



### 3. Bref aperçu géologique sur le gisement d'Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

Stratigraphiquement, le secteur d'Ain-Zazia est représenté par des formations aptiennes et quaternaires, surmontant les dépôts du trias. La majeure partie du terrain est recouverte par des dépôts récents (quaternaire), représenté essentiellement par les conglomérats ferrugineux et calcareux.

La partie centrale du gîte d'Ain-Zazia est masquée par les masses du trias de la mine d'une puissance de 20m et plus.

Les roches de l'aptien sont représentées par deux types de faciès différents, à savoir : le faciès carbonaté calcareux et les faciès terrigènes inférieur et supérieur. Le faciès terrigènes inférieur caractérisé par les marnes jaunes à gris-jaunes avec quelques intercalations de bancs de calcaires et des nids de minerai-Hématite-limonite. Notons que ce faciès n'a pas été observé en surface, mais il a été recoupé par les sondages P5 et P6.

Le faciès terrigènes supérieur affleure dans la partie Sud-ouest du secteur et est caractérisée par la présence de marnes grises à gris-verdâtres avec quelques intercalation de calcaires gréseux bioclastiques.

Quant au faciès carbonatés, celui-ci affleure au Nord du secteur d'Ain-Zazia ; il est représentée par des calcaires organogènes à structure micritique, recristallisés, par endroit silicifiés. Ces calcaires sont fortement remaniés et fissurés par la tectonique, c'est dans cette assise que se trouve la plupart des corps de minerai (l'assise productive).

Le Trias est composé par les intercalations de marnes bariolées de différentes couleurs et par les argiles sableuses, gypsifères, parfois de calcaires gris organogènes ...

Vu l'importance de la couverture quaternaire et les puissantes masses de terril, il est difficile de se prononcer sur la tectonique. Mais d'après les constatations faites sur place, les formations aptiennes d'Ain-Zazia constituent fragments du flanc Sud-est de l'anticlinal de Boukhadra, séparée par dislocation tectonique est glissée le long du flanc de l'anticlinal.

Le gisement d'Ain-Zazia est caractérisé par une minéralisation ferrifère de type hématite-limonite sous forme de corps filoniens irrégulier, de dimension variable, à pendage subhorizontal, parfois incliné de quelques degrés vers le Nord-est. Les corps de minerai sont disposés séparément en trois niveaux (inférieur, moyen et supérieur) et présentent des caractéristiques chimiques et minéralogiques différentes; c'est le cas par exemple du corps de minerai supérieur qui est caractérisé par une teneur élevée en  $\text{SiO}_2$  et une teneur basse en fer, tandis que le corps inférieur présente une haute teneur en fer et une basse teneur en baryte ( $\text{BaSO}_4$ ).

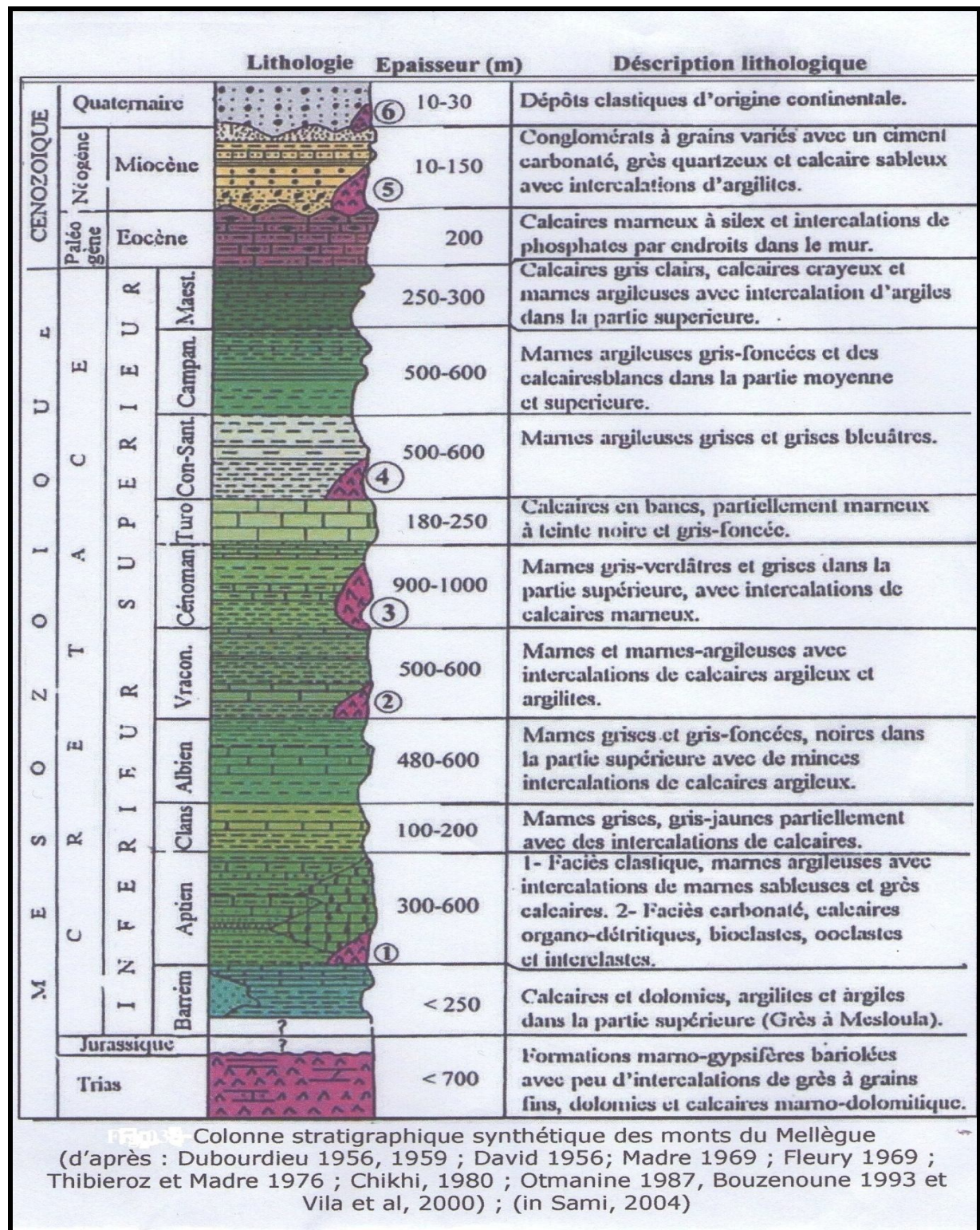


Fig. I.4 : Colonne stratigraphique synthétique de mont de la mine de BOUKHADRA. [2]

#### 4. Les réserves exploitables de la carrière Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

Le corps minéralisé d'Ain-Zazia constitue un gisement satellite de nature différent du reste des gisements principaux faits d'hématite et de limonite, Ain-Zazia est un dépôt de marceaux d'hématite et de limonite provenant des gisements principaux en amont. (Annexe I)

Il est à préciser que ces corps de minerai sont disposés séparément des caractéristiques chimiques différentes ; par exemple le corps supérieur est caractérisé par la basse teneur en fer et la haute teneur en SiO<sub>2</sub>, ce qui provoquera une influence négative sur l'économie de la carrière durant les premières années d'exploitation.

Tandis-que le corps inférieur qui est caractérisé par une teneur élevée en Fer et une teneur basse en BaSO<sub>4</sub>, aura une influence positive, sur l'économie de carrière pendant les dernières années d'exploitation. Cette distribution de la teneur en fer, de haut en bas est économiquement défavorable pour l'exploitabilité de la future carrière d'Ain-Zazia.

Le tableau I.2 suivant présenté les réserves exploitables par niveaux et le tableau I.3 présenté la distribution des réserves exploitables par niveaux et corps de la carrière Ain-Zazia :

Tableau I.2 : Les réserves exploitables de la carrière Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

Niveaux (m)	Minerai (t)	Fe %	Stérile (t)	Coefficient de couverture M/S
974	-	-	0	-
962	-	-	1041300	-
950	202300	33.56	1373480	6.79
938	569200	39.21	1217740	2.14
926	634500	41.75	1106040	1.74
914	358900	43.53	1209390	3.37
902	293900	45.59	906830	3.09
890	666900	45.60	368710	0.55
878	491700	45.60	95000	0.19
866	105000	45.60	33200	0.32
Total	3322400	42.55	8030000	2.42

Tableau I.3 : Distribution des réserves exploitables par niveaux et corps. <sup>[1]</sup>

Niveaux (m)	Corps N° 1		Corps N° 2		Corps N° 3		total	
	Quantité (t)	Teneur (Fe%)	Quantité (t)	Teneur (Fe%)	Quantité (t)	Teneur (Fe%)	Quantité (t)	Teneur (Fe%)
950-962	183031	31.40	33744	43.11	-	-	216775	33.22
938-950	237959	31.40	358442	43.11	-	-	596401	38.44
926-938	85559	31.40	507241	43.11	-	-	592800	41.42
914-926	3612	31.40	277849	43.11	77413	45.60	358874	43.53
902-914	-	-	26337	43.11	207550	45.60	233887	45.30
890-902	-	-	-	-	666927	45.60	666927	45.60
878-890	-	-	-	-	491674	45.60	491674	45.60
Sous 878	-	-	-	-	105049	45.60	105049	45.60
Total	510161	31.40	1203613	43.11	1548613	45.60	3262387	42.46



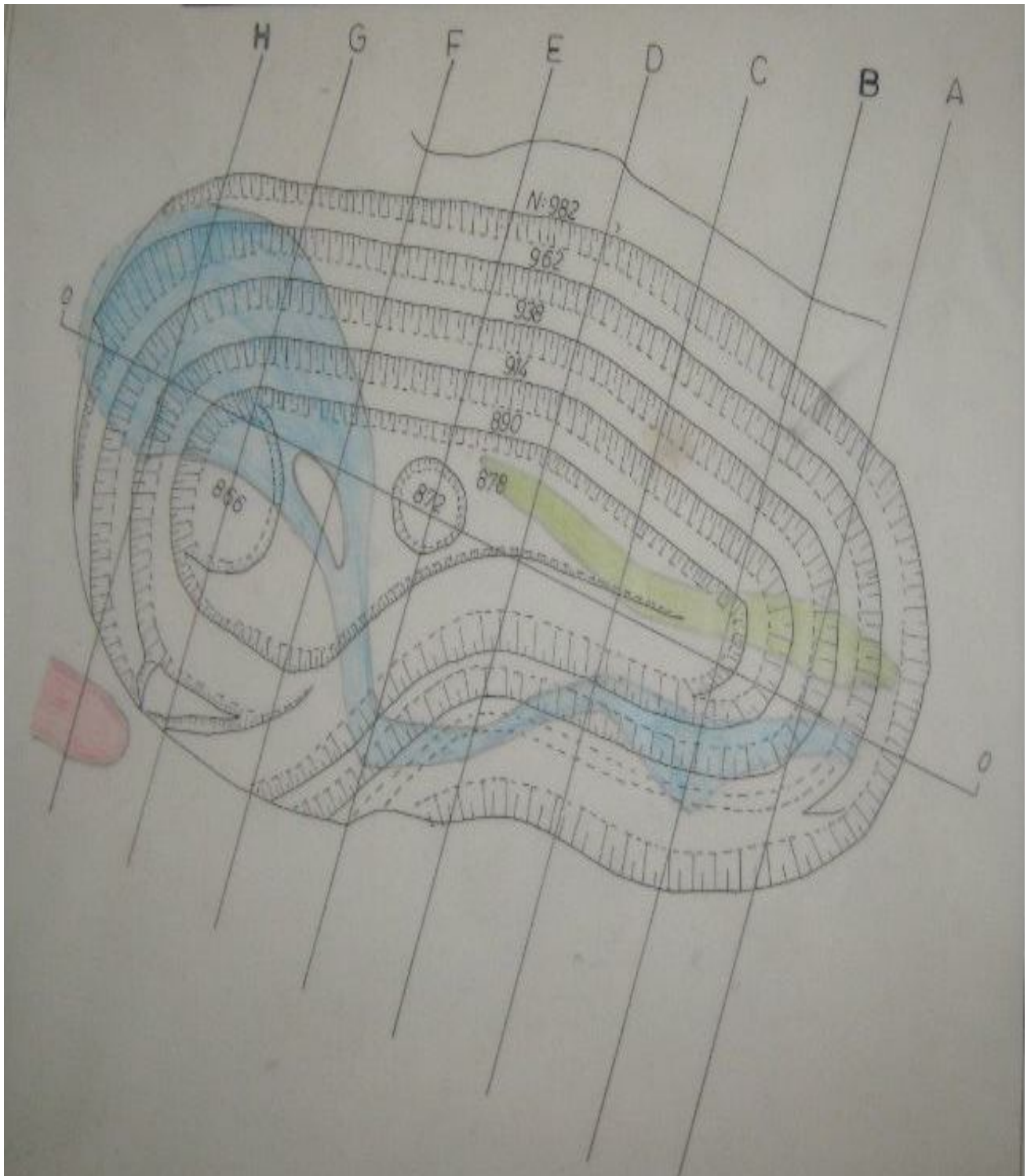


Fig. I.5 : Conteur final et les corps principal du carrier AIN ZEZIA. <sup>[2]</sup>

## 5. Teneurs moyennes en composantes. <sup>[2]</sup>

Le manque des données sur la majorité des sondages forés en 1965, nous a posé d'énormes difficultés pour le calcul des teneurs moyennes en composantes, tels le Fe, BaSO<sub>4</sub> et le SiO<sub>2</sub>.

Malgré cela, nous avons basé nos calculs sur la documentation et les informations disponibles afin de préparer un exemple de calcul des teneurs moyennes par pondération, en plusieurs étapes (c'est-à-dire par rapport à la longueur, la puissance des intervalles minéralisés, en suite à la surface et enfin au volume de chaque corps de minerai).

Les résultats des calculs obtenus sont les suivantes :

Tableau I.4 : Teneurs moyennes des composantes.

N° du corps	Teneurs moyenne pondérées		
	Fe%	BaSO <sub>4</sub> %	SiO <sub>2</sub> %
I	32.66	2.61	19.22
II	44.44	4.75	9.04
III	47.02	1.64	14.16

La teneur moyenne pour tout le gisement d'Ain Zazia est :

- Fer (Fe = 44.00%)
- Sulfate de barytine (BaSO<sub>4</sub> = 2.85%)
- Oxyde silicium (SiO<sub>2</sub> = 13.67%)

## 6. Qualité du minerai du gisement d'Ain-Zazia.

### 6.1 Nature de la substance exploitée

Hématite : oxyde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> c'est le principal minerai de fer (poussière rouge en rayant au couteau),

Limonite : d'hydroxydes de fer (type FeO-OH, n H<sub>2</sub>O) la limonite forme aussi des rognons concrétionnés à surface noire luisante, et des grains dans les minerais oolitiques de fer.

**6.2 Eléments constituant la substance.** <sup>[2]</sup>SiO<sub>2</sub> : 13.67%

CaO : 3.5 à 8 %

Mn : 2.0 à 3 %

Mgo : 0.2 à 0.40 %

S : 0.04 à 0.10 %

Cu : Trace

P : 0.002 à 0.01 %

Pb : 0.005 à 0.02 %

Zn : &lt;ou égale 0.01 %

H<sub>2</sub>O : 2 à 6 %Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O : 0.05 à 0.3 %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.5 à 0.8 %

P.F : 6 à 10 %

**7. Caractéristiques physiques et mécaniques des roches stériles et minerais**Tableau I.5 : Caractéristiques physiques et mécaniques de quelques roches stériles et du minerais. <sup>[2]</sup>

Caractéristiques Roches	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	Dureté	Cohésion (bars)	Angle de frottement interne (°)	R <sub>c</sub> moyenne (Mpa)
Marnes jaunes	2.2	3	0.33	23	20
Marnes minéralisées	2.4	-	2.6	40	
Marnes grises	2.2	4	-	-	
Grès	2.3	4	-	-	
Calcaires	2.6	7	-	50	
Dolomite	2.85	3	-	-	
Marnes bariolées	1.95	-	0.3	19	
Minerais	2.7	5	-	45	78.4

# Chapitre II

## Les méthodes d'ouverture et d'exploitation



## Les méthodes d'ouverture

Le problème majeur d'exploitation de gisements par mode à ciel ouvert dans une région montagneuse consiste dans la plupart des cas à réaliser un ouvrage minier (demi tranchée ou route d'accès) partant de la dépression (niveau où sont généralement installées les usines, station de concassage, etc.) jusqu'à son sommet, cette réalisation n'est possible que lors de relief accessible qui ne présente d'ambiguïté d'ordre topographique. En suite, l'exploitation se résumera de la même manière que pour les gisements à relief plat. <sup>[8],[6]</sup>

Il faut aussi remarquer que le principe d'exploitation des gisements par mode à ciel ouvert demeure le même aussi bien lors du relief plat que pente.

Les étapes de la construction ne varient pas aussi du premier cas au second, car; il est toujours exigé:

- D'abord d'ouvrir la carrière soit par tranchée d'accès ou demi tranchée d'accès, et là il faut seulement souligner que lors du relief pente les travaux de creusement se développent de bas en haut.
- De découper le gisement en différents horizons de travail à partir du sommet, sauf dans certains cas de relief présenté un palier à un certain niveau d'où débutera l'exploitation en un premier stade.
- Et enfin de passer à l'exploitation proprement dite, grâce à l'utilisation des processus technologiques miniers qui peuvent être identiques dans les deux cas de relief.

Lors de l'exploitation d'un gisement à ciel ouvert, il est rationnel de choisir le mode d'ouverture répondant aux conditions les plus efficaces de l'exploitation.

Généralement l'ouverture d'un gisement exploitable à ciel ouvert dépend des facteurs dont les principaux sont : les facteurs géologiques, miniers et économiques. <sup>[7]</sup>

### ❖ Les facteurs géologiques :

- relief de terrain ;
- forme et dimensions du gisement ;
- puissance, profondeur et pendage de gîte.

### ❖ Les facteurs technico-miniers :

- Productivité de la carrière ;
- durée de service de la carrière ;
- moyen de mécanisation et sécurité de travail.

**❖ Les facteurs économiques :**

- dépenses capitales de la construction de la carrière ;
- rendement.

Le choix du schéma d'ouverture doit assurer :

- Le fonctionnement des engins au régime favorable ;
- L'exploitation du gisement la plus rentable ;
- La production planifiée ;
- La sécurité du travail.

**1. Les modes d'ouverture de la carrière.** <sup>[5]</sup>

L'ouverture de la carrière est une opération déterminante pour le déroulement du processus d'exploitation. Dans l'exploitation à ciel ouvert le mode d'ouverture des gisements se fait par différents systèmes parmi lesquels on distingue :

- L'ouverture par tranchée;
- L'ouverture par des gradins de différentes hauteurs avec une berme de sécurité au

minimum de 4 m (plate forme supérieures sans transport).

La tranchée est une excavation à ciel ouvert de grande longueur par rapport à sa largeur et de profondeur, de section trapézoïdale. Ses parois latérales s'appellent bords et la paroi inférieure et dite sole de tranchée. Les tranchées avec pentes, horizontales ou avec pente et horizontale ensuite. On distingue :

- Les tranchées principales qui donnent l'accès au gisement.
- Les tranchées de découpage qui préparent le champ de carrière à l'exploitation, autrement dit, ces tranchées permettent de réaliser un front initial des travaux d'exploitation.
- Les tranchées spéciales destinées à la recherche, à l'exhaure, au drainage,...etc.

Les tranchées principales sont inclinées. Lorsqu'elles sont destinées au transport par locomotives et wagons, leur pente est de 0.025 à 0.040. Cette pente varie de 0.050 à 0.150 pour le transport par camions et de 0.250 à 0.330 lors de l'emploi des convoyeurs. Les tranchées équipées par skips peuvent avoir une pente très forte. Quant aux tranchées de découpage ; elles sont pratiquement horizontales. Dans le plan, la trace d'une tranchée peut être droite, en boucle ou en spirale.

Les modes d'ouvertures de la carrière sont classés généralement suivant le type d'ouvrages donnant l'accès au gisement, leur disposition par rapport au champ de carrière, leur nombre et destination.

Lorsque l'ouverture se fait par tranchées, elles peuvent être disposées en dehors du contour de la carrière ou à l'intérieur de celle-ci. Dans le premier cas, elles sont dites tranchées extérieures, dans le second, tranchées intérieures.

• Le choix du mode d'ouverture et : les paramètres de la carrière nécessitant d'être retenue et qui doivent faire l'objet d'une étude détaillée sont :

- dimension de la carrière en plan ;
- profondeur finale ;
- réserve en minéraux utiles et volume des roches stériles dans le contour de la carrière ;
- production annuelle ;
- durée de l'exploitation de la carrière (durée de vie) ;
- les conditions géologiques et hydrogéologiques du gisement ;
- les capacités des engins miniers (bulldozer, foration et abattage, chargement, transport,) et ses caractéristiques dimensionnelles (longueur et largeur). Il existe plusieurs modes d'ouverture dont les principaux sont les suivants :

1. Par tranchées isolées ;
2. Par tranchées de groupe ;
3. Par tranchées communes ;
4. Par tranchées doublées ;
5. Sans tranchées ;
6. Par ouvrage souterrains ;
7. Mode d'ouverture combinée.

## **2. Productivité de la carrière.** <sup>[1]</sup>

Le minerai exploité de la carrière d'Ain-Zazia est considéré comme étant un produit qui ne correspond pas aux exigences de l'industrie, vu sa faible teneur en fer, donc il va falloir le mélanger avec le minerai de fer provenant des autres chantiers.

La production dans la carrière d'Ain-Zazia varie en fonction de la qualité du minerai produit dans les autres chantiers.

Cette variation est prévue dans le plan d'activité de l'unité.

La production annuelle du minerai varie entre 150.000 t/an et 300.000 t/an pour différentes périodes la productivité est comme suite :

Tableau II.1 : Différentes périodes la productivité de carrière Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

Production annuelle du minerai	période	Minerai		Stérile		Masse-rocheuse	
		t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>
150.000	Par an	150.000	53.200	525.000	201.900	675.000	255.100
	Par jour	590	210	2.060	790	2.650	1.000
	Par poste	295	105	1.030	395	1.325	500
200.000	Par an	200.000	70.900	700.000	269.200	900.000	340.100
	Par jour	784	280	2.740	1.050	3.524	1.330
	Par poste	392	140	1.370	525	1.762	665
300.000	Par an	300.000	106.400	1050.000	40.400	1350.000	146.800
	Par jour	1.180	420	4.120	1.580	5.300	2.000
	Par poste	590	210	2.060	790	2.650	1.000

### 3. Organisation du travail dans la carrière. <sup>[1]</sup>

L'organisation du travail dans la carrière d'Ain-Zazia est semblable de la carrière de Boukhadra.

- Nombre de jours ouvrables par an : 255 jours ;
- Nombre de jours ouvrables par semaine : 5 jours ;
- Nombre de poste par jour pour stérile : 2 postes ;
- Nombre de poste par jour pour le minerai : 1 poste ;
- Durée d'un poste : 8 heures.

### 4. L'ouverture de la carrière d'Ain-Zazia. <sup>[2]</sup>

Le niveau le plus haut de la carrière est le niveau 974, le plus bas est le niveau 866. Une partie de la piste principale du chantier des travaux souterrains traverse la carrière, c'est pourquoi avant la construction de la carrière d'Ain-Zazia, il est nécessaire de déplacer la piste en de dehors de ces limites. L'ouverture des niveaux plus hauts (974,962, 950, 938,926) est assuré par de courts accès qui dérivent de la route principale. Pour les niveaux plus bas l'ouverture est réalisée par une tranchée combinée (extérieure, intérieure), qui descend jusqu'au niveau 878. Pour les niveaux (872,866) ou l'espace et le volume sont minimum le découpage se fait par de courtes tranchée avec une forte pente.

- Le tranché principal est d'une pente de 7% une largeur de 20m et un volume de 135.000 m<sup>3</sup>. [2]
- l'entrée de la tranchée qui se trouve à la cote 913 est liée avec les déviations qui mènent vers la route principale, cette déviation se fait de deux manières :
  - soit en passant entre un immeuble et un réservoir d'eau, tout en détruisant un autre immeuble.
  - Soit en contournant les deux immeubles et en empruntant une rue du village.
  - Le choix d'une variante définitive de la déviation est nécessaire à la fin de la 6<sup>ème</sup> année d'exploitation, quand on commence le creusement de la tranchée.

## 5. Calcule Les paramètres d'ouvertures de la carrière Ain-Zazia. [7]. [5]

### 5.1 Pente de la piste

Le tracé des pistes est un facteur important pour l'obtention de bonnes conditions de travail et de sécurité pour les engins du transport de la matière utile vers l'atelier de préparation mécanique. La réalisation des pistes de circulation des Dumpers pour le transport des roches abattues, doit être spécialement bien étudiée avec des pentes limites, on doit veiller à ne pas dépasser 10%. Cette pente est pratiquement surmontable par les camions envisagés pour le transport. Surtout si nous prenons en considération que ces derniers vont circuler à vide en montée et à charge en descente (exploitation du haut vers le bas).

### 5.2 Largeur de la piste

La largeur de la chaussée des routes dépend des gabarits de moyens de transport, de la vitesse de circulation et du nombre de voies de circulation.

Elle peut être déterminée d'après les formules suivantes :

**1<sup>er</sup> cas** : circulation à une seule voie (pour les pistes secondaires) :

$$T = a + (2 \times C) \quad (\text{II.1})$$

Où :

T : c'est la largeur de la piste ;

a : largeur de la benne du camion, (a ≈ 6 m (valeur approximative)) ;

C : largeur de la bande de sécurité, (m)

$$C = 0,5 + 0,005 V \quad (\text{II.2})$$

Où :

V : c'est la vitesse moyenne de circulation des camions (V = 25 km / h).

Donc : C = 0,62 m.

Alors,

$$T = 7,24 \text{ m}$$

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à une seule voie est :

$$T = 7,24 \text{ m.}$$

**2<sup>ème</sup> cas** : circulation à double voie (pour la piste principale) comme illustré sur la (fig. II.1).

$$T = 2 \times (a + C) + X + r \quad (\text{II.3})$$

Où :

$r$  : La largeur de la rigole d'évacuation d'eau = 0.4 m.

$X$ : distance entre les bennes des camions,  $X = 2 \times C$  (m).

$$X = 1,24 \text{ m.}$$

Alors,

$$T = 14,88 \text{ m}$$

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à double voie est :

$$T = 15 \text{ m.}$$

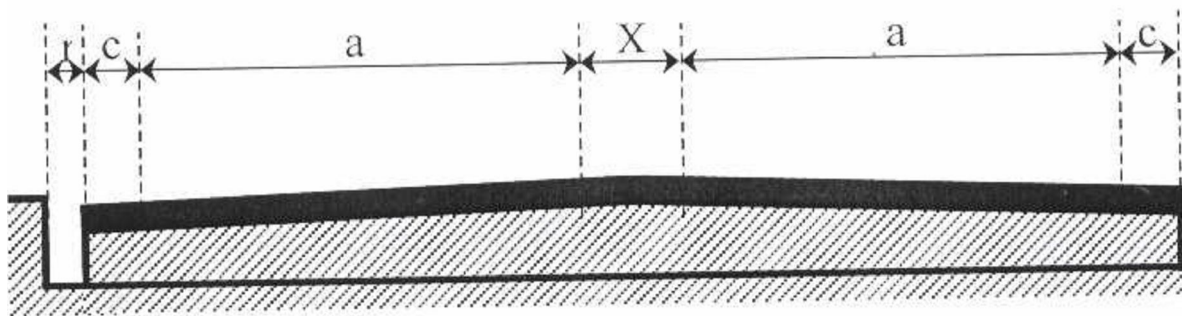


Fig. II.1 : schéma de la largeur de la piste. <sup>[15]</sup>

### 5.3 Longueur de la piste

La piste principale possède une longueur totale de 1400 m. A partir de la station de concassage (point de départ) jusqu'au point de la construction de la plate forme de travail (limite supérieure) au niveau 974m. Dans l'évolution des travaux d'abattage qui conduit au déplacement du front de taille, on aménagera des pistes dites "provisoires". Seule celle qui mène vers la station de concassage sera définitive.

La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon est donné dans le Tableau II.2 suivant :

Tableau II.2 : La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon de la piste de roulage. <sup>[1]</sup> (Voir les coupes en annexe I)

tronçon	La longueur moyenne (m)	La pente(%)	Le rayon de courbure (m)
----	40	4	0
<b>A-A</b>	43	6	20
<b>B-B</b>	50	8	15
<b>C-C</b>	50	8	15
<b>D-D</b>	50	8	15
<b>E-E</b>	50	8	15
<b>F-F</b>	48	8	15
<b>G-G</b>	50	8	15
<b>H-H</b>	30	8	15

## 6. Paramètres technologiques de la demi-tranchée d'accès

### 6.1 Largeur de la demi-tranchée d'accès

Théoriquement on peut la déterminer d'après le schéma suivant:

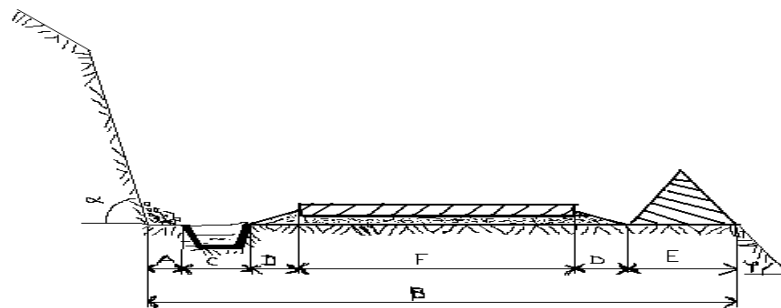


Fig. II.2 : Détermination de la largeur du demi-tranchée d'accès.

D'après le schéma ci-dessus, on distingue que la largeur de la demi-tranchée d'accès est comme suite:

$$B = A + C + 2D + F + E \quad \text{m} \quad (\text{II.4})$$

Où:

A: berme de sécurité de chute de pierres;  $A = 1.5 \rightarrow 2.0$  m;

F: largeur de la chaussée de transport; m

Dans la carrière d'Ain-Zazia la chaussée de transport est à deux voies de  $F = 15$  m;

C: largeur de la régole; m,  $C = 0.5$  m;

D: largeur des accotements; m,  $D = 1.0 \rightarrow 2.0$  m;

E: largeur de la digue de protection; m, E=2.5 m.

Donc:

$$B = 23.5 \text{ m .}$$

## 6.2 Longueur de la demi-tranchée d'accès

Théoriquement on a la déterminée par la formule suivante:

$$L = \frac{H_f - H_i}{i} \times k_a \quad \text{m} \quad (\text{II.5})$$

Où:

$H_f$  : niveau supérieur de la demi tranchée d'accès; m

$H_i$  : niveau inférieur de la demi tranchée d'accès; m

$i$  : pente directrice de la demi tranchée d'accès (0.08+0.12) chaque 100 mètre ;

Dans la carrière d'Ain-Zazia  $i=10\%$ .

$k_a$ : coefficient d'allangement du tracé; il dépend du type de jonction et de la forme de tracé

(voir tableau II.3) :

Tableau II.3: Représente le type de jonction de la demi-tranchée d'accès. <sup>[5]</sup>

Type de jonction	Coefficient d'allangement; $k_a$
Raccordement à pente directrice	1.1+1.2
Raccordement à réduction de la déclivité	1.2+1.4
Raccordement à paliers	1.4+1.6

Dans la carrière d'Ain-Zazia le type de jonction se fait à pente directrice donc  $k_a = 1.1+1.2$ .

Alors les longueurs de la demi tranchée d'accès est égale:

Les niveaux supérieur de la demi tranchée d'accès suivant :

$$H_{f1} = 974 \text{ m ; } H_{f2} = 950 \text{ m ; } H_{f3} = 926 \text{ m ; } H_{f4} = 902 \text{ m ; } H_{f5} = 878 \text{ m .}$$

les niveaux inférieur de la demi tranchée d'accès suivant :

$$H_{i1} = 962 \text{ m ; } H_{i2} = 938 \text{ m ; } H_{i3} = 914 \text{ m ; } H_{i4} = 890 \text{ m ; } H_{i5} = 866 \text{ m .}$$

Et donc la valeur approximativement de la longueur de la demi-tranchée d'accès de chaque niveau que suite :

$$L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = 132 \text{ m}$$

## 6.3 Volume de la demi-tranchée d'accès



Le volume de la demi-tranchée d'accès s'obtient en additionnant les volumes de différents tronçons qui les constituent, pour le calcul du volume d'un tronçon, on suit la procédure suivante:

- On détermine la surface  $S_1$  d'une section de départ.
- On détermine la surface  $S_2$  de la section d'arrivée.
- On mesure la distance entre ces deux dernières sections.

On calcule le volume par la formule:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L \quad \text{m}^3 \quad (\text{II.6})$$

### 6.3.1 Volume du premier tronçon

selon le plan topographique de la carrière d'Ain-Zazia ce tronçon commence du niveau 974 et atteint le niveau 962, c'est-à-dire il relie deux niveaux dont la différence de hauteur est de 12m; la longueur de ce tronçon est égale à 132 m selon le schéma;

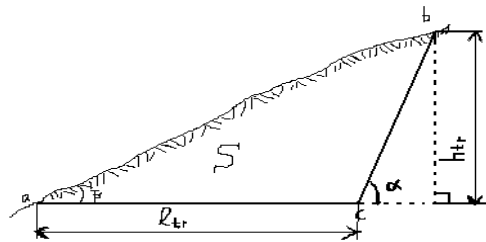


Fig. II.3 : Section de la demi tranchée d'accès.

donc:

$$S_{abc} = \frac{h_{tr} \times l_{tr}}{2} = \frac{l_{tr}^2}{2(\cot\beta - \cot\alpha)} \quad \text{m}^2 \quad (\text{II.7})$$

Où:

$h_{tr}$ : hauteur de la demi tranchée; m

$l_{tr}$ : largeur de la demi tranchée;  $l_{tr} = 24$  m.

$\alpha$ : Angle d'inclinaison du talus de la demi-tranchée;  $80^\circ$

$\beta$ : Angle d'inclinaison du flanc de coteau;  $30^\circ$

On va calculer la section pour chaque variation de section suivant l'inclinaison du flanc de coteau.

Pour la section n°1:

$$S_1 = 184.16 \quad \text{m}^2$$

Pour la section n°2:

La surface  $S_2$  est déterminé de façon analogue, mais pour le point d'arrivée nous avons:

$\beta$  : Angle d'inclinaison du flanc de coteau;  $35^\circ$

$$S_2 = 230.4 \text{ m}^2$$

Donc le volume sera égale:

$$V_1 = 27360.96 \text{ m}^3$$

Donc le volume total égale :

$$V_{\text{total}} = n \times V_1 \quad (\text{II.8})$$

$n$  : le nombar de demi-tranchée d'accès,  $n = 5$  ;

$$V_{\text{total}} = 136804.8 \text{ m}^3$$

## 7. Calcule du volume de la demi-tranchée de découpage

Se calculé par la formule suivante:

$$V_{\text{td}} = \frac{b^2 \times l_{\text{td}}}{2(\cot\beta - \cot\alpha)} \text{ m}^3 \quad (\text{II.9})$$

Où:

$b$ : largeur de la demi-tranchée de découpage; m

$$b = R_b + 2a + c \quad \text{m} \quad (\text{II.10})$$

Où:

$R_b$ : rayon de braquage du camion;  $R_b = 11 \text{ m}$ ; dans les condition de la carrière d' Ain-Zazia.

$a$ : accotement du chaussé;  $a=1 \text{ m}$ .

$c$ : distance de sécurité entre la chaussée de transport et l'arrêt inférieure du talus de gradin;  $c=1 \text{ m}$

donc:

$$b = 14 \text{ m}$$

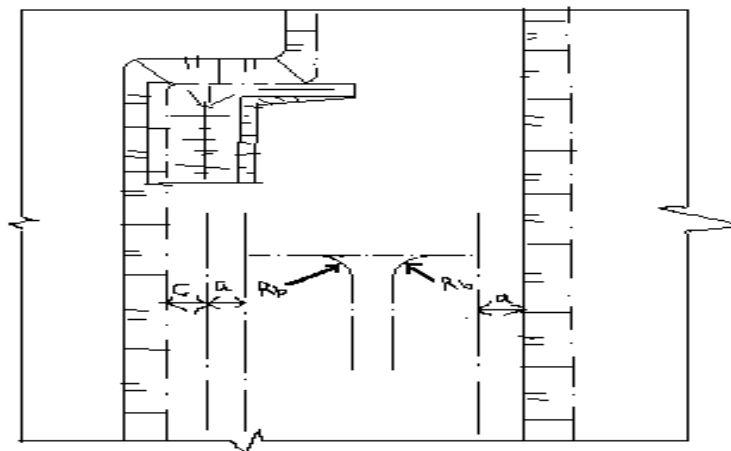


Fig. II.4: Détermination de la largeur de la demi-tranchée de découpage.

$l_{td}$ : longueur de la tranchée de découpage approximativement constant pour chaque gradin,  $l_{td} = 132$  m.

Donc les volume de la demi tranchée de découpage de chaque gradin devient comme suite:

1<sup>er</sup> gradin:

$$V_{td1} = 14822.84 \text{ m}^3$$

2<sup>eme</sup> gradin:

$$V_{td2} = 4822.84 \text{ m}^3$$

3<sup>eme</sup> gradin:

$$V_{td3} = 4822.84 \text{ m}^3$$

4<sup>eme</sup> gradin:

$$V_{td4} = 4822.84 \text{ m}^3$$

Alors le volume totale est:

$$V_{td \text{ Total}} = 59291.36 \text{ m}^3$$

## 8. Etapes de creusement de la demi-tranchée d'accès

### 1<sup>ère</sup> étape

On foré des trous de mines de diamètres  $d_{tr} = 32$ mm dans les longueurs varient de 0.8 à 2m. Dans le but de créer une plate forme de largeur de 4 m.

Les trous forés qui sont distance de 1m l'une des autres sont chargés, bourrés, en suite tirés.

### 2<sup>eme</sup> étape

On évacue les déblais à l'aide d'un bulldozer pour préparer la plate forme de travail là où la sondeuse peut forer les trous.

### 3<sup>eme</sup> étape

Après l'évacuation des déblais, on introduit la sondeuse qui va forée des trous inclinés ou horizontaux.

### 4<sup>eme</sup> étape

Après avoir faire les trous, on les charges par l'explosif en suite on les bourrés par sable ou par argile, en fin on les tirés.

Une fois le tir est réalisé on procède au transport des déblais au moyens des camions.

## Méthode d'exploitation

Une méthode d'exploitation est une succession de réalisation des travaux de creusement et d'exploitation du minerai dans un ordre bien déterminé , en autre terme un système d'exploitation caractérisé par le développement dans l'espace et le temps des travaux préparation , de découverte , et d'exploitation. <sup>[5]</sup>

Lors de l'exploitation des gisements des minéraux utiles à ciel ouvert on commence toujours le processus technologique par la préparation des roches à l'extraction .La qualité de ce maillon influe considérablement sur la productivité des engins miniers, la sécurité de travail et d'une manière sur l'efficacité des travaux miniers à ciel ouvert.

Autrement dit, il prédétermine le coût total déposé par l'entreprise. La dureté max Le gisement  $f = 7$ , dans ce cas, on utilise les travaux de forage et de tir comme moyen pour la préparation des roches à l'extraction.

En parallèle avec la méthode de forage et de tir on applique le ripage mécanique pour les roches dures et mi dure de forte fissuration, celle-ci présente des avantages économiques dans les conditions favorables pour l'application des rippers. Cette méthode est caractérisée par la simplicité et la sécurité de travail.

La préparation des roches à l'extraction par travaux de forage et de tir doit répondre aux exigences suivantes :

- Degré nécessaire et régularité de la fragmentation des roches.
- État normal du pied du gradin.
- Formation du tas de la masse minière.
- Action séismique minimale.
- Dépenses minimales et grande sécurité.

En générale, on distingue les méthodes d'exploitation suivantes :

- Méthodes d'exploitation sans transport.
- Méthodes d'exploitation avec engin de transport.
- Méthodes d'exploitation avec transport des déblais.

- Méthodes d'exploitation combinées.

Dans la carrière d'Ain-Zazia la méthode d'exploitation appliquée est avec transport et terril extérieur.

La pratique d'exploitation dans les conditions du gisement d'Ain-Zazia est de haut en bas, les travaux d'extraction sont caractérisés par un avancement du chantier et des fronts du travail dans le temps et dans l'espace.

## 1. Détermination du contour finale de la carrière Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

Les paramètres principaux pour la détermination du contour final sont :

- Profondeur maximale de la carrière : 137 m ;
- Angle du bord final : 50° (par analogie à la configuration de la mine de Boukhadra) ;
- Les gradins sont unis par deux avec une hauteur de 24m et un angle de talus de 45° ;
- Les bermes de sécurité se trouvent à chaque 24m, d'une largeur de 10m ;
- L'angle du talus de l'ancien terril est de 34° ;
- La hauteur normale d'un gradin est de 12m, parfois il est nécessaire de la subdiviser en deux sous gradins de 6m chacun, afin de réaliser une exploitation sélective, au contact du minerai et stérile.

Le contour final de la carrière est réalisé sur la base des coupes géologique transversales et il occupe 88% de toutes les réserves géologique.

En dehors du contour, on a abandonné les parties les plus inclinées des corps miniers pour les quels le taux de découverte  $K_d = 4 T/T$ .

Le volume de la masse rocheuse inclus dans le contour final est calculé par la méthode des plans horizontale.

Tableau II.4 : Volume de la décharge au niveau 970 le contour final. <sup>[1]</sup>

(Voir les coupes en annexe I)

Coupe	Surface (m <sup>2</sup> )		Distance (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
	De la coupe	Moyenne		
-----	0	250	40	10.000
<b>A-A</b>	500	875	43	37.625
<b>B-B</b>	1250	850	50	42.500
<b>C-C</b>	1450	1525	50	76.250
<b>D-D</b>	1600	1680	50	84.000
<b>E-E</b>	1760	1380	50	69.000

<b>F-F</b>	1000	725	48	34.800
<b>G-G</b>	450	495	50	24.750
<b>H-H</b>	550	270	30	8.100

## 2. Système d'exploitation carrière Ain-Zazia. <sup>[1]</sup>

On adopte un système d'exploitation avec transport et mise à terril extérieur ; ce choix est basé sur l'irrégularité, la faible puissance des corps minéralisés et leur pente qui varie de 20+30°. La teneur moyenne géologique du minerai en fer est relativement faible (44.68%), c'est pourquoi le système d'exploitation adopté doit assurer une diminution du sa lissage du minerai même si on aura augmentation des pertes.

Pour la réalisation d'une exploitation sélective et souple on prévoit de diviser les gradins de 12 m qui se trouvent à proximité des corps miniers en deux sous gradins de 6m chacun.

Pour la détermination du taux de perte et du sa lissage, on a contourné tous les corps miniers (dans tous les coupes transversales) par des sous-gradins de 6m en leur donnant une forme d'escalier, chaque sous gradin est creusé on y introduisant 4m de minerai et 2m de stérile, on a abouti à un taux de perte  $K_p=15\%$  et un taux de sa lissage  $K_s=3\%$ .

### 2.1 Les éléments de la méthode d'exploitation

Les éléments du système d'exploitation sont composés de:

- Gradins;
- L'enlevure;
- plate-forme de travail;
- Terril intérieur.

Dont les éléments qui définissent un système d'exploitation sont:

- la hauteur des gradins;
- Largeur d'enlevure;
- Largeur des plates formes de travail;
- Le nombre des gradins en activité;
- Le nombre des rampes de liaison;
- La longueur des fronts de travail;
- Les dimensions des terrils intérieurs.

### 3. Les principaux indices d'une méthode d'exploitation

Les principaux indices d'une méthode d'exploitation sont:

- La vitesse d'avancement des chantiers;
- La vitesse d'avancement des fronts de travaux;
- La vitesse D'approfondissement;
- La productivité annuelle;
- Les taux de pertes et de dilutions du minerai.

### 3.1 Détermination des paramètres de la méthode d'exploitation. <sup>[5], [7]</sup>

#### 3.1.1 La hauteur du gradin, $H_{gr}$

Lors de la détermination de la hauteur des gradins, il faut tenir en compte plusieurs facteurs tels que:

La sécurité de travail;

- La productivité de la carrière;
- La qualité des minéraux;
- Les caractéristiques du gisement;
- Le mode d'extraction;
- Les moyens de production;
- Le volume des travaux capitaux, etc.

D'après la dureté des roches, la hauteur des gradins dépend de la hauteur de creusement:

- roches tendres;  $H_{gr} \leq H_c^{max}$  ;
- roches dures;  $H_{gr} \leq 1.5H_c^{max}$ .

Où:

$H_{gr}$ : Hauteur du gradin;

$H_c^{max}$ : La hauteur de creusement maximal de l'engin d'extraction égale 10 m

$$H_{gr} = 15m$$

Donc :

Dans les conditions de la carrière d'Ain-Zazia, on utilise l'extraction des roches par travaux de forage et de tir lors des roches dures. Alors la hauteur des gradins est de 12÷15m

#### 3.1.2 Largeur d'enlèvement

Lors du choix de la largeur d'enlèvement, on prend en considération:

- Les propriétés des roches;
- Le mode d'abattage des roches;
- Type et dimensions des engins de chargement.

Lors de l'exploitation des roches dures avec l'abattage à explosive

$$A = w + (n - 1) \times b \quad m \quad (II.11)$$

Où :

La valeur maximale possible de résistance au de pied de gradin  $w_{max}$  sera la suivante :

$$w_{max} = 45 \times d \quad m \quad (II.12)$$

$d$  : Le diamètre du trou ;  $d = 160 \text{ mm}$  ;

$$w_{max} = 7.2 \quad m$$

Dans la pratique, on pourra rarement atteindre  $w_{max}$  et une réduction de cette valeur sera nécessaire, suivant la valeur la plus ou moins grande précision du forage. Ces résistances vont, généralement, de la 10 à 20%, en sorte que la résistance au pied de gradin prévu sera de :

$$w = 0.9 \times w_{max} \quad (II.13)$$

$$w = 6.48 \quad m$$

$n$  : Nombre de rangé;  $n = 1$ .

$b$  : Distance entre deux rangés,  $b = 0$ .

Alors :

$$A = 6.48 \quad m$$

### 3.1.3 Largeur de la plate- forme de travail

La largeur de plate-forme de travail est déterminée en fonction de :

- Propriétés physiques et mécaniques des roches;
- Dimension du tas des roches abattues;
- Paramètres techniques des engins de chargement et de transport.

Lors de l'emploi de l'abattage des roches par travaux de forage et de tir, la plate-forme de travail se calcule par la formule suivante: (Fig. II.3)

$$L_{pt} = A + X + C + T + B_a + Z \quad m \quad (II.14)$$

$A$ : Largeur d'enlevure;  $A = 6.48 \quad m$  ;

$X$ : Largeur réduite du tas de roches abattues;  $m$

$$X = 15 \left( \frac{q_{et}}{\gamma} \right) \sqrt{H_{gr} \cdot A_j} \quad m \quad (II.14)$$

Où :

$q_{et}$  : Consommation spécifique étalon,  $q_{et} = 0,37 \text{ kg /m}^3$ .



$\gamma$ : Densité de la roche en place,  $\gamma = 2,6 \text{ t/m}^3$ .

**A** : Largeur d'enlevure,  $A = 6,48\text{m}$

Donc :

$$X = 18,82 \text{ m}$$

**C**: La distance de sécurité comprise entre le tas de roches et la bande de transport "T",  $C=2 \text{ m}$

**T**: Largeur de la piste pour une circulation à double voie est :  $T = 15 \text{ m}$

**B<sub>a</sub>**: Largeur de la bande auxiliaire destinée pour l'emplacement des engins ou installations auxiliaire;

$$B_a = (3 + 5) \text{ m}; \text{ On prend } B_a = 5 \text{ m}$$

**Z** : Largeur du prisme d'éboulement :

$$Z = H_{gr} (\cot \gamma - \cot \alpha) \text{ m} \quad (\text{II.16})$$

$\gamma$  : Angle du talus de liquidation naturelle  $\gamma = (35^\circ + 60^\circ)$

$\alpha$  : Angle du talus de gradin ;  $\alpha = 80^\circ$

$$Z = 4,8 \text{ m}$$

Alors que :

$$L_{pr} = 52,1 \text{ m}$$

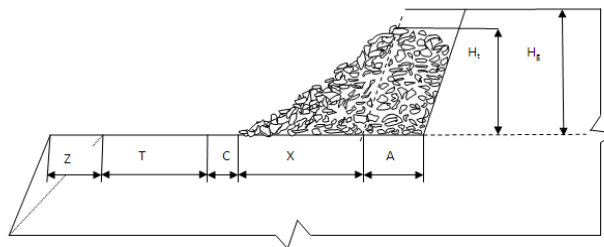


Fig. II.4 : La plate forme de travail.

Légende :

**H<sub>g</sub>** : hauteur du gradin

**H<sub>t</sub>** : hauteur du tas abattus

**A** : largeur d'enlevure

**X** : largeur du tas de roche abattu en dehors de l'enlevure

**C** : distance de sécurité entre l'arête inférieur du tas et la voie du transport

**T** : largeur de chaussée de transport

**Z** : largeur de prisme d'éboulement

### 3.1.4 Longueur de blocs et leurs nombre dans un gradin

Un gradin peut comporter un ou plusieurs chantiers; chaque partie du gradin exploitée est nommée "bloc" :

- 1- tronçon tiré;
- 2- tronçon foré;
- 3- tronçon nettoyé.

En pratique; la longueur du bloc  $L_b$  dépend du mode de transport:

- lors du transport par voie ferrée ;  $L_b = 30 + 800 \text{ m}$ ;
- lors du transport par camions ;  $L_b = 100 + 300 \text{ m}$ .

Le nombre de blocs dans un gradin est déterminé comme suit:

$$N_b = \frac{L_f}{L_b} \quad (\text{II.17})$$

Où:

$L_f$ : Longueur du front de travail; m

$L_b$  : longueur d'un bloc;m

Dans la carrière d'Ain-Zazia la longueur du bloc égale à la longueur du front de travail; c'est alors le nombre de bloc égale à un bloc.

### 3.1.5 Vitesse de déplacement des chantiers

Considéré comme premier indice d'une méthode d'exploitation, la vitesse de déplacement d'un chantier de travail dépend de la largeur d'enlevure et du rendement des moyens de chargement, elle est déterminée par la formule:

$$V_{ch} = \frac{Q_{ch}}{A \times H_{gr}} \quad \text{m/jours} \quad (\text{II.18})$$

Où:

$Q_{ch}$  : Rendement moyen de chargement la masse rocheuse par jour ;

$Q_{ch}$  : 1000 m<sup>3</sup>

$A$  : Largeur d'enlevure;  $A = 6.48 \text{ m}$

$H_{gr}$  :Hauteur du gradin;  $H_{gr} = 12 \text{ m}$

Donc :

$$V_{ch} = 12.83 \text{ m/jours}$$

## 4. Tavaux de mise à terril. <sup>[1]</sup>

Les stériles sont déchargés dans les terrils extérieurs, si tués à l'est de la carrière, ils représentent une prolongation des gradins de terrils déjà existants.

Les travaux de mise à terril, avancent parallèlement avec l'avancement des travaux miniers de haut en bas comme le montre le tableau suivant :

Tableau II.5 : L'avancement parallèlement de mise à terril avec l'avancement des travaux miniers.

Niveau de la carrière	Niveau du terril
974	970
962	970
950	945
938	945
926	945,930
914	945,930
902	930
890	930
878	930
866	930

Le volume des stériles est repartie sur les gradins de terril de telles façons qu'on diminue la distance de transport .le coefficient de foisonnement  $k_f = 1.6$

Si les travaux miniers da la carrière de boukhadra s'achèvent avant ceux d'Ain-Zazia, on peut utiliser son espace vide pour décharger les stériles afin de diminuer les distances de transport. Le terrain situé à l'est de la carrière d'Ain-Zazia n'est pas encore prospecté, c'est pourquoi avant la réalisation de la mise à terril, il faut prouver l'absence de la minéralisation (par des sondages à prévoir dans cette zone).

Pour les travaux de mine à terril, on propose l'utilisation d'un bulldozer, qui sera utilisé dans la carrière aussi.

# Chapitre III

## Les travaux des forages et de tir

L'emplacement de la charge explosive par rapport aux surfaces libres et son confinement jouent un rôle primordial pour le rendement des tirs. Il est donc nécessaire de forer les trous de mines à partir du bon endroit, avec la bonne orientation, la bonne longueur et le bon diamètre; la précision avec laquelle ces paramètres seront respectés aura une grosse influence sur les résultats. <sup>[5]</sup>

La réalisation d'un abattage consiste en la mise en œuvre d'explosifs à l'intérieur de trous de forage. Le résultat dépend pour une part importante de la qualité des trous, donc de l'exécution et des caractéristiques des forages destinés à être chargés.

D'autre part, le fait que l'énergie explosive est d'autant mieux transmise à la roche qu'elle est confinée dans le trou de mines, conduit à recherche d'une bonne qualité de la paroi de forage.

Le forage des trous dans le massif de roche s'effectue à l'aide d'outils spéciaux ayant différents types d'actions : cisaillement, coupe et abrasion. Le forage des trous peut être effectué sans action mécanique des outils lorsqu'on applique les phénomènes de l'action physique sur la roche.

La foration doit prendre en compte :

- Les caractéristiques mécaniques de la roche;
- La structure du massif;
- La géométrie du dérochement.

## **1. Les paramètres caractérisant l'engin de foration.** <sup>[15]</sup>

Le matériel de foration à utiliser peut être caractérisé par différents paramètres :

- le diamètre de foration : dans le pratique la gamme des diamètres disponibles peut varier de 40 à 800 mm;
- la profondeur à forer;
- la quantité de matériaux à abattre : elle est directement liée au rythme de production, et définit les besoins en mètre forés en fonction du diamètre et de la maille. Dans le cas d'une production importante, le choix peut se faire soit sur une machine puissante à haute performance, soit sur plusieurs machines moins importantes ;
- la vitesse de perforation;
- le type de perforatrice.

## **2. Classification des méthodes.** <sup>[10], [9]</sup>

Une classification des méthodes de forage peut être faite sur plusieurs bases. Celles-ci incluent la taille du trou, la méthode de support, et le type de puissance. L'arrangement qui

semble le plus logique à utiliser, générique, est basé sur la forme d'attaque de roche ou le mode de l'application d'énergétique menant à la pénétration.

Puisque le forage occupe seulement une catégorie dans la classification, la pénétration de roche plus de limite est préféré pour toutes les méthodes de former un trou directionnel dans la roche plus générale. Par conséquent il est préférable de parler de la perforation de gicleur comme méthode de pénétration thermique plutôt que le perçage thermique. Le forage est réservé pour les systèmes mécaniques d'attaque.

La classification préconisée ici s'applique générale, à toutes sortes d'exploitation et entourer toutes les formes de pénétration de roche. Ainsi les machines utilisées pour le découpage aussi bien que le perçage sont incluses. Cette classification soutient de la ressemblance à une pour des méthodes de fragmentation de roche (telles que le soufflage et d'autres techniques en gros de rupture), puisque les principes sont identiques, et la rupture de roche est l'objectif commun.

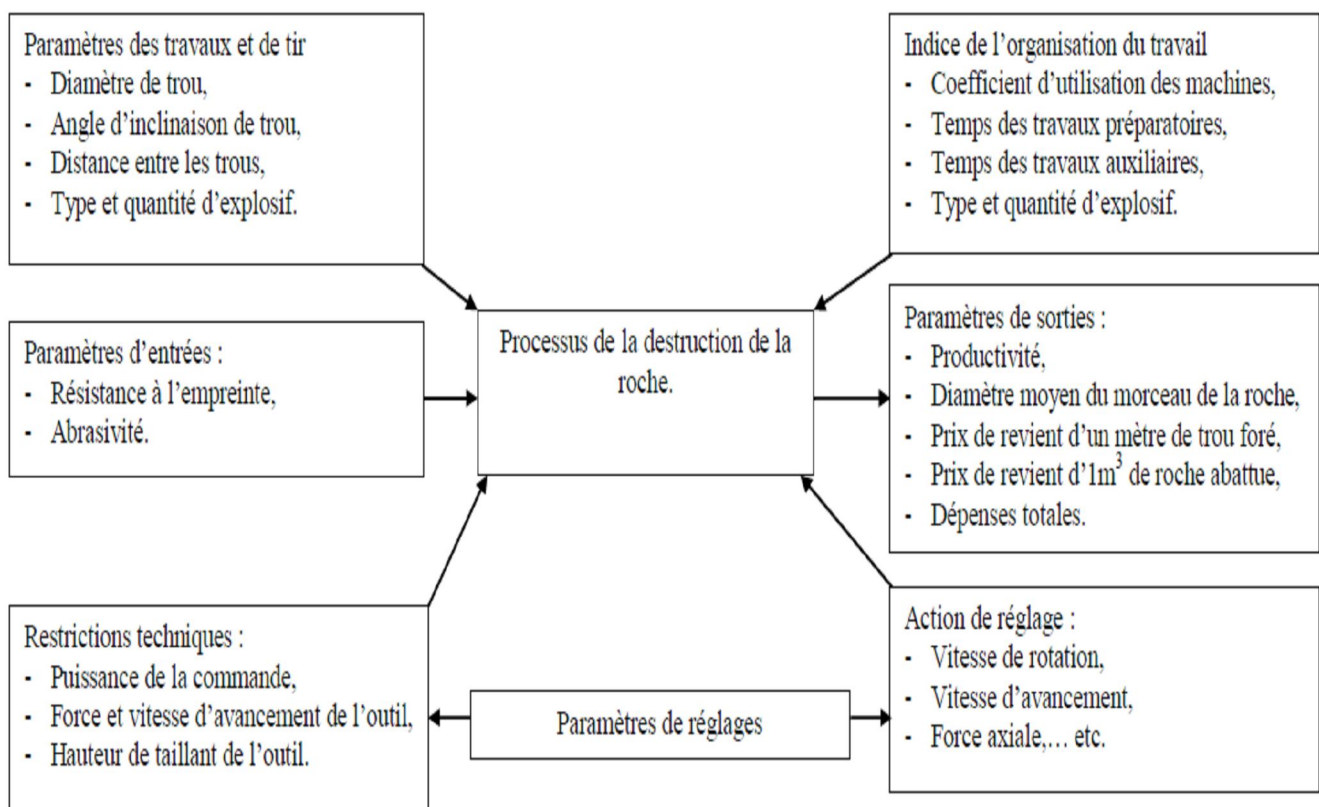


Fig.III.1 : Schéma principal du processus de destruction de la roche par les machines de forage. <sup>[15]</sup>

### 3. Choix du matériel de foration <sup>[4], [5], [9]</sup>

Le matériel de foration est généralement choisi en fonction de trois critères :

- Le gisement dont la forabilité dépend de la nature du matériau et de la géométrie de la masse rocheuse à abattre. Les caractéristiques de la roche (résistance à la compression, abrasivité), ainsi que la structure du massif (hétérogénéité, puissance, position du toit, discontinuité) sont généralement déterminantes;
- Les caractéristiques d'exploitation : matériel de reprise (pelle, chargeuse), granulométrie recherchée et programme de production;
- L'environnement : présence d'habitation, vibration et bruits, poussières.

### 4. Types de perforatrice

On distingue quatre Types différents de perforatrices :

- Perforatrices à percussion;
- Perforatrices rotatives;
- Perforatrices à rotation et percussion;
- Perforatrices à fond de trou.

#### 4.1 Perforatrices à percussion

Ces perforatrices sont habituellement pneumatiques. Toute leur énergie est pratiquement utilisée pour la percussion. Ce sont les plus anciennes, et elles ont atteint actuellement un maximum de progrès technique; mais elles seront remplacées peu à peu par d'autres types.

#### 4.2 Perforatrices rotatives

Toute l'énergie y est employée pour la rotation. Elles ont un rendement optimum dans les roches tendres. Leur pénétration est déterminée par le profil de la couronne. Leur commande est électrique ou hydraulique.

4.2.1 Perforation par taille : le forage est exécuté à l'aide de pointes disposées sur le pourtour de la couronne. C'est ce qu'on nomme les drags bits.

4.2.2 Perforation par abrasion : elle est effectuée à l'aide d'une couronne diamantée et sert principalement au creusement de puits, aux sondages, etc.

4.2.3 Perforation par rupture: utilisé pour les forages pétroliers...

#### 4.3 Perforatrice à rotation et percussion

L'énergie y est utilisée pour 80 % dans la rotation, et pour la quantité restante dans la percussion. Leur actionnement est hydropneumatique ou pneumatique. Le diamètre de leur sondage va de 20 mm à 50 mm.

Les types les plus communs de perforatrices à rotation et percussion emploient peu d'air comprimé en vue de la percussion, leur piston étant totalement libre. Elles présentent essentiellement les caractéristiques suivantes :

- séparation complète de la rotation et de la percussion;
- Pression constante et élevée sur la couronne, atteignant jusqu'à 1 000 kg;
- Contrôle indépendant de la rotation et de percussion, permettant son adaptation à chaque sorte de roche;
- Profil spécial de la couronne, en forme de pastille et constitué selon la nature de la roche;

Les principaux avantages de ce type de perforatrice résident en :

- Une diminution du nombre de pièces mobiles en vue de la percussion, permettant un meilleur rendement et une moindre consommation d'air comprimé;
- Une rotation appropriée imprimée par un moteur hydraulique permettant une meilleure efficacité;
- Une transmission directe de la puissance à la douille d'emmanchement, permettant de diminuer le nombre des parties mobiles par comparaison avec les perforatrices à axe à cliquet;
- Une plus grande économie, due à une vitesse plus élevée de pénétration, à une diminution des frais d'entretien, à une moindre consommation d'air comprimé et à une plus longue durée de l'équipement d'allonge.

La vitesse de forage, avec des couronnes des 50 mm, est la suivante :

- Calcaire tendre ..... 3,00 à 3,60 m/min ;
- Calcaire dure ..... 1,50 à 2,00 m/min ;
- Granit ..... 0,90 m/min.

Cette vitesse est deux ou trois fois supérieure à celle des perforatrices à percussion.

#### 4.4 Perforations à fond de trou

A commande hydropneumatique ou pneumatique, elles sont identiques à celles dont nous avons parlé ci-dessus, mais elles exécutent des trous plus grands et plus profonds (0,10 à 0,25 m de diamètre). Elles sont composées de deux parties, le mécanisme de rotation (généralement hydraulique) reste hors du trou, et celui de percussion (généralement pneumatique) étant à l'intérieur de celui-ci, puisqu'il accompagne la couronne.

L'unique inconvénient de ces modèles réside dans leur faible vitesse de forage, mais on commence à le surmonter, tout au moins partiellement, en employant une plus forte pression



d'air, comme dans le type Holman (10 atm et 100 mm) et le type Mission (17 atm et 150 mm), qui ont permis d'obtenir une augmentation de la vitesse de forage allant presque jusqu'à 100%.

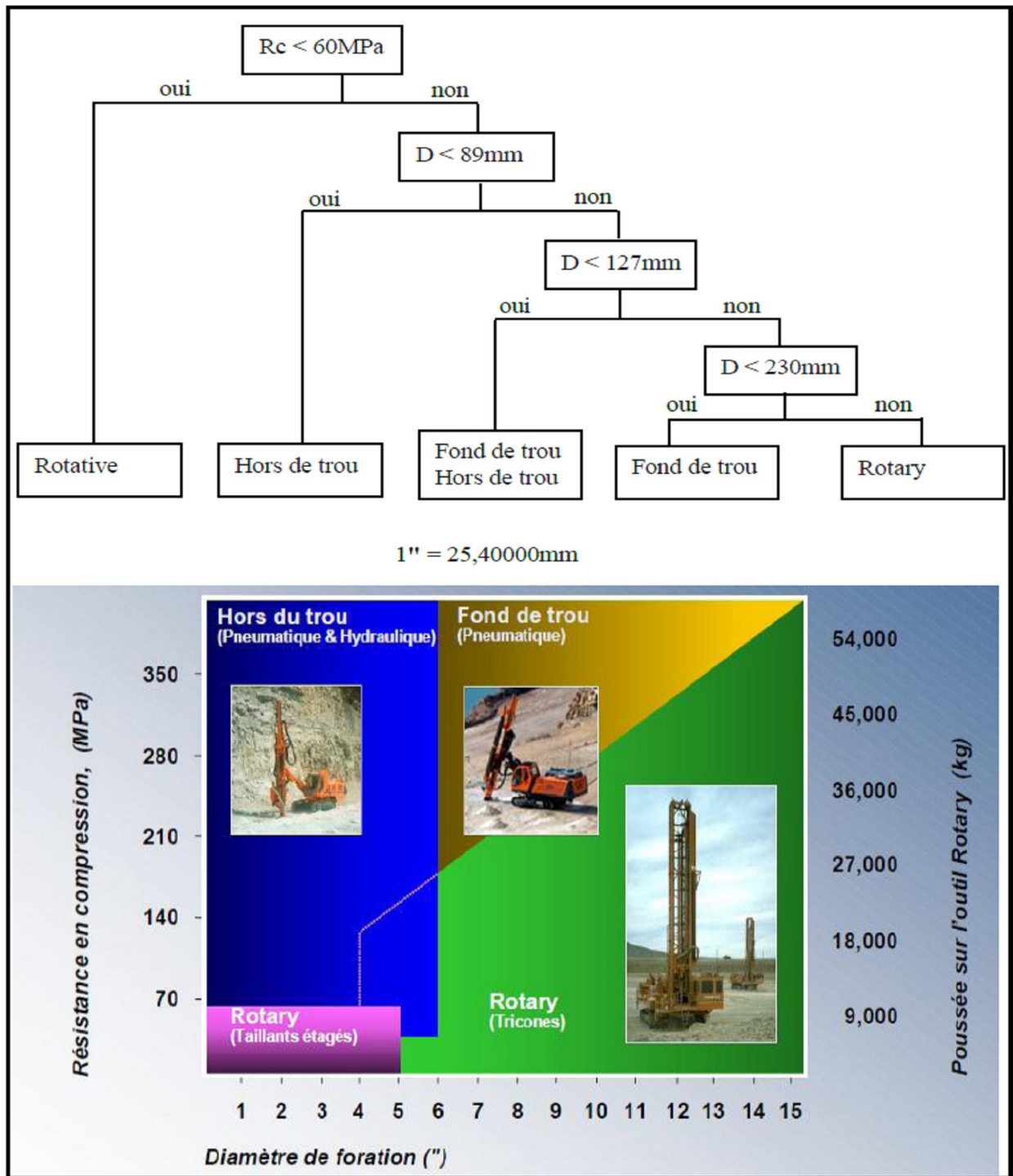


Fig.III.2 : Choix du type d'équipement. [17]

## 5. Choix le mode de forage. <sup>[16]</sup>

Le forage des trous dans le massif rocheux s'effectue à l'aide des outils spéciaux ayant différents types d'action dont la coupe et l'abrasion. Le mode de forage dépend :

- Des propriétés physiques et mécaniques des roches ;
- Du diamètre de trou à forer ;
- De la hauteur du gradin ;
- De la longueur (profondeur) du trou à réaliser.

## 6. Forme et dimensions du bloc. <sup>[13]</sup>

La forme et les dimensions du tas de roches abattues influent également sur le rendement des engins, la sécurité et l'efficacité des travaux miniers à ciel ouvert. Les exigences aux dimensions et à la forme du tas de roche sont dictées par la technologie appliquée et par le type d'engins utilisés. Les principales exigences au tas des roches abattues sont les suivantes :

- Bon remplissage du godet d'excavateur tout le long du tas ;
- Sécurité du travail.

Suivant la sécurité, la hauteur du tas ne doit pas dépasser la hauteur maximale de creusement de l'excavateur et près du talus elle doit être minimale. Les dimensions maximales admissibles des blocs de roches explosées se déterminent en fonction des paramètres des engins miniers, à savoir :

De la capacité du godet de chargeuses sur pneus (E), 5.4 m<sup>3</sup> (chapitre V chargement des roches).

$$d \leq 0.8 \times \sqrt[3]{E} \text{ (m)} \quad \text{(III.1)}$$

$$d \leq 1.4 \text{ m}$$

Des dimensions d'ouverture de la trémie de réception ou bien du concasseur  $B_{ou}$  ; 1.80m

$$d \leq 0.8 \times B_{ou} \text{ (m)} \quad \text{(III.2)}$$

$$d \leq 1.4 \text{ m}$$

De la capacité de la benne du camion  $V_c$  ; 32 m<sup>3</sup> (Chapitre V de transport des roches).

$$d \leq 0.5 \times \sqrt[3]{V_c} \text{ m} \quad \text{(III.3)}$$

$$d \leq 1.58 \text{ m}$$

Il est nécessaire non seulement que les blocs ne dépassent pas les dimensions admissibles mais aussi que toute la masse minière soit fragmentée à telle granulométrie où ces engins aient une productivité maximale. Le tas répondant aux exigences indiquées assure la meilleure utilisation des excavateurs, des moyens de transport, de main-d'œuvre ainsi que la

sécurité maximale des travaux dans le chantier. La forme et les dimensions du tas peuvent être réglées par les paramètres des travaux de forage et de tir et par l'explosion successive des charges en utilisant le tir à microretard.

## 7. Détermination des propriétés physiques et mécaniques des roches carbonatées d'Ain-Zazia, (annexe II) <sup>[9], [5]</sup>

Sur la base des données reçues lors de notre stage effectué au sein de la carrière d'Ain-Zazia on a prélevé certaines propriétés de roches nécessaires à l'élaboration de notre mémoire de la fin d'étude à savoir :

### 7.1 La dureté

Selon le professeur PROTODIAKONOV, le coefficient de dureté se détermine par la formule suivante :

$$f = \frac{\sigma_{comp}}{100} \quad (III.4)$$

Où :

$\sigma_{comp}$  : Contrainte de compression mono axiale  $kgf/cm^2$  ; Pour les roches carbonatées d'Ain-Zazia ;

$$\sigma_{comp} = 700 \text{ kgf/cm}^2$$

D'où le coefficient de dureté :

$$f = 7 \text{ (Dureté max de la roche dure)}$$

#### 7.1.1 La contrainte à la traction

Elle se détermine par la formule empirique suivante :

$$\sigma_t = (0.08 + 0.12) \times \sigma_{comp} \quad kgf/cm^2 \quad (III.5)$$

Dans ce mémoire, on prend :

$$\sigma_t = 0.10 \times \sigma_{comp} \quad kgf/cm^2$$

Et par conséquent la valeur de la contrainte de traction est :

$$\sigma_t = 70 \text{ kgf/cm}^2$$

#### 7.1.2 La contrainte au cisaillement

Elle se détermine par la formule suivante :

$$\sigma_{dép} = (0.13 + 0.33) \times \sigma_{comp} \quad kgf/cm^2 \quad (III.6)$$

On prend :

$$\sigma_{dép} = (0.2) \times \sigma_{comp} \quad kgf/cm^2$$

Alors la valeur de la contrainte de déplacement est :

$$\sigma_{dép} = 140 \text{ kgf/cm}^2$$

### 7.1.3 Détermination de l'indice de destructibilité du calcaire

L'indice de destructibilité du calcaire se détermine comme suit :

$$I_{des} = 0.005 \times A_i \times (\sigma_{comp} + \sigma_t + \sigma_{dép}) + 0.5 \times \gamma \quad (\text{III.7})$$

Où :

$A_i = \frac{V_0}{V_m}$  : L'indice acoustique qui reflète la fissuration du massif ;

$V_0$  et  $V_m$  : sont respectivement les vitesses longitudinales des ondes dans l'échantillon et dans le massif en m/s ;

Tableau III.1 : Valeurs de l'indice acoustique en fonction de la fissuration.

Catégorie des roches suivant la fissuration	1	2	3	4	5
$A_i$ indice acoustique	<0.1	0.1÷0.25	0.25÷0.4	0.4÷0.6	0.6÷1

Ainsi la valeur de l'indice de destruction dans notre cas est la suivante:

$$I_{des} = 0.005 \times 0.325(700 + 70 + 140) + 0.5 \times 2.67$$

$$I_{des} = 2.81$$

La fissuration du massif d'Ain-Zazia est de l'ordre de catégorie 03 selon les résultats des travaux effectués, alors d'après le tableau III.2, on aura :  $A_i = 0.325$

La classification des roches d'après l'indice de destruction est donnée par le tableau III.3.

Tableau III.2 : valeurs de l'indice de destruction.

Degré de destruction	Indice de destruction
Destruction très facile	< 5.0
Destruction facile	5.1 + 10
Destruction moyenne	10.1 + 15
Destruction difficile	15.1 + 20
Destruction très difficile	20.1 + 25

On peut donc conclure que les roches calcaires d'Ain-Zazia sont très facilement destructibles selon le tableau III.2.

### 7.1.4 Détermination de l'indice de forabilité du calcaire

L'indice de forabilité du calcaire se détermine par la formule suivante :

$$I_f = 0.007(\sigma_{comp} + \sigma_{dép}) + 0.7 \times \gamma \quad (\text{III.8})$$

Donc :

$$I_f = 0.007 \times (700 + 140) + 0.7 \times 2.67$$

$$I_f = 7.75$$

La classification des roches selon l'indice de forabilité est représentée dans le tableau III.4:

Tableau III.5 : classification des roches selon l'indice de forabilité.

classes	Valeurs de $I_f$	Appréciation des roches
I	1+5.0	Forabilité très facile
II	5.1+10.0	Forabilité facile
III	10.1+15.0	Forabilité moyenne
IV	15.1+20.0	Forabilité difficile
V	20.1+25	Forabilité très difficile

Donc d'après le tableau III.4 les roches calcaires d'Ain-Zazia appartiennent à la classe II et sont facilement forables.

### 7.1.5 Détermination de la tirabilité du calcaire $q_{\text{étalon}}$

La résistance des roches au tir est caractérisée par la consommation spécifique étalon d'explosif.

Elle se détermine par la formule suivante:

$$q_{\text{ét}} = 0.02 \times (\sigma_{\text{comp}} + \sigma_c + \sigma_{\text{dép}}) + 2 \times \gamma \quad \text{gr/m}^3 \quad (\text{III.9})$$

$$q_{\text{ét}} = 0.02 \times (700 + 70 + 140) + 2 \times 2.67 \quad \text{gr/m}^3$$

$$q_{\text{ét}} = 23.54 \quad \text{g/m}^3$$

Selon cet indice, la classification des roches est donnée par le tableau III.5.

Tableau III.5 : Classification des roches selon l'indice de tirabilité.

classes	Valeurs de $I_f$	Appréciation des roches
I	$\leq 5.0$	tirabilité facile
II	10.1+20.0	tirabilité moyenne
III	20.1+30	tirabilité difficile
IV	30.1+40	tirabilité très difficile
V	40.1+50.0	tirabilité exclusivement difficile

Donc d'après le tableau III.5 les roches calcaires d'Ain-Zazia appartiennent à la classe III et sont difficilement tirables.

## 8. Choix du diamètre de foration

Le choix du diamètre de foration dépend de différents facteurs :

- nature de la roche à abattre, dureté, abrasivité;
- homogénéité, taille du massif;
- production journalière désirée, fragmentation recherchée;
- performances techniques, prix et servitudes du matériel de foration.

## 9. Vitesse de perforation. <sup>[16]</sup>

Pour une roche donnée, il s'agit de la vitesse, exprimée en cm/min, avec laquelle une perforatrice fait avancer un fleuret dans celle-ci. Cette définition implique que la vitesse de forage peut être très variable, dépendant de la perforatrice, du diamètre du fleuret, de la percussion de l'air, etc.

## 10. Analyse du processus de forage

### ➤ Données théoriques

Production annuelle du minerai t/an	Volume maximal de la masse rocheuse m <sup>3</sup> /an	Productivité d'une sondeuse m <sup>3</sup> /an	Nombre de sondeuse
150.000	200.000	382.000	1
200.000	270.000	382.000	1
300.000	400.000	382.000	1+1chariot

### 10.1 Rendement planifié de la sondeuse

Les travaux de forage et de tir sont effectués à l'aide des trous de sondage de 160mm de diamètre, ces derniers sont réalisés par des sondeuses de type « INGERSOLRAND ».

Le rendement d'une sondeuse est déterminé comme suit :

$$Q_s = L_h + T_p + K_u + N_p + P \quad (\text{III.10})$$

$$Q_s = 382464 \text{ m}^3$$

Où :

$L_h$  : Rendement de la sondeuse,  $L_h=12$  ml/h ;

$T_p$  : Durée d'un poste,  $T_p=8$  h ;

$K_u$  : Taux d'utilisation par poste,  $K_u=0.6$  ;

$N_p$  : Nombre de poste par an,  $N_p=400$  ;

$P$  : Rendement moyen d'un mètre de sondage,  $P = 16.6 \text{ m}^3/\text{ml}$ .

12 m est de l'ordre de 20 cm/min d'où le temps nécessaire pour faire un trou théoriquement (les roches classe I) de  $L_{tr} = 13,50 \text{ m}$  est de :

$$T_f = \frac{L_{tr}}{B_v} \quad (\text{III.11})$$

$$T_f = 45.4 \text{ min}$$

Donc :

Le rendement de la sondeuse durant un poste de travail est déterminé par le nombre des trous, qui est calculé par la relation suivante :

$$N_{trou} = \frac{T \times K_u}{T_f} \text{ trou/poste} \quad (\text{III.12})$$

$$N_{trou} \cong 7 \text{ trou/poste}$$

- $N_{trou}$  : Nombre des trous, fait par la sondeuse (trou/poste);
- $T$  : Durée d'un poste de travail (durée de poste de travail c'est 8 heures avec 1 heure de pause), c'est-à-dire  $T = 7 \text{ heures} = 420 \text{ min}$ ;
- $K_u$  : Coefficient d'utilisation de la sondeuse, (0,6);
- Le temps nécessaire pour la foration d'un trou, (56 min).

Et, on peut déterminer Le rendement de la sondeuse durant un poste de travail par le nombre des mètres foré des trous par poste de travail, qui est calculé par la relation suivante :

$$R_s = L_{tr} \times N_{trou} \quad (\text{III.13})$$

$$R_s = 94.50 \text{ m/poste}$$

## 10.2 Le nombre des sondeuses nécessaires pour assurer la production souhaitée

$$N_s = \frac{P_a \times K_r}{N_{trou} \times N_{p/j} \times N_j \times Q_{tr}} \quad (\text{III.14})$$

$$N_s \approx 1 \text{ sondeuses}$$

Où :

$P_a$  : Puissance de la carrière la production souhaitée,  $P = 150\,000 \text{ T/an}$

$K_r$  : Coefficient de réserve de la sondeuse (1.2 ÷ 1.25); en prend  $K_r = 1,22$ ;

$N_{trou}$  : Rendement de la sondeuse par poste,  $N_{trou} = 7 \text{ trous/poste}$  ;

$N_{p/j}$  : Nombre de poste de travail par jour, ( $N_{p/j} = 2 \text{ poste}$ ) ;

$N_j$  : Nombre de jour de travail de la sondeuse au cours de l'année, ( $N_a = 250 \text{ jours}$ ) ;

$Q_{tr}$  : Le volume de la roche abattu par un trou ( $V \approx 590$  t/ trou).

Donc, on utilise une seule sondeuse dans les travaux de foration; Pour un meilleur rendement ce résultat peut être obtenu dans des conditions normales et pour une meilleure exécution de la production, il faut 02 sondeuses, lorsque un chariot est arrêté pour entretien préventif ou curatif l'autre le remplace.

### 10.3 Détermination Productivité de sondeuses

Les données des chronométrages effectués dans la mine de boukhadra (Annexe II)

$T_{1^{er}}$  : Temps de foration de la 1<sup>ère</sup> tige ;  $T_{1^{er}} = 9 \text{ min} + 35 \text{ sec}$ ,

$T_{2^{ème}}$  : Temps de foration de la 2<sup>ème</sup> tige ;  $T_{2^{ème}} = 14 \text{ min}$ ,

$T_{3^{ème}}$  : Temps de foration de la 3<sup>ème</sup> tige ;  $T_{3^{ème}} = 5 \text{ min} + 30 \text{ sec}$ ,

#### ➤ Temps auxiliaire

$T_{aux}$  : Pertes sommaires de temps à la réalisation des travaux auxiliaires aux temps d'arrêt de la sondeuse à cause de son imperfection :

$$T_{aux} = T_{man} + T_{al} + T_{dép} + T_{rep} + T_{remp} \quad (III.15)$$

Où :

$T_{man}$  : Temps de manipulation préliminaire avant le forage de chaque trou ;  $T_{man} = 30 \text{ min}$ .

$T_{al}$  : Temps d'allongement et de levage du train des tiges ;  $T_{al} = 10 \text{ min}$  ;

$T_{dép}$  : Temps de déplacement de la sondeuse au nouveau trou ;  $T_{dép} = 20 \text{ min}$  ;

$T_{rep}$  : Temps de réparation de la sondeuse (nettoyage et graissage) ;  $T_{rep} = 30 \text{ min}$ .

$T_{remp}$  : Temps de remplacement de l'outil de forage ;  $T_{remp} = 30 \text{ min}$ .

$T_{aux} = 120 \text{ min}$

#### ➤ Temps mort planifié $T_{mp} = T_{p,p} + T_{p,d} + T_{r,p}$ ; (III.16)

$T_{p,p}$  : Prise de poste ;  $T_{p,p} = 30 \text{ min}$  ;

$T_{p,d}$  : pause de déjeuner ;  $T_{p,d} = 30 \text{ min}$  ;

$T_{r,p}$  : Temps de remise de poste ;  $T_{r,p} = 15 \text{ min}$  ;

#### ➤ Temps mort non planifié $T_{mnp} = T_{sp,p} + T_{s,d} + T_{sr,p} + T_{cr}$ ; (III.17)

$T_{sp,p}$  : Temps supplémentaire de la prise de poste ;  $T_{sp,p} = 15 \text{ min}$  ;

$T_{s,d}$  : Temps supplémentaire de déjeuner ;  $T_{s,d} = 15 \text{ min}$  ;

$T_{sr,p}$  : Temps supplémentaire de la remise de poste ;  $T_{sr,p} = 15 \text{ min}$  ;



$T_{cr}$  : Temps chargement de réservoir;  $T_{cr} = 35\text{min}$ .

Donc :

Le temps effectif de forage est égal :

$$T_{eff} = T_p - (T_{mp} + T_{mnp}) \quad (III.18)$$

$T_{eff} = 5\text{h et } 25\text{min}$

$L_{tr}$  : Longueur de trou ;  $L_{tr} = 13.5 \text{ m}$

$L_{tige}$  : Longueur de tige ;  $L_{tige} = 7 \text{ m}$

$D_t$  : Diamètre du taillons ;  $D_t = 160 \text{ m}$

➤ **Le coefficient d'utilisation**

$$K_u = \frac{T_{eff}}{T_c} \quad (III.19)$$

$K_u = 0.67$

La productivité d'exploitation tient compte des pertes de temps qui portent le caractère fortuit (pannes imprévues des mécanismes de la sondeuse).

La productivité d'exploitation est exprimée par la formule :

$$Q_{exp} = Q_{tech} \times K_u, \text{ (m/poste)} \quad (III.20)$$

$Q_{exp} = 72.36 \text{ m/poste}$

$K_u$  : Coefficient d'utilisation de la sondeuse durant un poste ; L'analyse de la méthode exposée de détermination de la productivité des sondeuses montre que celle-ci a quelques inconvénients parmi lesquels nous distinguons :

La division des pertes de temps en deux groupes selon leur caractère (régulier et fortuit) dans certains cas éventuels, exemple remplacement de l'outil de forage. Ces pertes de temps se rapportent aux opérations auxiliaires qui doivent s'effectuer durant chaque poste.

Mais dans le cas du forage des trous dans les roches non abrasives, il n'est pas nécessaire de remplacer l'outil de forage assez souvent. Cela veut dire que cette opération portera le caractère aléatoire.

Cette méthode ne permet pas d'apprécier séparément le degré de l'influence de La construction de la sondeuse, ou de l'organisation de travail sur le niveau de la productivité, afin d'éviter les inconvénients énumérés nous recommandons l'utilisation d'une méthode connue élaborée pour les batteuses chargeuses pour déterminer la productivité des sondeuses. Comme dans le cas précédent, nous estimons qu'il est nécessaire de distinguer la

productivité théorique, technique et d'exploitation et de calculer celle théorique de la façon suivante : [5]

$$Q_{théo} = V_f \quad \text{m/h} \quad (\text{III.21})$$

$$Q_{théo} = 17.84 \quad \text{m/h}$$

La productivité technique doit tenir compte de l'influence de l'imperfection technique de la sondeuse envisagée sur sa productivité et s'exprime par la formule suivante ;

$$Q_{tech} = Q_{théo} \times K_{tech} \quad \text{m/h} \quad (\text{III.22})$$

$$Q_{tech} = 13.5 \quad \text{m/h}$$

Où :

$K_{tech}$  : Coefficient de l'imperfection technique de la sondeuse ;

$$K_{tech} = \frac{T_f}{T_f + T_{guk}} = 0.75 \quad (\text{III.23})$$

Où :

L : longueur du trou foré, (m).

D'où

$$T_{tech} = \frac{1}{1 + \frac{T_{guk}}{T_f}} = 0.75 \quad (\text{III.24})$$

Afin d'apprécier l'influence de divers facteurs sur ta productivité technique, nous admettons que le coefficient  $K_{tech}$  est égale à :

$$K_{tech} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{K_{ma}} - 1\right) + \left(\frac{1}{K_{al}} - 1\right) + \left(\frac{1}{K_{dep}} - 1\right) + \left(\frac{1}{K_{resp}} - 1\right) + \left(\frac{1}{K_{ramp}} - 1\right)} = 0.27 \quad (\text{III.25})$$

Où :

$K_{ma}$  : Coefficient qui tient compte les opérations préliminaires de manipulation

$$K_{ma} = \frac{T_f}{T_f + T_{man}} = 0.60 \quad (\text{III.26})$$

$K_{al}$  : Coefficient qui tient compte les opérations de rallongement et de levage du train des tiges

$$K_{al} = \frac{T_f}{T_f + T_{al}} = 0.81 \quad (\text{III.27})$$

$K_{dep}$  : Coefficient qui tient compte les opérations de déplacement de la sondeuse au nouvel trou

$$K_{dep} = \frac{T_f}{T_f + T_{dep}} = 0.7 \quad (\text{III.28})$$

$K_{rep}$  : Coefficient qui tient compte les opérations de réparation de la sondeuse

$$K_{rep} = \frac{T_f}{T_f + T_{rep}} = 0.6 \quad (III.29)$$

$K_{remp}$  : Coefficient qui tient compte les opérations de remplacement de l'outil de forage

$$K_{remp} = \frac{T_f}{T_f + T_{remp}} = 0.6 \quad (III.30)$$

La productivité d'exploitation dépend du degré d'utilisation des possibilités techniques d'une sondeuse dans les conditions concrètes de l'exploitation.

$$Q_{exp} = 60 \times Q_{théo} \times K_{exp} \text{ m/h} \quad (III.31)$$

$$Q_{exp} = 10.70 \text{ m/h}$$

Où :

$K_{exp}$  : Coefficient tenant compte du travail continu de la sondeuse pendant son exploitation

$$K_{exp} = \frac{T_f}{T_f + T_{sun} + T_{org}} = 0.6 \quad (III.32)$$

Où :

$T_{org}$  : Pertes de temps à cause de l'organisation de travail.

Dans ce cas il s'agit nécessairement d'exercer les opérations préparatoires (examen superficiel de la sondeuse, graissage) et de l'existence des pertes de temps à cause de l'organisation de travail (repos des ouvriers, manque de front de talle).

Analogiquement nous pouvons écrire :

$$K_{exp} = \frac{1}{1 + \frac{T_{sun} + T_{org}}{T_f}} \quad (III.33)$$

En utilisant la méthode proposée il est possible d'établir l'influence de divers facteurs sur la productivité des machines en question et de faire les propositions visant leur augmentation.

## 11. Facteurs influençant le forage. <sup>[6]</sup>

Un certain nombre de facteurs affectent la pénétration de roche ou le déplacement de découpages dans le processus de forage. Les divers facteurs peuvent être groupés en six catégories :

- 1) Machine de forage, (drill)
- 2) Tige, (Rod)
- 3) Taillant, (Bit)
- 4) Fluide de circulation, (Circulation fluide)
- 5) Trou de forage, (Drill hole)

## 6) Roche. (Rock)

Ces facteurs de conception dans les catégories (1-4), les composants du système de forage lui-même, désigné sous le nom des variables d'opération. Ils sont contrôlables dans des limites, en corrélation parfois, et doivent être choisis pour assortir les conditions environnementales reflétées par la catégorie 6, type de roche. Ces variables d'importance primordiale dans les divers systèmes de forage sont énumérées dans le Tableau III.4.

Les facteurs de trou de forage de la catégorie 5, diamètre, profondeur, et inclinaison, sont dictés principalement par des conditions extérieures et sont des variables indépendantes dans le processus de forage. (Annexe II)

Tableau III.6 : Variables d'exploitation du forage et de leurs effets sur les différentes méthodes. <sup>[7]</sup>

	percussion	rotative	roto percutante
<b><u>Machine de forage</u></b>			
Puissance de forage	X	X	X
Poussé de forage	X	X	X
Couple de forage		X	X
Vitesse de forage		X	X
Energie de coup			X
Fréquence de coup			X
<b><u>Tige</u></b>			
Dimensions de tige	X	X	X
Géométrie de tige	X	X	X
Propriétés de matériels	X	X	X
<b><u>Taillant</u></b>			
Diamètre de taillant	X	X	X
Géométrie de taillant	X	X	X
Propriétés de matériels	X	X	X
<b><u>Fluide de circulation</u></b>			
Débit de fluide	X	X	X
Propriétés de matériels	X	X	X

Les facteurs de roche (catégorie 6) sont ambient dérivés. Ils sont également des variables indépendantes dans le processus de forage et incluent le suivant:

1. Propriétés matérielles (résistance à la pénétration, la porosité, la teneur en eau, la densité, la dureté de rivage, résistance à la compression, coefficient de résistance de la roche, etc.)
2. Conditions géologiques (pétro logiques et literie structurale, ruptures, failles, fissures, etc.)
3. État d'effort (pression in situ et pression de pore sans importance en trous peu profonds).

Un autre groupe de facteurs est externe au processus de forage lui-même et peut désigner sous le nom des facteurs du travail ou de service. Il s'agit notamment des variables opérationnelles liées au travail, la supervision et le chantier, l'échelle des opérations, disponibilité de l'énergie, et la météo. Bien que les facteurs d'emploi ne soient pas impliqués dans les mécanismes de pénétration de la roche, ils peuvent exercer une influence considérable sur les performances de forage.

## II. Abattage à l'explosif. <sup>[5]</sup>

L'abattage des roches par explosion est très répandu dans les mines à ciel ouvert et c'est une méthode principale pour la préparation des roches dures. L'abattage à l'explosif est pratiqué dans les milieux rocheux qui ont une densité supérieure à 2,5 et une résistance à la compression de plusieurs centaines de Kgf/m<sup>2</sup>.

Les travaux d'abattage des roches doivent assurer :

- Degré nécessaire et régularité de la fragmentation des roches;
- Etat normal du pied du gradin, c'est-à-dire la surface plate sans rebords;
- Formation du tas de la masse minière explosée avec forme et dimensions nécessaires;
- Volume nécessaire de la masse minière explosée pour le travail régulier des engins de chargement;
- Action sismique minimale pour l'installation au jour et l'environnement;
- Dépense minimale et grande sécurité du travail.

L'abattage de minier et de stérile de la carrière d'Ain-Zazia ce fait à l'explosif à l'aide des trous de mines sensiblement parallèles au talus du gradin.

### 1. Le tir à l'explosif

Le tir à l'explosif est la seconde étape de l'abattage des roches après la foration. C'est un procédé très important, il consiste non seulement à choisir le type d'explosif en fonction des contraintes du milieu mais aussi à déterminer la quantité nécessaire dans le trou, sa répartition et son initiation.

#### 1.2 L'explosif utilisé

Le choix de l'explosif dépend généralement des propriétés physiques et mécaniques des roches, et principalement de la tirabilité. Chaque explosif est caractérisé par sa densité, sa

sensibilité, sa brisance, sa vitesse de détonation et sa capacité de travail. Dans de la mine de boukhadra les explosifs utilisés pour la fragmentation des roches sont les suivants :

- Charge principale Anfomil ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) en vrac ;
- Charge d'amorçage Marmanite III en cartouches,
- Cordeau détonant (12 g/m) ;
- Détonateurs électriques.

### 1.3 Paramètres du plan de tir. <sup>[14]</sup>

Le plan de tir élaboré à partir des résultats des essais préliminaire et après reconnaissance géologique du terrain. Il est certain qu'une bonne connaissance des explosifs et accessoires de mines, ainsi que l'expérience acquise dans les chantiers sont d'une grande utilité pour l'élaboration d'un bon plan de tir qui permettra au mineur d'obtenir et d'atteindre les résultats désirés. Le plan de tir donc prend en considération ces objectifs en appréciant les paramètres tels que :

- la hauteur du gradin, ( $H_{\underline{\underline{g}}}$ );
- la profondeur du trou ( $L_{\underline{\underline{tr}}}$ );
- la sous-foration ( $L_{\underline{\underline{s}}}$ );
- l'inclinaison du trou par rapport à la verticale, ( $\beta$ ) ;
- la ligne de moindre résistance (résistance au pied de gradin), ( $W$ ) ;
- le diamètre du trou ( $d$ );
- la maille ou le rapport banquette/écartement entre trous;
- la distance entre les trous dans une rangée ( $a$ );
- la distance entre les trous ( $b$ );
- la qualité et quantité de la charge;
- l'ordre de mise à feu des charges (amorçage).

#### 1.3.1 Le diamètre du trou

Le diamètre du trou dépend du type de travail et du degré de fragmentation de la roche. Les trous à large diamètre donnent une meilleure économie de forage mais induit ultérieurement des coûts additionnels. Le diamètre du trou est sensiblement celui du taillant et la détermination de ce paramètre dépend du matériel dont dispose l'exploitant. L'implication du matériel est aussi en rapport avec le type de matériau défini par sa dureté et sa fracturation interne. Dans ce projet on choisit le diamètre du trou selon le diamètre de taillant de la sondeuse, donc le diamètre de taillant de la sondeuse utilisée de la mine de boukhadra est :

$$D = 160 \text{ mm.}$$

### 1.3.2 Aptitude au travail de l'explosif. <sup>[13], [5], [11],</sup>

Des expériences ont montrées que lors de l'abattage par l'explosif, la longueur de charge doit contenir 80 % de la charge principale (Anfomil) et 20 % de la d'amorçage (Marmanite III). L'aptitude au travail de l'explosif se détermine comme suit :

$$A_{ut} = \frac{A_{anf} \times 80 + A_{mar} \times 20}{100} \quad \text{cm}^3 \quad (\text{III.34})$$

Où :

$A_{anf}$  : Aptitude au travail de l'explosif principale (Anfomil) ;  $A_{anf} = 300 \text{ cm}^3$ ,

$A_{mar}$  : Aptitude au travail de l'explosif d'amorçages (Marmanite III) ;  $A_{mar} = 360 \text{ cm}^3$ ,

Donc :

$$A_{ut} = 312 \text{ cm}^3$$

### 1.3.3 La consommation spécifique de projet de l'explosif

Dans notre projet de diplôme, on essaie de déterminer la consommation spécifique projet de l'explosif dans les conditions minières d'Ain-Zazia donné par la formule suivante :

$$q_p = q_{st} \times K_{exp} \times K_f \times K_{df} \times K_c \times K_v \times K_{sd} \quad \text{g/m}^3 \quad (\text{III.35})$$

Où :

$K_{exp} = \frac{A_{st}}{A_{ut}}$  : Coefficient tenant compte de l'aptitude au travail de l'explosif étalon sur

$A_{st}$  : L'aptitude étalon =  $360 \text{ cm}^3$  (Ammonite N°6JV)

$$A_{ut} = 312 \text{ cm}^3$$

Ainsi :

$$K_{exp} = \frac{A_{st}}{A_{ut}} = 1.15 \quad (\text{III.36})$$

$K_f$  : Coefficient de fissuration ;  $K_f = 1.5 \times I_m + 0.2$  ;

$I_m$  : Distance moyenne entre deux fissures, pour notre cas en supposé ;  $I_m = 0.7 \text{ m}$ .

Donc :

$$K_f = 1.04$$

$K_{df}$  : Coefficient qui tien compte du degré fragmentation nécessaire ;  $K_{df} = \frac{0.5}{d_m}$

Avec

$d_m$  : La dimension moyenne des morceaux de la roche fragmentée ; pour notre cas ;

$$d_m = 0.3 \text{ m} .$$

Donc :

$$K_{df} = 1.66$$

$K_c$  : Coefficient de correction pour les roches à tirabilité difficile ;  $K_c = 1.2$ ,

$K_v$  : Coefficient qui tient compte de l'influence du volume avec la hauteur de gradin,

$$H_g = 12 \text{ m,}$$

$$K_v = \sqrt[3]{\frac{1E}{H_g}} \quad (\text{III.37})$$

$$K_v = 1.077$$

$K_{fd}$  : Coefficient qui tient compte du nombre de surface libre ; pour notre cas il y a deux surfaces libres qui correspondent à la valeur 8

Et donc la consommation spécifique projet est :

$$q_p = 0.483 \text{ kg/m}^3$$

### 1.3.4 Ligne de moindre résistance

La ligne de résistance est la distance entre la première rangée de trou et le bord inférieur du talus, elle se détermine par la formule suivant :

$$W = \frac{\sqrt{(0.5 \times p^2 + (4 \times m \times q \times p \times H_g \times L_{tr}))} - 0.75 \times p}{2 \times m \times q \times H_g} \quad \text{m} \quad (\text{III.38})$$

$p$  : Charge linéaire d'explosif en kg/m,

$$p = 785 \times D_{tr}^2 \times \Delta \quad \text{kg/m}$$

$D_{tr}$  : Diamètre du trou 0.160 m,

$\Delta$  : Densité moyenne de l'explosif t/m<sup>3</sup>,

$$\Delta = \frac{\Delta_{anfo} \times 80 + \Delta_{mar} \times 20}{100} \quad (\text{III.39})$$

Où :

$\Delta_{anfo}$  : Densité de l'Anfomil ;  $\Delta_{anfo} = 0.9 \text{ g/cm}^3$ ,

$\Delta_{mar}$  : Densité de la Marmanite III ;  $\Delta_{mar} = 1 \text{ g/cm}^3$ .

Donc :

$$\Delta = 0.92 \text{ t/m}^3$$

Alors :

$$p = 9.71 \text{ kg/m}$$

$m$  : Coefficient de rapprochement des trous,  $m = (0.9 + 1.4)$ ; comme la roche est difficilement tirable on prend,  $m = 0.9$ .



$q$  : Consommation spécifique de projet de l'explosif,  $q_p = 0.488 \text{ kg/m}^3$

$H_g$  : Hauteur du gradin,  $H_g = 12 \text{ m}$  ;

$L_{tr}$  : Profondeur des trous,  $L_{tr} = 13.5 \text{ m}$ .

$W = 4.33 \text{ m}$

### 1.3.5 Ligne de moindre résistance selon la sécurité technique

$$W_s = H_{gr} (\text{ctg}\alpha - \text{ctg}\beta) + C \quad (\text{III.40})$$

Où :

$\alpha$  : L'angle d'inclinaison du gradin ;  $\alpha = 85^\circ$  ;

$\beta$  : L'angle d'inclinaison du trou ;  $\beta = 90^\circ$  ;

$C$  : Selon la sécurité technique ;  $C = 3 \text{ m}$

$W_s = 4.31 \text{ m}$

Vérification :  $W \approx W_s$  donc la relation est vérifiée.

### 1.3.6 Distance entre les trous d'une même rangée

Cette distance dépend fortement de la résistance de la roche, de la nature de l'explosif utilisé et ainsi que de la fragmentation recherchée. Il se détermine par la formule suivant :

$$a = m \times w \quad \text{m} \quad (\text{III.41})$$

$a = 3.89 \text{ m}$

### 1.3.7 Distance entre les rangées de trous

Elle se détermine comme suite :

$$b = 0.8 \times a \quad (\text{III.42})$$

$b = 3.11 \text{ m}$

### 1.3.8 Longueur de sous forage

Le sous-forage est utilisé afin de dégager le pied du gradin. Son dut est d'avoir une plate forme de travail plus ou moins régulière. Il se détermine par l'expression suivant :

$$L_{sf} = k \times w \quad \text{m} \quad (\text{III.43})$$

Pour  $\beta = 90^\circ$  on prend,  $k = 0.3$

$L_{sf} = 1.30 \text{ m}$

### 1.3.9 Profondeur des trous

La profondeur se détermine par la formule :

$$L_t = \frac{H_g}{\sin 90^\circ} + L_{sf} \quad (\text{III.44})$$

$$L_c = 13.3 \approx 13.5 \text{ m}$$

### 1.3.10 Quantité d'explosif par trou de mine

Le résultat de l'abattage à l'explosif dépend de la quantité nécessaire d'explosif à mettre dans chaque trou de mine. Cette quantité se détermine par la formule ci-contre :

$$Q_{ex} = q \times a \times w \times H_g \quad \text{kg/trou} \quad (\text{III.45})$$

$$Q_{ex} = 97.62 \text{ kg/trou}$$

### 1.3.11 Répartitions de la quantité d'explosif par trou

Comme deux types d'explosifs sont utilisés lors de l'abattage des roches à la mine de boukhadra on doit tenir compte du pourcentage de l'explosif principal (Anfomil 80%) et celui d'amorçage (Marmanite III 20%).

A partir de là nous pouvons faire la répartition de la quantité d'explosif dans le trou comme suit :

- Pour Marmanite III :

$$Q_{Mar} = 20\% \times 97.62 = 19.52 \text{ kg/trou} \quad (\text{III.46})$$

- Pour l'Anfomil :

$$Q_{Anf} = 80\% \times 97.62 = 78.096 \frac{\text{kg}}{\text{trou}} \quad (\text{III.47})$$

### 1.3.12 Longueurs de la charge

Elle est déterminée par la formule suivant :

$$L_{ch} = \frac{Q}{p} \quad \text{m} \quad (\text{III.48})$$

Q : Quantité d'explosif par trou

p : La charge linéaire

Donc :

$$L_{ch} = 10 \text{ m}$$

Ainsi nous pouvons évaluer la répartition de chaque type d'explosif dans le trou

- Pour la Marmanite III

$$l_{Mar} = 20\% \times 10 = 2 \text{ m} \quad (\text{III.49})$$

- Pour l'anfomil

$$l_{Anf} = 80\% \times 10 = 8 \text{ m} \quad (\text{III.50})$$

### 1.3.13 Longueurs totales de bourrage

Connaissant la longueur de la charge, celle du bourrage peut être déterminée par la formule suivante :

$$l_{cb} = l_c - l_{ch} \quad m \quad (III.51)$$

Donc :

$$l_{cb} = 4.5 \text{ m}$$

### 1.3.14 Longueurs de bourrage de bouchon

Le bourrage a pour objectif d'éviter les projections et un rôle très important pour la conservation des gaz dans le trou de mine afin d'assurer une bonne fragmentation des roches. Il peut être disposé d'une manière continue ou discontinue.

A la mine de boukhadra le matériau de bourrage est constitué de granulats, d'argile ou des débris de forage. Il se fait d'une manière continue.

Expérimentalement la longueur totale de bourrage se détermine par la formule suivante :

$$l_b = (20 + 30)d \quad (III.52)$$

Donc :

$$l_b \approx 4 \text{ m}$$

D'après nos calculs, la longueur totale de bourrage est supérieure à la longueur de bourrage donc dans les conditions normales, ils devaient utilisés le bourrage intermédiaire pour combler cette différence.

### 1.3.15 Volume des roches abattues par trou de mine

Le volume des roches à abattre par trou se détermine comme suit

$$V_{ab} = a \times w \times H_g \quad m^3 \quad (III.53)$$

$$V_{ab} = 202.12 \text{ m}^3$$

### 1.3.16 Volumes du bloc à tiré

Il se détermine comme suit :

$$V_{bt} = n_{tr} \times V_{ab} \quad m^3 \quad (III.54)$$

$n_{tr}$  : Nombre de trous du bloc à tiré ;  $n_{tr} = 7$

Donc :

$$V_{bt} = 1414.84 \text{ m}^3$$

### 1.3.17 Volumes linéaires du forage

C'est la longueur totale de trous forés, elle se détermine comme suit :

$$l_{ft} = n_{tr} \times l_f \quad (III.55)$$

$$l_{ft} = 94.5 \text{ m}$$

### 1.3.18 Quantité d'explosif par volée

C'est la quantité d'explosif pour abattre un bloc de trous connus. Elle se détermine comme suit :

$$Q_{\text{totex}} = Q_{\text{ex}} \times n_{\text{tr}} \quad (\text{III.56})$$

$$Q_{\text{totex}} = 683.34 \text{ Kg}$$

### 1.3.19 Quantité de chaque type d'explosif

Connaissant le pourcentage de chaque type d'explosif dans nous pouvons leur quantité :

Pour la Marmanite III :

$$Q_{\text{totexAnfo}} = 546.67 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{totexMar III}} = 136.66 \text{ kg}$$

### 1.3.20 Durée du micro retard

$$\tau = K \times W \text{ mill sec} \quad (\text{III.57})$$

Où :

K : Coefficient qui tient compte des propriétés des roches,  $K = (3+4)$ ,  $K=4$  pour  $6 < f \leq 12$ .

Donc :

$$\tau = 17.32 \text{ milli sec}$$

## 2. Amorçage et système d'amorçage

On donne le nom d'amorçage à l'opération consistant à placer un allumeur dans une charge explosive, afin qu'elle soit prête à être mise à feu. Un bon amorçage doit satisfaire aux conditions suivantes :

- L'amorçage doit être soigneusement attaché à l'explosif, afin d'éviter que, durant le chargement, elle ne soit arrachée de sa position. Elle doit être enfoncée intégralement dans l'explosif, pour ne pas être cognée contre les parois du trou lors du chargement;
- L'amorçage doit être dans la position convenant le mieux dans la charge, pour donner les meilleurs résultats;
- Les fils et les cordons ne doivent jamais être sujets à des tensions trop fortes,
- L'amorce doit être à l'épreuve de l'eau si nécessaire;
- L'amorçage doit avoir une forme et une position qui permettent un chargement parfait.

### 2.1 Cordeau détonant

Il est constitué d'une âme de penthrite en poudre enrobée dans un textile puis dans une gaine en matière plastique. Le cordeau détonant rend de grands services lors des travaux de minage.

Il sert principalement à :

- L'amorçage de n'importe quel explosif placé en son contact;

- L'amorçage simultané de plusieurs charges à la fois;
- L'augmentation de l'effet de brisance de l'explosif qu'il amorce et cela grâce à sa grande vitesse de détonation;
- Dans les trous de mines profonds où les charges explosives sont étalées et séparées par des espaces réservés au bourrage des trous, le cordeau détonant sert ici à la transmission de la détonation. Dans notre plan de tir, on choisit le cordeau détonant de type : Onacord 1, qui est disponible à l'ONEX, ses caractéristiques, sont :
  - Nature : cordeau détonant 12 gr;
  - Couleur : rouge;
  - Etanchéité à l'eau : très bonne;
  - Vitesse de détonation : 6500 m/s (min);

## 2.2 Amorçage du cordeau détonant

Pour amorcer un cordeau détonant, il suffit d'attacher l'extrémité libre du cordeau détonant à un détonateur pyrotechnique ou une amorce électrique.

- Amorce électrique instantanée ou à retard.
- Cordeau détonant dont la mise à feu peut être fait par détonateur n°8 ou amorce électrique.

L'amorce d'une cartouche est réalisée par l'introduction du détonateur dans l'axe de celle-ci ou encore par la fixation solide de la cartouche au cordeau détonant. La cartouche ainsi préparée est appelée cartouche amorce.

## 2.3 Classifications des Détonateurs électriques

Les détonateurs ou couramment les amorces électriques sont classés selon leur temps de réaction à l'impulsion électrique en :

1. Détonateurs électriques instantanés D.E.I.
2. Détonateurs électriques à retard D.E.R.
3. Détonateurs électriques Microretard D.MR.

Pour notre plan de tir on utilise le détonateur Microretard, pour les avantages décrits ci dessous :

- Une diminution de la vibration du sol et du déplacement de l'air par l'explosion d'où l'avantage que procure l'utilisation des microretards lors des tirs programmés aux environs des constructions;
- Une réduction de l'éventualité d'avoir des trous coupés par la détonation d'un numéro antérieur et de laisser ainsi des cartouches in explosées au front de taille ou dans les déblais;

- La possibilité d'orienter l'onde de choc pour la création d'un dégagement.

Le tir sera branché en série et réalisé avec détonateur Microretard (DMR) de 20 ms, nombre de retard est 12 et résistance ohmique par détonateur est 1,5 ohm.

Les principaux paramètres de forage et de tir pour deux hauteurs de gradins différents sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau.III.7 Résumés les paramètres principaux de tir.

paramètres	unité	H=6 m	H=12 m
Diamètre du trou	mm	160	160
L'angle d'inclinaison du trou	degré	90°	78°
Longueur du trou	m	6.5	13.5
Longueur de sous forage	m	0.5	0.7
Longueur de bourrage	m	3.5	4.3
Longueur de la charge	m	2.0	5.2
Capacité métrique du trou	Kg/m	18.1	18.1
Quantité de charge par trou	Kg	36	94
Ligne de moindre résistance	m	3.5	4.0
Distance entre les trous	m	4.0	5.0
Distance entre les rangées	m	3.5	4.0
Volume abattu par un mètre de trou	m <sup>3</sup>	12.9	17.8
Volume abattu par un trou	m <sup>3</sup>	84	240
Quantité de la charge au fond du trou	Kg	22	46
Consommation spécifique d'explosif	Kg/m <sup>3</sup>	0.43	0.39

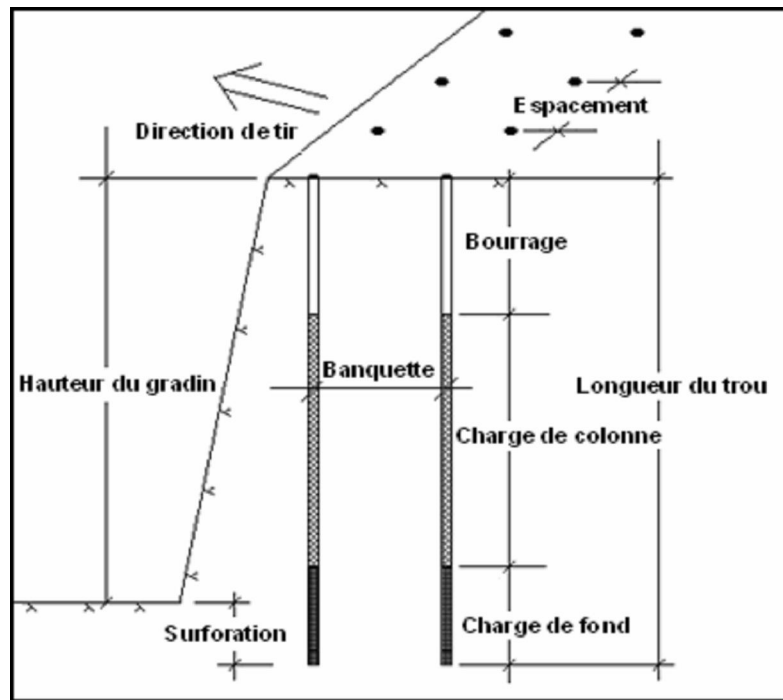


Fig.III.3 : Géométrie et terminologie du plan de tir.

### 3. Etude des nuisances et vibrations engendrées par l'explosif. <sup>[14], [5], [13]</sup>

L'emploi des explosifs dans les carrières est une pratique courante mais, il occasionne un certain nombre d'inconvénients engendrant nécessairement des risques et des nuisances dans l'environnement immédiat du site. Ces effets peuvent s'avérer préjudiciables à la sécurité du personnel, par la projection intempestive de roches et par des risques de glissement accidentel des bords des carrières ou de talus instables, subissant des ébranlements excessifs. Dans l'environnement plus éloigné, les ondes de surpression aérienne et surtout les bruits et les vibrations induites par les tirs, peuvent provoquer des détériorations sur les constructions et habitations avoisinantes, et être une source de nuisance et de gêne pour les riverains.

Des bonnes connaissances des effets immédiats et prolongés des détonations des charges explosives permettront de maintenir les dégâts provoqués par celle-ci dans des limites tolérables pour l'environnement, cela peut se faire en jouant sur les paramètres du plan de tir (la qualité de charge d'explosifs, la durée des microretards ...) ou en prenant des mesures concernant la disposition de la carrière (implantation d'amortisseurs ou absorbeurs des vibrations du sol, installation d'isolants acoustiques,...).

#### 3.1 Les projections des roches

Des projections exceptionnelles peuvent se produire, chaque fois que la charge utilisée est trop importante par rapport à celle théoriquement requise, ainsi a-t-on signalé des dégâts

provoqués à des constructions et à des populations, des blessures subies par des personnes à quelques distances du lieu de tir, à l'effet direct de projection de roches.

### 3.1.1 Causes principales provoquant les projections des roches

Ceci peut être dû en particulier lorsque :

- accumulation d'explosif dans une poche ;
- Hauteur de bourrage insuffisante ;
- Une faille fait communiquer le fourneau de mine avec l'extérieur du massif.

### 3.1.2 Détermination du rayon de la zone dangereuse (Ra) :

- Dans la carrière d'Ain-Zazia la distance la plus proche entre le lieu de tir et les constructions
- (concasseur, poste électrique HT, bâtiment de direction, réservoir d'eau) est supérieure à 150 m.

Pour assurer la sécurité dans toute la carrière on détermine les rayons des zones dangereuses (Ra) pour les personnes, les équipements et les habitations.

1) On peut déterminer le rayon de la zone dangereuse (Ra) par la formule suivante :

$$R_a = K_{exp} \times F_Q \quad (III.58)$$

Avec :

$K_{exp}$  : Coefficient tenant compte de condition d'explosion ;  $0,9 \leq K_{exp} \leq 2,5$ , on  $K_{exp} = 1,7$  comme valeur moyenne,

$F_Q$  : Coefficient tenant compte de la consommation spécifique d'explosif.

Tableau III.8 : La consommation spécifique en fonction de coefficient de tenant.

$q_s$	0.8	1	1.2	1.4	1.6
$F_Q$	108	128	146	202	202

Avec :

$q_s$  : Consommation spécifique d'explosif.

On prend la

$$F_Q = 108$$

$$R_a = 183.6 \text{ m}$$

$$R_a \approx 200 \text{ m}$$



Une deuxième méthode de calcul du rayon de la zone dangereuse consiste à déterminer la valeur maximale de ligne de moindre résistance au pied du gradin ( $W_{max}$ ) de la charge de trou (selon le projet de tir) et d'après celle-ci on détermine la valeur conditionnelle de la ligne de moindre résistance ( $W_{cond}$ ) :

$$W_{cond} = 0.7 \times W_{max} \quad m \quad (III.59)$$

$$W_{cond} = 3.03 \quad m$$

Dans le cas l'intervalle de retard est constant (20 ms). En utilisant l'équation précédente et en se basant sur les données du tableau ci-dessus, nous avons déterminé les rayons de la zone dangereuse et les vitesses initiales de projection et qui sont présentées dans le tableau suivant:  
Tableau III.9 : Déterminé les rayons de la zone.

$W_{cond} \quad m$	$R_d \quad m$	$V_0 \quad m/s$
<b>1.5</b>	<b>200</b>	<b>44</b>
4	300	54
8	400	62
10	500	70
15	600	76
20	700	82

On a  $W_{cond} = 2,4 \quad m$  et on prend à partir du tableau  $W_{cond} = 1,5 \quad m$  comme valeur minimal, donc on détermine la valeur du rayon de la zone dangereuse  $R_d = 200 \quad m$ .

### 3.2 Les vibrations. <sup>[17]</sup>

Les vibrations produites par les tirs constituent l'une des nuisances inévitables liées à l'emploi des explosifs. Actuellement, l'usage d'amorces à retard a diminué sensiblement les ébranlements provoqués par les explosions. Des calculs plus précis permettent de déterminer la valeur exacte des charges devant être tirées.

Le résultat le plus important des études de vibrations a montré que la vitesse de vibration mesurée en un point donné ne dépend pas de la charge totale d'une volée mais de la charge instantanée (momentanée), c'est-à-dire de la charge mise à feu à un instant donnée par des détonateurs explosant simultanément.

La charge momentanée (Q) est déterminée par la formule suivante :

$$Q = \frac{Q_{cr} \times N_{cr}}{m_g} \quad (III.60)$$

Où :

$Q_{tr}$  : La quantité de charge d'explosifs dans un trou, 97,62 kg/trou ;

$n_{tr}$  : Nombre des trous forés pendant un mois, 7 trous ;

$m_z$  : Nombre de retard.

Donc :

$$Q = 683.34 \text{ kg}$$

Il y a plusieurs formules, qui ont été proposées, combinant à la fois la vitesse d'oscillation, la charge momentanée la distance entre le tir et le point de mesure. La plus utilisée est celle proposée par LANGEFORS et KIHLSSTROM :

$$V_{max} = K \times \left( \frac{R}{Q^n} \right)^{-m} \quad (\text{III.61})$$

Avec :

$V_{max}$  : vitesse d'oscillation en (mm/s) ;

$Q$  : La charge momentanée, (683.34 kg) ;

$R$  : la distance la plus proche entre les lieux de tir et les différentes constructions dans la carrière (150 m) ;

$n$  : exposant de la charge (on prend en pratique  $n=1/2$ ) ;

$K$  : coefficient tenant compte du tir et du terrain,

**$K=400$  pour les roches dures ;**

$K=200$  pour les roches tendres ;

$K=100$  pour les terrains de couvertures ;

$m$  : coefficient fonction de l'état de fissuration du terrain et la durée de l'impulsion de l'onde.

#### ➤ Une autre méthode de calcul

Pour un tir instantané

$$V_{ins} = K \times \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5} \quad (\text{III.62})$$

Tir à retard ou microretard :(comme notre cas)

$$V_{mr} = K \times \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5} \times f(m_z, \tau) \quad (\text{III.63})$$

Avec :

$\tau$  : Intervalle de retard (20ms) ;

$m_z$  : Nombre de degré de retard, (12).

D'où :

$$f(m_z, \tau) = \begin{cases} 1 - 12.9 \times (m_z \times \tau)^2; & \text{si } m_z \times \tau \leq 0.153 \\ \frac{0.275}{\sqrt{m_z \times \tau}}; & \text{si } m_z \times \tau > 0.153 \end{cases}$$

$$m_z \times \tau = 12 \times 20 \times 10^{-3} = 0.24 > 0.153$$

Donc :

$$V_{mr} = K \times \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5} \times \frac{0.275}{\sqrt{m_z \times \tau}} = 0.21 \text{ m/sec} \quad (\text{III.64})$$

Il y a des normes ou bien des intervalles pour la vitesse de vibration (oscillation) nécessaires :

0,2 cm/s: les appareils peuvent bouger ;

0,2 ÷ 0,4 cm/s : sensation épisodique

0,4 ÷ 0,8 cm/s: quelques personnes peuvent sentir l'explosion ;

0,8 ÷ 1,5 cm/s : sensation senti par plusieurs personnes et éclatement des vitres

1,5 ÷ 3 cm/s : la vitesse de tremblement, les bâtiments peuvent se détruire ;

Donc, plus la vitesse est forte plus la destruction s'en suit.

# Chapitre IV

## Chargement des roches

Les travaux d'extraction et de chargement consistent en l'abattage des roches du massif vierge ou préalablement ameubli et leur chargement dans les engins de transport. Dans certains cas on déplace les roches directement au terril. Pour leur exécution, on utilise les excavateurs de différents types, chargeuses, scrapers et d'autres engins.

Durant les dernières années, nous assistons au développement des chargeuses qui concurrence fortement la pelle mécanique dans les conditions correspondantes d'exploitation des gisements à ciel ouvert. Dans les carrières contemporaines les chargeuses souvent remplacent les excavateurs, entre autres les pelles mécaniques. Avec création des grosses chargeuses sur pneus, à châssis articulé, la pelle mécanique à câble disparaît peu à peu des exploitations à ciel ouvert.

Cela est devenu possible grâce aux avantages considérables des chargeuses en comparaison avec les excavateurs. <sup>[4], [5]</sup>

### 1. La chargeuse sur pneus

La chargeuse sur pneumatiques est la machine la plus répandue dans les carrières et TP. Ces machines servent à l'extraction, et à la reprise des matériaux bruts ou traités. Elles assurent aussi parfois sur de courtes distances, la fonction transport. En dehors de ces applications carrières et TP elles assurent également de nombreuses fonctions de manutentions et de levages. Lorsque les conditions d'adhérence sont difficiles ou que l'espace de déplacement est réduit (tunnel) on leur préfère les chargeuses sur chaînes. Les caractéristiques de ces machines sont limitées de 150 à 200 Kw ce qui impose des godets de faible capacité, 3 à 4 m<sup>3</sup>. Grâce à leur polyvalence leur utilisation est fréquente dans les travaux de terrassements en zone urbaine, de fondations, et de démolition. En fonction de son nombre d'heures de marche la chargeuse peut être utilisée successivement à des tâches de contraintes plus faibles. On utilisera d'abord les machines neuves en extraction puis, au delà de 12000 à 15000 heures, en reprise de stock et enfin en réserve. <sup>[4]</sup>

a : profondeur de cavage

b : hauteur de position de transport

c : hauteur godet horizontal

d : hauteur de vidage, godet à 45°

e : portée

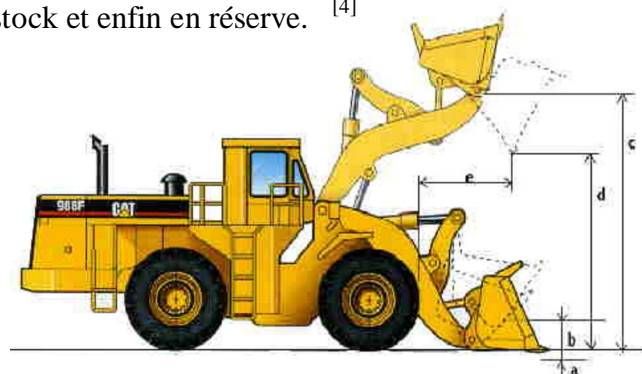


Fig. VI.1 : Les chargeuses sur pneus. <sup>[4]</sup>

## 1.2 Les conditions de travail de chargeuses sur pneus sur chantier

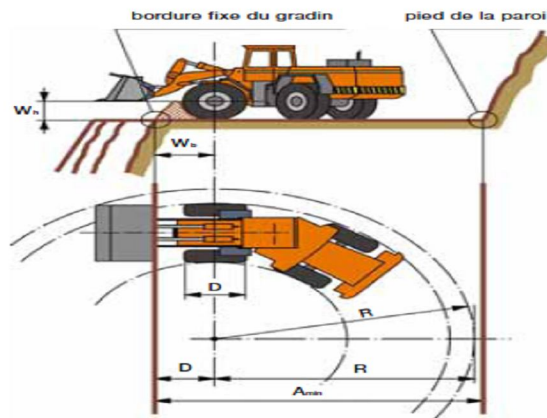


Fig.VI.2 : la plate forme max de travail de la chargeuse sur pneus **CAT 988F**.

Largeur minimale du gradin au niveau du sol fixe  $A_{min}$

$$A_{min} = D + R \quad (VI.1)$$

$$A_{min} = 12.5 \text{ m}$$

Où :

**D** : Diamètre des roues ; **D = 2 m** ;

**R** : Rayon du cercle de braquage basé sur l'extérieur du godet de l'engin ; **R = 10.5 m** ;

$W_b$  : Largeur du remblai supérieur ou égale de diamètre des roues **D** (compris dans la largeur du gradin  $A_{min}$ ) ;  $W_b \geq 2\text{m}$

$W_h$  : Hauteur du remblai ou du rail de sécurité supérieur ou égale  $0.5 \times$  diamètre des roues **D** ;  $W_h \geq 1 \text{ m}$

La charge utile de la chargeuse ne doit pas dépasser 50% de la charge limite d'équilibre statique au braquage maximum de la machine pour le travail considéré.

Charge limite d'équilibre : Effort exercé au centre de gravité de la charge nominale du godet à partir duquel les roues arrière décollent du sol. <sup>[4]</sup>

## 1.3 Méthode d'exploitation

### 1.3.1 Extraction et chargement

La chargeuse extrait les matériaux du tas abattu pour les roches massives ou directement dans le cas de roches alluvionnaires et les charge dans des tombereaux. Pour ce travail il est recommandé de ne pas avoir de godet de taille inférieure à  $4 \text{ m}^3$  sauf conditions particulières ou très faible débit. Il existe en effet des ratios économiques limites entre la capacité du tombereau et le volume du godet. Dans cette configuration de travail le tombereau se placera, l'arrière au tas, avec un angle d'environ  $45^\circ$ . La position relative chargeur / tombereau sera

telle que le parcours (d) soit minimum. Cette distance dépend du rayon de braquage maximum de la machine.

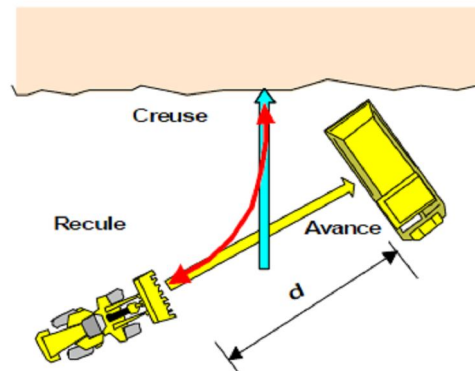


Fig.VI.3 : Position de chargement de la chargeuse sur pneus. [4]

## 2. Les pelles hydrauliques

Cet autre type de pelles a connu ces dernières années un développement considérable. Initialement conçues pour les chantiers de travaux publics ces machines se sont imposées en carrière et découverte grâce à leur souplesse d'emploi due à la transmission hydraulique.

Les possibilités de travailler en butte ou en rétro à diverses hauteurs offre au mineur un choix de solutions techniques qui en font un outil polyvalent. Par ailleurs sa force de pénétration élevée ainsi que le mouvement de cavage du godet conduit assez fréquemment.

La suppression de l'abattage à l'explosif et par voie de conséquence une diminution significative du coût d'extraction. Enfin, la précision et la souplesse de manœuvre du godet, sa course plane au sol, sa possibilité d'attaquer à la hauteur voulue pour disloquer les matériaux ou purger un front d'abattage sont autant d'éléments qui contribuent à son développement.

Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques sont :

- Une bonne aptitude au cavage et à la pénétration au tas
- La possibilité de travailler en butte ou en rétro
- Une assez bonne mobilité et des possibilités de franchissement importantes.
- Une faible pression au sol
- Des commandes hydrauliques qui facilitent les déplacements, la rotation de la tourelle, les mouvements de la flèche et du godet.
- Un bon remplissage du godet
- Des temps de cycle court
- La possibilité de trier les matériaux (chargement sélectif)
- Une durée de vie importante de 20.000 à 30.000 heures. [4], [5]

Actuellement la pelle hydraulique est le produit le plus fabriqué et le plus vendu dans le monde. Chaque constructeur se doit d'avoir une gamme la plus complète et la plus large possible. En outre ces machines ont investi de nombreux domaines qui vont de la démolition aux manutentions de ferrailles au chargement et déchargement des bateaux des trains etc....

Les machines qui nous intéressent ont des godets qui vont de 2 à 12 m<sup>3</sup> avec des poids de 25 à 200 t et des puissances de 150 à 850 kW. On trouve cependant en standard pour les mines à ciel ouvert des machines de taille bien supérieure avec des godets de 25 à 30 m<sup>3</sup> et des puissances de 2000 kW pour un poids total voisin de 500 t.

Au cours des 15 dernières années la taille et la capacité des pelles hydrauliques ont constamment augmenté pour prendre la place des pelles à câbles et plus récemment des chargeuses. Elles sont devenues des concurrentes efficaces de ces dernières lorsque la mobilité n'est pas une nécessité première. En terrassement elles ont remplacé, associées à des tombereaux, le couple boteur, chargeuse fréquemment utilisé il y a encore quelques années. Actuellement la pelle hydraulique est la machine la plus fabriquée et la plus vendue dans le monde. Elle a investi de nombreuses activités annexes telles que la démolition, les chargements et déchargements de bateaux de train, les manutentions de bois, le dragage en rivière etc... Dans ce chapitre nous nous intéresserons qu'aux pelles hydrauliques d'un poids supérieur à 25 tonnes qui sont généralement affectées aux travaux d'extraction et de découvertures en mines à ciel ouvert et carrières.<sup>[4], [5], [15]</sup>

#### Rappel technologique

- A- châssis à chaînes
- B- tourelle
- C- flèche ou bras
- D- vérin de flèche
- E- balancier
- F- vérin de balancier
- G- vérin de godet
- H- godet monobloc
- I- moteur et pompes hydrauliques

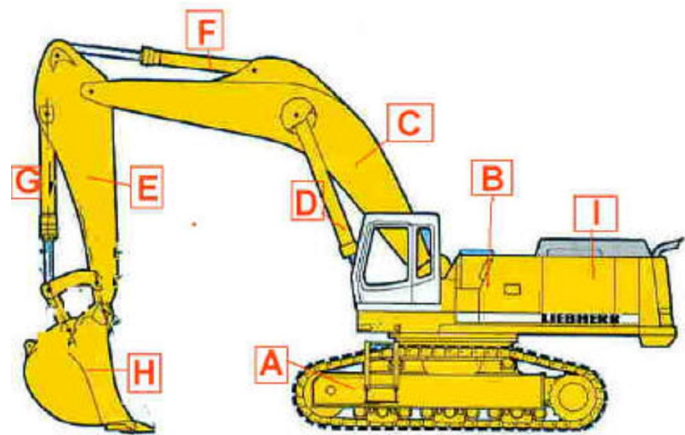


Fig.VI.4 : pelle hydraulique en bute sur chenilles. <sup>[4]</sup>



## 2.1 Les conditions de travail Les pelles hydrauliques sur Chantier

### Pelle excavatrice mobile

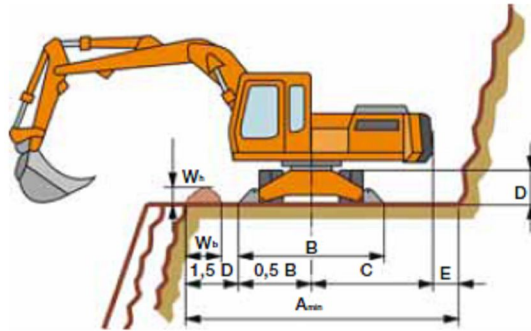


Fig.VI.5 : La plate forme max de travail de la pelle à pneus.

Largeur minimale du gradin au niveau du sol fixe  $A_{min}$

$$A_{min} = (1,5 \times D) + (0,5 \times B) + C + E \quad (VI.2)$$

Où :

B : largeur du châssis ;

C : changement par l'arrière ;

D : Diamètre des roues ;

E : distance par rapport au pied de la paroi supérieur ou égale 1 mètre

$W_b$  : Largeur du remblai supérieur ou égale de diamètre des rouers D (compris dans la largeur du gradin  $A_{min}$ ) ;

$W_h$  : Hauteur du remblai ou du rail de sécurité supérieur ou égale  $0,5 \times$  diamètre des roues D, [4]

### Pelle excavatrice sur chenilles

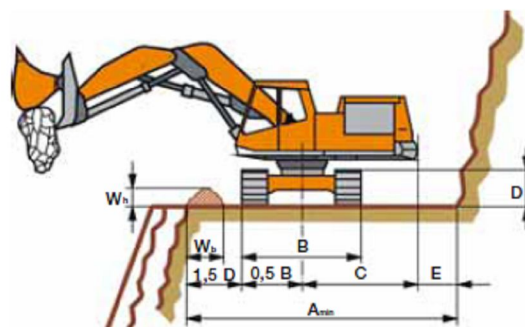


Fig.VI.6 : La plate forme max de travail de la pelle sur chenilles **KOMAT'SU 413**.

Largeur minimale du gradin au niveau du sol fixe  $A_{min}$

$$A_{min} = (1,5 \times D) + (0,5 \times B) + C + E \quad (VI.3)$$

$$A_{min} = 11.5 \text{ m}$$

Où :

B : Largeur du châssis ; B=4.5 m ;

C : Changement par l'arrière ; C=6 m ;

D : Hauteur du châssis; D=1.5 m

E : distance par rapport au pied de la paroi supérieur ou égale 1 mètre

$W_b$  : Largeur du remblai supérieur ou égale hauteur du châssis D (compris dans la largeur du gradin  $A_{min}$ ) ;  $W_b \geq 1.5 \text{ m}$

$W_h$  : Hauteur du remblai ou du rail de sécurité supérieur ou égale 0.5X hauteur du châssis D

En aucun cas le godet de la pelle ne doit surplomber la cabine de conduite du tombereau. Cette interdiction est également valable lors des manœuvres de positionnement du tombereau sous la pelle. <sup>[4]</sup>

### 2.3 Les modes d'extraction

La productivité d'une pelle hydraulique dépend étroitement du mode de travail d'opté. Chaque mode de fonctionnement comporte un certain nombre de règles qui influent très fortement sur la productivité de la machine. Ces règles seront rappelées ci-après.

#### Règles de chargement en "rétro"

- L'angle de rotation doit être minimal
- La hauteur de coupe (H) doit être telle que le godet se remplisse à refus en une seule passe
- Le plan de roulage doit être situé au niveau, de chargement ou au niveau de travail. Toute position intermédiaire est à éviter
- La distance horizontale (course plane) doit être au moins égale à 2 fois le rayon du godet au niveau de chargement. <sup>[5], [10], [9]</sup>

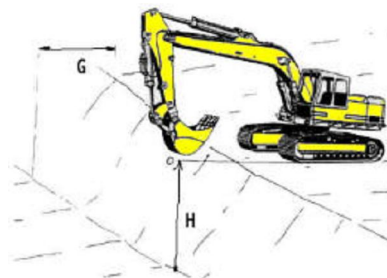


Fig.VI.7 : position de travail de pelle en rétro.

### 2.4 Positionnement des tombereaux

**1<sup>ère</sup> méthode** : positionnement "rétro" Le schéma ci-contre montre la position relative de la pelle et du tombereau. Dans cette configuration l'angle de rotation de la pelle est très faible de l'ordre de  $30^\circ$  et le cycle de chargement est court. Par contre le positionnement du tombereau requiert un peu d'habitude et d'adresse car la visibilité vers l'arrière est mauvaise.

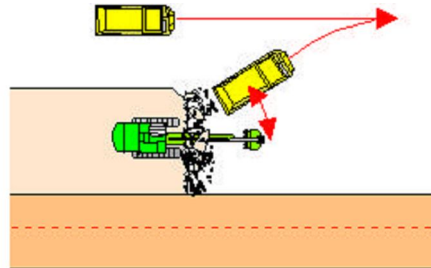


Fig.VI.8 : 1<sup>ère</sup> méthode positionnement rétro.

**2<sup>ème</sup> méthode** : Positionnement "rétro" (Drive by) Dans méthode dite du "drive by" (positionnement direct) le conducteur du tombereau se présente face à la pelle, il bénéficie donc d'une excellente visibilité. Il incurve sa trajectoire, schéma ci-contre en fonction de la position de la pelle sur le tas pour venir se placer en bordure du talus de telle façon que le godet se trouve à la verticale du centre de gravité de la benne avant d'avoir atteint une rotation de  $90^\circ$ . Des angles compris entre  $60$  et  $90^\circ$  sont corrects. Le tombereau n'est pas parallèle au talus. Cette méthode augmente un peu l'angle de rotation mais le positionnement est beaucoup plus simple et rapide. <sup>[4]</sup>

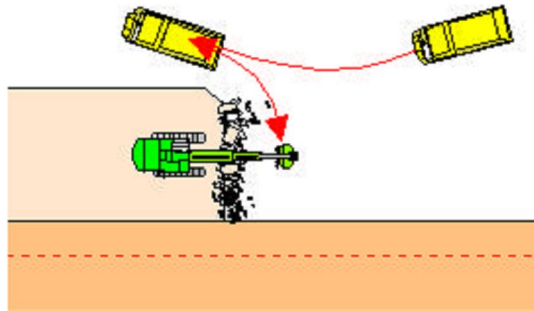


Fig.VI.9 : 2<sup>ème</sup> méthode positionnement direct.

**3<sup>ème</sup> Méthode** : positionnement "en butte" Le roulage et le chargement sont au même niveau. La manœuvre consiste à placer le tombereau au plus près de l'abattage de telle façon que le godet, en position de déchargement se trouve au centre de gravité de la benne. Des angles de rotation compris entre  $90^\circ$  et  $110^\circ$  sont corrects. <sup>[4]</sup>

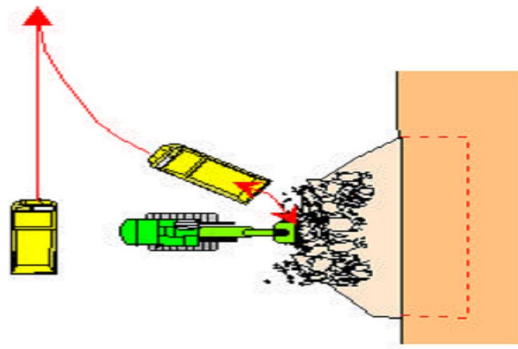


Fig.VI.10 : 3<sup>ème</sup> Méthode positionnement en butte.

Par rapport au tas en cours de chargement, la pelle se placera perpendiculairement et à une distance égale à 2 fois le rayon du godet. Le chargement coté gauche est préférable. Le conducteur du tombereau ayant un contact visuel permanent sur les manœuvres du conducteur de pelle. Afin de réduire les temps improductifs de changements de tombereaux on peut alterner les chargements à gauche et à droite de la pelle. <sup>[4]</sup>

#### 4<sup>ème</sup> Méthode : Découverte

En découverte ou si la configuration de l'exploitation le permet, il est possible d'utiliser la méthode " drive-by ". Le positionnement est très rapide et facile. Le débit de la pelle est notablement augmenté. Cette méthode de travail est particulièrement recommandée lorsque la machine assure à la fois l'extraction et le chargement. C'est fréquemment le cas en découverte. On choisira alors la largeur de la passe (P) égale à environ 1 fois  $\frac{1}{2}$  le rayon de giration de la pelle. <sup>[4]</sup>

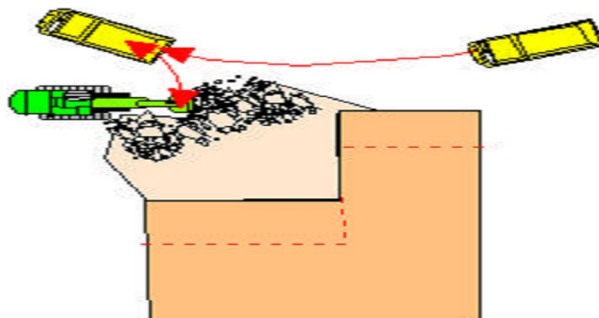


Fig.VI.11 : 4<sup>ème</sup> Méthode positionnement (drive-dy).

### 3. Analyse des processus de chargement

#### Production planifiés (chapitre II)

Production annuelle du minerai	période	Minerai		Stérile		Masse-rocheuse	
		t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>
150.000	Par an	150.000	53.200	525.000	201.900	675.000	255.100
	Par jour	590	210	2.060	790	2.650	1.000
	Par poste	295	105	1.030	395	1.325	500

#### 3.1 Choix de l'engin de chargement

Le chargement dans la carrière Ain-Zazia s'effectue par deux type d'engins de chargement pelle hydraulique « KAMAT'SU 413 » et chargeuse sur pneus « CATRULLAR 988F »

D'après les caractéristiques mécanique et physique des roches de la carrière et la puissance des engins de chargement et la production planifiés en détache la pelle en travail dans chantier de stérile et la chargeuse en travail en chantier de minerai. <sup>[2]</sup>

- **Pour le minerai**

##### Durée de cycle réel de processus de chargement <sup>[13]</sup>

Le cycle de travail d'une chargeuse correspond aux opérations suivant :

1. Enfouissement du godet le front ;
2. Mouvement de la chargeuse à chargée ;
3. Déchargement du godet ;
4. Mouvement de la chargeuse à vide.

Temps de cycle de la chargeuse est déterminé de la façon suivante :

$$T_c = T_{ch} + T_{mach} + T_{dech} + T_{mav} \quad \text{sec} \quad (\text{VI.4})$$

Où :

$T_{ch}$  : Durée de chargement du godet  $T_{ch} = 10 \text{ sec}$  ;

$T_{mach}$  : Durée de parcours de chargeuse chargée vers le lieu de déchargement en secondes

$$T_{mach} = 3,6 \times \frac{L_{ch}}{V_{ch}} \text{ sec} \quad (\text{VI.5})$$

Où :

$L_{ch}$  : La longueur de parcours de la chargeuse vers le lieu de déchargement varie

$$L_{ch} = (20 + 30) \text{ m dans la carrière} \quad L_{ch} = 22 \text{ m} ;$$

$V_{ch}$  : La vitesse de parcours en charge,  $V_{ch} = 5 \text{ Km/h}$

$$T_{mach} = 15,84 \text{ sec}$$

$T_{dech}$  : Durée de déchargement du godet,  $T_{dech} = (7 + 15) \text{ sec}$

Et dans la carrière  $T_{dech} = 6 \text{ sec}$

$T_{mav}$  : La durée de parcours à vide le lieu de chargement, sec

$$T_{mav} = 3.6 \times \frac{L_v}{V_v} \text{ sec} \quad (\text{VI.6})$$

Où :

$L_v$  : La longueur de parcours à vide vers le lieu de chargement,  $L_v = 22 \text{ m}$  ;

$V_v$  : vitesse de parcours à vide,  $V_v = 6 \text{ Km/h}$

$$T_{mav} = 13.6 \text{ sec}$$

La durée de parcours à vide vers le lieu de chargement pratique dans la carrière égale à 8 Sec  
donc :

$$T_c = 50 \text{ sec}$$

Avant de choisir une chargeuse, il faut d'abord examiner la capacité du godet en tenant compte de la production journalière :

### 3.2 La capacité de godet de la chargeuse

Pour assurer la production souhaitée par l'entreprise il est préférable d'utiliser une chargeuse CAT988F à une capacité de godet de  $E_{rel} = 5.4 \text{ m}^3$

Pour un meilleur choix de type de chargement utilisé on est obligé de calculer la capacité de godet de la chargeuse  $E_{cal}$  :

$$E_{cal} = \frac{T_c \times K_f \times P_a}{3600 \times \gamma \times K_r \times T \times K_u} \quad (\text{VI.7})$$

Où :

$P_a$  : La production planifiée par jour,  $P_a = 590 \text{ T/jour}$  ;

$T_c$  : Le temps d'un cycle du chargement,  $T_c = 40 \text{ sec}$  ;

$K_f$  : Coefficient de foisonnement,  $K_f = 1.6$  ;

$\gamma$  : la masse volumique,  $\gamma = 2.67 \text{ T/m}^3$  ;

$K_r$  : Coefficient de remplissage du godet,  $K_r = 0.7$  ;

$T$  : Durée d'un poste de travail,  $T = 8 \text{ h}$  ;

$K_u$  : Coefficient d'utilisation de la chargeuse,  $K_u = 0.7$

Donc :  $E_{\text{cal}} \approx 1.0 \text{ m}^3$

$E_{\text{cal}} < E_{\text{real}}$  Donc le choix de chargeuse à gobe  $E_{\text{real}} = 5.4 \text{ m}^3$  et une production planifiée par jour,  $P_a = 590 \text{ T/jour}$  n'est pas rentable.

#### 4. Calcul de la capacité du temps mort pendant un poste de travail

##### 4.1 Temps morts planifiés

- Temps de prise de poste,  $T_1 = 15 \text{ mn}$  ;
- Temps de pause de déjeuner,  $T_2 = 30 \text{ mn}$  ;
- Temps de remise de poste  $T_3 = 15 \text{ mn}$ .

Alors :

$$T_{\text{m.p}} = T_1 + T_2 + T_3 = 60 \text{ min}$$

##### 4.2 Temps mort non planifiés

La quantité du temps mort non planifiés durant un poste de travail ont pour cause :

- L'indiscipline des ouvriers ;
- Les pannes de matériels soient au chargement, soit au transport ;
- Les retards des camions.

Le temps mort non planifié représente :

- Le temps supplémentaire de la prise du poste  $T_1 = 30 \text{ min}$  ;
- Le temps supplémentaire de remis de poste  $T_3 = 30 \text{ min}$  ;
- Temps supplémentaire de déjeuner  $T_2 = 30 \text{ min}$  ;
- Temps de retard du camion un poste  $T_4 = 30 \text{ min}$  ;
- Arrêt du travail sans cause  $T_5 = 60 \text{ min}$ .

#### 5. calcul de la valeur réel de coefficient d'utilisation de la chargeuse. <sup>[13]</sup>

Le coefficient d'utilisation réel de la chargeuse ou bien aucun engin minier déterminé par la formule suivante :

$$K_u = \frac{T_{\text{eff}}}{T_p} \quad (\text{VI.8})$$

Où :

$T_{\text{eff}}$ : Temps effectif de chargement, est déterminé par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = T_p - T_{\text{mort}}$$

$$T_{\text{eff}} = 4 \text{ h} = 240 \text{ min}$$

$T_p$  : Durée poste de travail  $T_p = 8 \text{ h} = 480 \text{ min}$  ;

$T_{mort}$  : Temps mort planifié et non planifié pendant un poste de travail  $T_{mort} = 240 \text{ min}$

La valeur réelle du coefficient d'utilisation est :

$$K_u = 0.5$$

## 6. Calcul du rendement réel d'exploitation de la chargeuse. <sup>[13], [5]</sup>

### 6.1 Rendement par poste

Le rendement d'exploitation postier de la chargeuse est déterminé par la formule suivante :

$$R_{ch} = \frac{3600 \times E_{rel} \times K_r \times K_u \times T_p}{T_c \times K_f} \text{ m}^3/\text{poste} \quad (\text{VI.9})$$

Où :

$E_{rel}$  : Capacité du godet de la chargeuse  $E_{rel} = 5.4 \text{ m}^3$  ;

$T_c$  : Le temps d'un cycle du chargement,  $T_c = 50 \text{ sec}$  ;

$K_f$  : Coefficient de foisonnement,  $K_f = 1.6$  ;

$K_r$  : Coefficient de remplissage du godet  $K_r = 0.7$  ;

$T_p$  : Durée d'un poste de travail,  $T_p = 8 \text{ h}$  ;

$K_u$  : Coefficient d'utilisation de la chargeuse,  $K_u = 0.5$

Donc :

$$R_{ch} = 680.4 \text{ m}^3/\text{poste}$$

$\gamma$  : la masse volumique,  $\gamma = 2.67 \text{ T/m}^3$  ;

$$R_{ch} = 1815.6 \text{ t/poste}$$

### 6.2 Rendement réel de la chargeuse par jour

$$R_{ch/j} = R_{ch/p} \times 2 \quad (\text{VI.10})$$

$$R_{ch/j} = 1360.8 \text{ m}^3/\text{jour}$$

### 6.3 Rendement réel de la chargeuse par année

$$R_{ch/an} = R_j \times 255 \quad (\text{VI.11})$$

$$R_{ch/an} = 347004 \text{ m}^3/\text{an}$$

### 6.4 Calcul du nombre réel des chargeuses nécessaire pour la carrière Ain-Zazia

Le nombre des chargeuses nécessaire pour réaliser le chargement de minerai de fer déterminé par la formule suivante :

---

Estimation de la Rentabilité de la Chaîne de production.

Ouverture un nouveau gisement AIN ZAZAI –Mine de fer BOUKHADRA-



$$N_{ch} = \frac{P_a}{R_{ch/an}^{réel}} \times K_{rés} \text{ chargeuse} \quad (VI.12)$$

Où :

$P_a$  : Production annuelle de carrière (voir tableau II.1)

$R_{ch/an}^{réel}$  : Rendement d'exploitation de la chargeuse réel par année  $R_{ch/an}^{réel} = 347004 \text{ m}^3/\text{an}$

$K_{rés}$  : Coefficient de réserve ;  $K_{rés} = (1.1 + 1.2)$  ;

$N_{ch} \approx 1 \text{ chargeuse}$

Tableau VI.1 : Récapitulatif du rendement de la chargeuse.

Désignation		valeur	unité
Durée d'un poste de travail		8	heure
Temps mort non planifié		3	heure
Temps mort planifié		1	heure
Somme des temps morts		4	heure
Durée d'un cycle de la chargeuse		55	sec
Coefficient d'utilisation de la chargeuse		0.5	/
Rendement réel postier		<b>680.4</b>	<b>m<sup>3</sup>/poste</b>
Rendement réel journalier		<b>1360.8</b>	<b>m<sup>3</sup>/jour</b>
Rendement réel annuel		<b>347004</b>	<b>m<sup>3</sup>/an</b>
Nombre nécessaire des chargeuses	$P_a=150\ 000 \text{ t}$	1	chargeuse
	$P_a=200\ 000 \text{ t}$	2	chargeuse
	$P_a=300\ 000 \text{ t}$	2	chargeuse

- **Pour le stérile**

La production annuelle en :

1. 525.000 t ;
2. 700.000 t ;
3. 1050.000 t.

Calcul la capacité de gode de pelle :

$$E_{cal/pelle} = \frac{T_c \times K_f \times P_a}{3600 \times \gamma \times K_r \times T \times K_u} \quad (VI.13)$$

Où :

$P_a$  : La production planifiée par jour,  $P_a = 1.030 \text{ T/jour}$  ;

$T_c$  : Le temps d'un cycle du chargement,  $T_c = 30 \text{ sec}$  ;

$K_f$  : Coefficient de foisonnement,  $K_f = 1.6$  ;

$\gamma$  : la masse volumique,  $\gamma = 2.67 \text{ T/m}^3$  ;

$K_r$  : Coefficient de remplissage du godet,  $K_r = 0.7$  ;

$T$  : Durée d'un poste de travail,  $T = 8 \text{ h}$  ;

$K_u$  : Coefficient d'utilisation de la pelle,  $K_u = 0.7$

Donc :  $E_{\text{cal/pelle}} \approx 1.31 \text{ m}^3$

$E_{\text{cal/pelle}} < E_{\text{rel}}$  Donc le choix de pelle à gode  $E_{\text{rel}} = 5.4 \text{ m}^3$  et une production planifiée par jour,  $P_a = 1030 \text{ t/jour}$  n'est pas rentable.

### 6.5 Calcul de la capacité du temps mort pendant un poste de travail. <sup>[13], [5]</sup>

D'après les conditions des travaux des engins de chargement la capacité du temps mort si le même. La valeur réelle du coefficient d'utilisation est :

$$K_u = 0.5$$

### 6.6 Calcul du rendement réel d'exploitation de la chargeuse

#### 6.6.1 Rendement par poste

Le rendement d'exploitation postier de la pelle est déterminé par la formule suivante :

$$R_{\text{pelle}} = \frac{3600 \times E_{\text{rel}} \times K_r \times K_u \times T_p}{T_c \times K_f} \text{ m}^3/\text{poste} \quad (\text{VI.13})$$

Où :

$E_{\text{rel}}$  : Capacité du godet de la pelle  $E_{\text{rel}} = 5.4 \text{ m}^3$  ;

$T_c$  : Le temps d'un cycle du chargement,  $T_c = 30 \text{ sec}$  ;

$K_f$  : Coefficient de foisonnement,  $K_f = 1.6$  ;

$K_r$  : Coefficient de remplissage du godet  $K_r = 0.7$  ;

$T_p$  : Durée d'un poste de travail,  $T_p = 8 \text{ h}$  ;

$K_u$  : Coefficient d'utilisation de la pelle,  $K_u = 0.5$

Donc :

$$R_{\text{pelle}} = 1134 \text{ m}^3/\text{poste}$$

$\gamma$  : la masse volumique,  $\gamma = 2.67 \text{ T/m}^3$  ;

$$R_{\text{pelle}} = 3027.78 \text{ t/poste}$$

#### 6.6.2 Rendement réel de la pelle par jour

$$R_{pelle/j} = R_{pelle/p} \times 2 \quad (VI.14)$$

$$R_{pelle/j} = 6055.56 \text{ m}^3/\text{jour}$$

### 6.6.3 Rendement réel de la pelle par année

$$R_{pelle/an} = R_{pelle/j} \times 255 \quad (VI.15)$$

$$R_{pelle/an} = 15441678.8 \text{ m}^3/\text{an}$$

### 6.7 Calcul du nombre réel des pelles nécessaire pour la carrière Ain-Zazia

Le nombre des pelles nécessaires pour réaliser le chargement de stérile déterminé par la formule suivante :

$$N_{pelle} = \frac{P_a}{R_{pelle/an}^{réel}} \times K_{res} \text{ pelle} \quad (VI.16)$$

Où :

$P_a$  : Production annuelle de carrière (voir tableau II.1)

$R_{ch/an}^{réel}$  : Rendement d'exploitation de la pelle réel par année  $R_{pelle/an}^{réel} = 15441678.8 \text{ m}^3/\text{an}$

$K_{res}$  : Coefficient de réserve ;  $K_{res} = (1.1 + 1.2)$  ;

$$N_{pelle} \approx 1 \text{ pelle}$$

Tableau VI.2 Récapitulatif du rendement de la pelle.

Désignation		valeur	unité
Durée d'un poste de travail		8	heure
Temps mort non planifié		3	heure
Temps mort planifié		1	heure
Somme des temps morts		4	heure
Durée d'un cycle de la pelle		30	sec
Coefficient d'utilisation de la pelle		0.5	/
Rendement réel postier		<b>1134</b>	<b>m<sup>3</sup> /poste</b>
Rendement réel journalier		<b>6055.56</b>	<b>m<sup>3</sup> /jour</b>
Rendement réel annuel		<b>15441678.8</b>	<b>m<sup>3</sup> /an</b>
Nombre nécessaire des pelles	$P_a = 525.00 \text{ t}$	1	pelle
	$P_a = 700.000 \text{ t}$	1	pelle
	$P_a = 1050.000 \text{ t}$	1	pelle

Le choix de moyenne de chargement dans la mine de boukhadra n'est pas rentable avec la production planifiée si le choix qui influence à plusieurs facteurs :

- Les dimensions des engins plus grands.
- Augmentation de la consommation de carburant et la baisse de la productivité.
- Coût d'achat des engins augmenté.

# Chapitré V

## Transport des roches

Un des processus principaux dans les mines à ciel ouvert est le transport des minéraux utiles et des roches stériles, dont le pourcentage dans le prix de revient total d'exploitation atteint 30+70% (in KOVALENKO, 1974).<sup>[5],[7]</sup>

Le transport à ciel ouvert prédétermine le mode d'ouverture du gisement, le choix de la méthode d'exploitation, des équipements miniers, le mode de mise à terril...etc.

Le but principal du transport de carrière est le déplacement de la masse minière des chantiers aux points de déchargement qui sont les terrils pour les roches stériles et les stocks ou les trémies de réception des usines de traitement pour les minéraux utiles.

Le choix du type de transport dépend des propriétés des minéraux utiles et des roches stériles, des conditions géologiques du gisement, des dimensions des exploitations, de sa profondeur, de la distance du transport et du rendement de la mine à ciel ouvert.

Dans les exploitations à ciel ouvert contemporaines du monde entier, on applique largement le transport par camion. Il est répandu lors de l'exploitation des gisements compliqués, de la construction et de l'approfondissement des fosses minières. La grande efficacité du transport sur roue des minéraux utiles et roches stériles sur une distance relativement courte, la simplicité de construction des engins de transport, la manœuvrabilité, la possibilité de surmonter la pente élevée, la simplicité d'organisation de travail caractérisent fort bien cette méthode de transport.<sup>[8]</sup>

## 1. Transport des roches par camion

Le transport dans une carrière est un procédé technologique adopté pour le déplacement de la matière abattue du chantier vers le point de déchargement.

Le transport dans la carrière prédétermine dans une large mesure ; le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terrils ; c'est un processus complexe de fait que dans certains cas, les dépenses y compris de 70% du prix de revient du minerai extrait, elle est caractérisé par :

- le débit à transporter ;
- la distance comprise entre le front de travail et le point de déchargement ;
- la matière à transporter.

En fonction de ces éléments qu'on choisira la solution la mieux à adopter pour chaque cas particulier, qui tient compte aussi des conditions topographique du site choisi.

Le transport par camion est le plus répandu dans les carrières contemporaines. Il est rationnel de l'appliquer lors de l'exploitation des gisements compliqués, de la construction et de l'approfondissement des carrières, et l'exploitation sélective.<sup>[5],[6]</sup>

## 2. Les caractéristiques de cette méthode de transport sont

- La grande efficacité du transport des minéraux utiles et roches stériles sur la distance relativement courte :
  - La simplicité de construction des engins de transport
  - La manœuvrabilité.
  - La possibilité de surmonter la pente élevée.
  - Le présent chapitre est une prestation de la méthode de calcul du transport par camion.

## 3. Travaux de transport Ain-Zazia

Le stérile est transporté jusqu'au terril extérieur, et le minerai jusqu'au concasseur où les stocks d'homogénéisation. Pour ce fait on emploie des camions « Marque : CATERPILLAR 773 D ». Le tableau suivant montre le calcul de la distance moyenne de transport pour chaque étape et le nombre de camions nécessaires. <sup>[1], [2], [3]</sup>.

Tableau V.1 : Distance de transport du stérile. <sup>[1]</sup>

Année	Niveau de la carrière	Niveau du terril	Volume transporté <b>mt</b>	Distance de transport <b>Km</b>	Travail de transport <b>mt. Km</b>
construction	962	970	405	0.4	162
	950	945	115	0.6	69
<b>total</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>520</b>	<b>0.5</b>	<b>231</b>
<b>1 + 2</b>	974	970	325	0.6	195
	962	970	333	0.5	167
	950	945	268	0.6	161
	938	945	281	0.7	197
<b>total</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>1207</b>	<b>0.6</b>	<b>720</b>
<b>3 + 5</b>	962	945	26	0.9	23
	950	945	520	0.9	468
	938	945	564	1.0	564
	926	945	465	1.0	465
<b>total</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>1575</b>	<b>1.0</b>	<b>1520</b>
<b>6 + 11</b>	962	970	189	0.7	132
	650	945	348	1.4	487
	938	945	348	1.4	487
	926	930	680	1.3	884
	914	930	1210	1.3	1573
	902	930	962	1.4	1347
	890	930	369	1.6	590
	878	930	26	2.1	55
<b>total</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>4132</b>	<b>1.4</b>	<b>5555</b>
<b>12 + 15</b>	878	930	69	2.1	145
	766	930	33	2.1	69
<b>total</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>102</b>	<b>2.1</b>	<b>214</b>



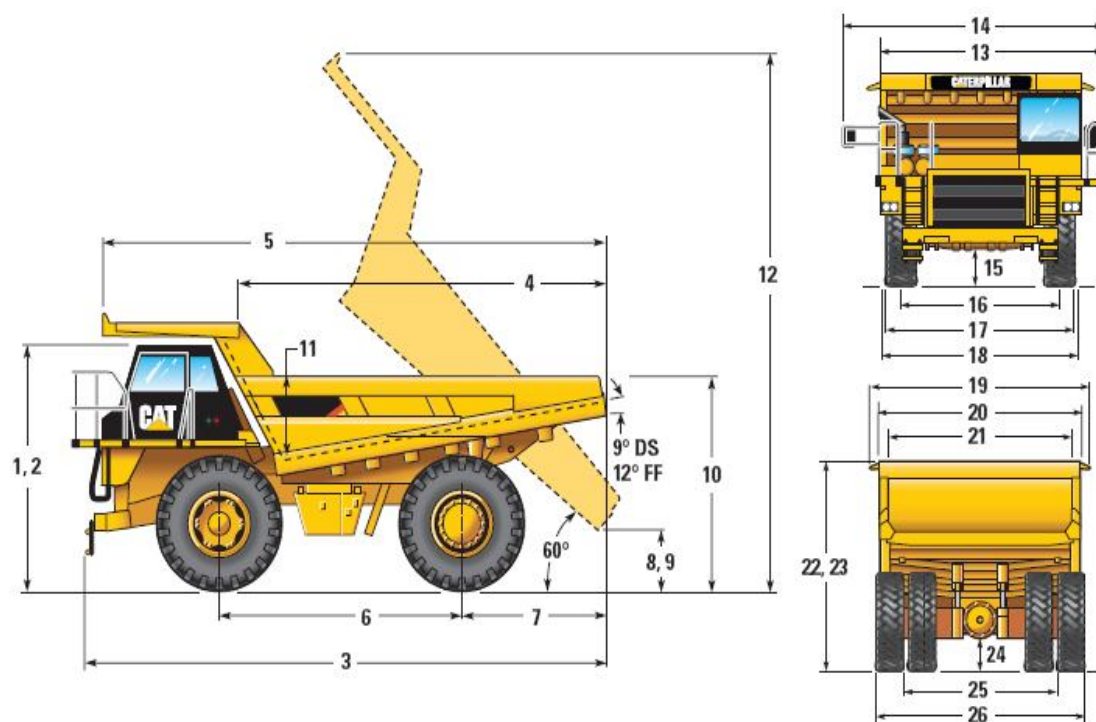
Tableau V.2 : Distance de transport du minerai. <sup>[1]</sup>

Année	Niveau de la carrière	Volume transporté mt	Distance de transport Km	Travail de transport mt. Km
<b>1 ÷ 2</b>	950	192.5	1.5	289
	938	227.5	1.4	319
<b>total</b>	/	<b>420.0</b>	<b>1.45</b>	<b>608</b>
<b>3 ÷ 5</b>	938	367.7	1.4	515
	926	82.3	1.3	107
<b>total</b>	/	<b>450.0</b>	<b>1.38</b>	<b>622</b>
<b>6 ÷ 11</b>	950	24.3	1.5	37
	938	1.2	1.4	2
	926	510.5	1.4	715
	914	358.9	1.4	502
	902	233.9	1.3	304
	890	666.9	1.3	867
	878	4.3	1.5	6
<b>total</b>	/	<b>1800</b>	<b>1.35</b>	<b>2433</b>
<b>12 ÷ 15</b>	878	487.4	1.5	731
	866	105.0	1.5	158
<b>total</b>	/	<b>592.4</b>	<b>1.50</b>	<b>889</b>

La distance de transport de minerai est presque constante ; et on prend pour la période une moyenne  $L=1.4$  Km.

Tableau V.3 : Caractéristiques techniques et géométriques du camion CATERPILLAR 773 D

N°	Caractéristiques techniques	valeurs	Unités
01	Marque : CATERPILLAR 773 D	3	camion
02	Puissance du moteur (Diesel)	691	ch
03	Le poids net (à vide)	40.188	T
04	Charge utile max	45.5	T
05	Capacité de la benne du camion	34.1	m <sup>3</sup>
06	Vitesse de translation maxi « avant »	65.08	Km/h
07	Rayon de braquage du camion	11	m
08	La largeur du camion	5.07	m
09	La longueur du camion	09,96	m
10	La hauteur du camion	04,38	m

Fig. V.1 : Caractéristique géométrique du camion CATERPILLARD 773 D. <sup>[2]</sup>

#### 4. Les conditions de circulation du camion sur les tranchées d'accès

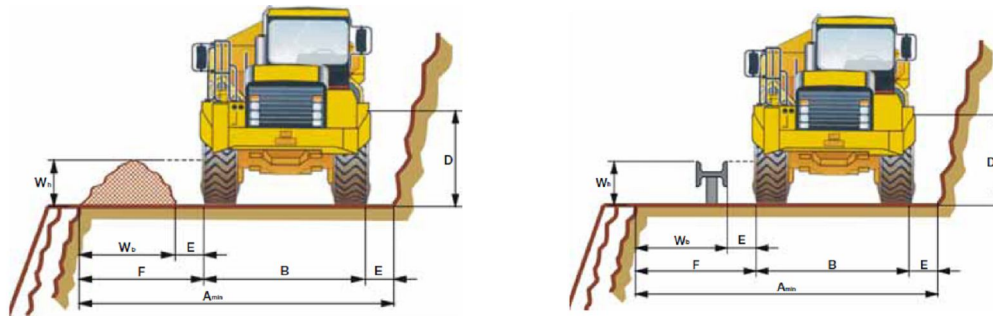


Fig. V.2 : La plate forme max de travail du camion de carrière CAT 773D.

$$A_{\min} = F + B + E \quad (V.1)$$

$$A_{\min} = 8.65 \text{ m}$$

Où :

$A_{\min}$  : Largeur minimale du gradin au niveau du sol fixe

B : largeur du châssis ; B=4.5m ;

D : diamètre des roues ; D=2.1 m ;

E :  $\geq 0,5 \times D$  (espace libre) ; E  $\geq 1$  m

F :  $\geq 1,5 \times D$ , mais au moins 2 m (distance entre les roues, les chenilles par rapport au bord de la paroi d'abattage fixe) ; F  $\geq 3.15$  m

$W_b$  : Largeur du remblai  $\geq$  diamètre des roues D (compris dans la largeur du gradin  $A_{\min}$ ) ;  $W_b = 2.1$  m ;

$W_h$  : Hauteur du remblai  $\geq 0,5 \times$  diamètre des roues D ;  $W_h \approx 1$  m.

##### Rail de sécurité

Les rails de sécurité doivent être adaptés aux véhicules de transport utilisés.

$W_b$  : Largeur du rail de sécurité  $\geq$  diamètre des roues D (compris dans la largeur du gradin  $A_{\min}$ )

$W_h$  : Hauteur du rail de sécurité  $\geq 0,5 \times$  diamètre des roues D.

##### Bloc de roches

On peut utiliser, au lieu d'un rail de sécurité ou d'un remblai, des blocs de roches de taille équivalente. <sup>[4]</sup>

## 2. Analyse des processus du transport en conduction de la mine de BOUKHADRA

### 2.1 Temps de cycle moyen

La durée de cycle moyen est déterminée par la formule suivante :

$$\check{T}_c = \frac{\sum T_c}{n_c} ; \text{min} \quad (\text{V.2})$$

Où :

$\sum T_c$  : La somme de durée des cycles de chargement ; min

$$\sum T_c = \sum_{i=1}^n T_{ci} = T_{c1} + T_{c2} + T_{c3} + \dots + T_{cn} \quad (\text{V.3})$$

Où :

$$\sum T_c = 16189 \text{ sec}$$

n: Le nombre de cycles effectués par poste de travail, n = 16 cycles.

Alors :

$$\check{T}_c = \frac{16189}{16} = 16 \text{ min} + 51 \text{ s}$$

Donc : la durée de cycle moyen  $\check{T}_c \approx 17 \text{ min}$ .

### 2.2 La distance de transport

La trajectoire de camion jusqu'au point de déchargement «concasseur GP 120» aller jusqu'à 1400m.

Pour le 2<sup>ème</sup> cycle la chargeuse est déplacée à un autre point pour aplanir la route, pour cela le camion a pris un grand temps d'attente.

### 2.3 Détermination de la quantité du temps mort durant un poste de travail « $T_m$ »

Le temps mort pendant un cycle de travail peut être planifié ou bien non planifié.

- **Temps morts non planifiés pendant un poste de travail  $T_m^{np}$**

La quantité du temps-mort non planifié durant un poste de travail ont pour causes :

L'indiscipline des ouvriers, les pannes de matériel soit de chargement ou bien transport, attente des camions au niveau de concasseur par ce qu'il est bloqué par les hors gabarits.

Le temps mort non planifié où :

- ❖ Temps supplémentaire de la prise de poste « $t_1$ », aller jusqu'à 30 min.
- ❖ Temps supplémentaire de déjeuner « $t_2$ », aller jusqu'à 30 min.
- ❖ Temps d'attente des camions au niveau de concasseur « $t_3$ », aller jusqu'à 32 min.
- ❖ Arrêt du travail sans cause « $t_4$ », aller jusqu'à 1h+30 min.

- ❖ Temps supplémentaire de remise de poste « $t_5$ », aller jusqu'à 30 min.

Alors :

$$T_m^{NP} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 30 + 30 + 32 + 90 + 30 \approx 3h + 32min = 212min$$

$$T_m^{NP} = 212min.$$

- **Temps-mort planifié pendant un poste de travail  $T_m^P$  :**

Généralement le temps morts durant un poste du travail représente comme suivant :

- ❖ Temps de prise de poste,  $t_6 = 15$  min.
- ❖ Temps de pause déjeuner,  $t_7 = 30$  min.
- ❖ Temps de remise de poste,  $t_8 = 15$  min.

Donc :

$$T_m^P = t_6 + t_7 + t_8$$

$$T_m^P = 15 + 30 + 15 = 1h$$

$$T_m^P = 60 \text{ min.}$$

Tableau V.4 : Récapitulatif des temps morts pendant un poste.

Temps morts $T_m$	N°	Valeur	Unité	Cause	Somme $\sum T_m$
Non planifié	$t_1$	30	Min	Supplémentaire de prise de poste	3h + min=212
	$t_2$	30	Min	Supplémentaire de déjeuner	
	$t_3$	32	Min	Blocage du concasseur	
	$t_4$	90	Min	Indiscipline des ouvriers	
	$t_5$	30	Min	Supplémentaire de remise de poste	
planifié	$t_6$	15	Min	Prise de poste	60 min
	$t_7$	30	Min	Pause déjeuner	
	$t_8$	15	Min	Remise de poste	

La quantité des temps morts pendant un poste de travail c'est :

$$T_m = T_m^{NP} + T_m^P$$

$$T_m^P = 60min.$$

$$T_m^{NP} = 212 \text{ min.}$$

$$T_m = 212 + 60 \text{ Alors :}$$

$$T_m = 272 \text{ min.}$$

## 2.4 Calcul de la valeur réel de coefficient d'utilisation du camion par poste de travail

Le coefficient d'utilisation réel du camion donné par la façon suivante :

$$K_u^{réel} = \frac{T_{eff}}{T_p} \quad (V.4)$$

Où :

$T_{eff}$  : temps effectif du processus de transport pendant un poste de travail. Il est déterminé en fonction du temps morts et la durée de postes, il est exprime en (min) ou en (heurs) et détermine par la formule suivante :

$$T_{eff} = T_p - T_m$$

Où :

$T_p$  : Durée d'un poste de travail en h,  $T_p = 8h = 480 \text{ min}$ .

$T_m$  : temps-morts pendant un poste de travail en min,  $T_m = 272 \text{ min}$ .

$$T_{eff} = 480 - 272 = 208 \text{ min.}$$

$$K_u^{réel} = 208/480$$

$$K_u^{réel} = 0.43$$

**La valeur réelle du coefficient d'utilisation est égale à 43%**

## 2.5 Calcul le nombre de godet dans une benne d'après le volume. <sup>[12]</sup>

$$n_v = \frac{K_1 \times V_b}{V_g \times K_{rg}} \quad (V.5)$$

$K_1$  : Coefficient d'irrégularité du travail de l'excavateur,  $K_1 = 1.2$  ;

$V_b$  : Volume de la benne du camion ( $m^3$ ),  $V_b = 34.1 \text{ m}^3$  ;

$V_g$  : Volume du godet  $m^3$  ;  $V_{g\text{char}} = 5.4 \text{ m}^3$  ;  $V_{g\text{pelle}} = 6.3 \text{ m}^3$  ;

$K_{rg}$  : Coefficient du remplissage du godet ( $K_{rg} = 0.8$ ).

- Pour le chargeur  $n_v = 9.47 \text{ godet}$  et pour la pelle  $n_v = 8.11 \text{ godet}$

## 2.6 Calcul le nombre de godet dans une benne d'après la charge

$$n_c = \frac{m_{nom} \times K_f}{V_g \times K_{rg} \times \rho_p} \quad (V.6)$$

$m_{nom}$  : Capacité de charge nominale du camion (t),  $m_{nom} = 50 \text{ t}$  ;

$K_f$  : Coefficient de foisonnement des roches (1.7 + 1.9),  $K_f = 1.8$  ;

$\rho_p$  : Densité en place des roches égales  $2.7 \text{ t/m}^3$ .

- Pour le chargeur  $n_c = 7.71 \text{ godet}$  et pour la pelle  $n_c = 5.13 \text{ godet}$

## 2.7 Calcul le nombre de godet pour le chargement du camion

$$n_{\bar{g}} = \frac{n_c + n_v}{2} \quad (\text{V.7})$$

$n_c$  : Nombre de godet dans une benne d'après la charge ;

$n_v$  : Nombre de godet dans une benne d'après le volume.

- Pour le chargeur  $n_{\bar{g}} \approx 8$  godet et pour la pelle  $n_{\bar{g}} \approx 6$  godet

## 2.8 Calcul le coefficient d'utilisation de capacité de la charge

$$K_{uch} = \frac{n_{\bar{g}}}{n_c} \quad (\text{V.8})$$

- Pour le chargeur  $K_{uch} = 1.12$  et pour la pelle  $K_{uch} = 1.25$

## 2.9 Calcul le coefficient d'utilisation de la capacité du volume

$$K_{uv} = \frac{n_{\bar{g}}}{n_v} \quad (\text{V.9})$$

- Pour le chargeur  $K_{uv} = 0.9$  et pour la pelle  $K_{uv} = 0.8$

## 2.10 Calcul de capacité de la charge du camion

$$m = \frac{n_{\bar{g}} \times V_{\bar{g}} \times K_{v\bar{g}} \times \rho_{\bar{g}}}{K_f} \quad (\text{V.10})$$

- Pour le chargeur  $m=51.84$  t et pour la pelle  $m=45.36$  t

## 2.11 Calcul la masse total du camion chargé

$$m_t = m + m_0 \quad (\text{V.11})$$

$m$ :Capacité de charge réelle du camion t

$m_0$  :La masse de camion à vide (T),  $m_0 = 40.18$  T

- Pour le chargeur  $m_t = 92.02$  t et pour la pelle  $m_t = 85.54$  t

## 2.12 Calcul la durée de parcours du camion en estimée la vitesse max

$$T_{par} = t_{ch} + t_{dch} + t_{dc} + t_{dv} = 14 \text{ min} \quad (\text{V.12})$$

Où :

$t_{ch}$  :Duré de chargement  $t_{ch} = 4$  min ;

$t_{dch}$  :Durée de déchargement,  $t_{dch} = 1$  min;

$t_{dc}$  :Durée de trajet en chargée  $t_m = 5$  min;

$t_{dv}$  : Durée de trajet à vide  $t_{dv} = 4$ min;

$T_{par} = 14$ min.

## 2.13 Calcul de productivité d'exploitation du camion (tableau V.5)

$$Q_p = m_{nom} \times k_{uch} \times \frac{60 \times T_p \times k_u}{T_{par}} \quad (V.13)$$

$T_p$ :Duré de poste,  $T_p = 5.5$  h

$k_u$ :Coefficient d'utilisation de camion,  $k_u = 0.6$

#### 2.14 Calcul le parcours total du camion par poste (tableau V.5)

$$L_t = Q_p \times \frac{L_{mch} + L_{mv}}{m} \quad (V.14)$$

$L_{mch}$ :La distance moyenne chargée,  $L_{mch} = 1.4$  km

#### 2.15 Calcul de la vitesse du camion chargé (tableau V.5)

$$V_{ch} = \frac{L_{mch} \times 60}{T_{pch}} \quad (V.15)$$

$T_{pch}$ :Temps de parcours en charge,  $T_{pch} = 5$  min

$L_{mch} = 1.4$  km

#### 2.16 Calcul de la vitesse du camion vide

$$V_v = \frac{L_{mv} \times 60}{T_{pv}} \quad (V.16)$$

$T_{pv}$ :Temps de parcours à vide,  $T_{pv} = 4$  min

$L_{mv} = 1.4$  km

#### 2.17 Calcul de la vitesse critique d'après le dérapage dans les virages

$$V_{cr} = \sqrt{g \times R \times (\Psi + i_t)} \quad (m/sec) \quad (V.17)$$

$g$ :Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ )  $g = 9.81$   $m/s^2$ .

$R$ :Rayon de virage (m),  $R=11$  m ;

$\Psi$ :Coefficient d'adhérence transversale (0.3÷ 0.5),  $\Psi = 0.5$ ;

$i_t$ :Transversale de la route dans le virage (0.02÷ 0.06),  $i_t = 0.06$

$$V_{cr} = 7.77 \text{ m/s}$$

#### 2.18 Calcul le rendement du camion par poste

$$R_c = \frac{60 \times G_c \times K_g \times T_p \times K_u}{T_{par}} \quad (V.18)$$

#### 2.19 Calcul le rendement par jour (tableau V.5)

$$R_{ej} = R_c \times n_p \quad (V.19)$$

$n_p$ : Nombre de poste de travail,  $n_p: 2$  poste

#### 2.20 Calcul le rendement annuel (tableau V.5)



$$R_{cn} = R_{cj} \times 255 \quad (V.20)$$

### 2.21 Calcul le nombre de camion (tableau V.5)

Dans le cas une seule chargeuse

$$N_c = \frac{T_{par}}{T_{ch}} ; \quad (V.21)$$

### 2.22 Calcul le nombre du camion total (tableau V.6)

$$N_{ct} = \frac{N_c}{0.8} \quad (V.22)$$

### 2.23 Calcul le trafic de la route

$$Q_r = \frac{Q_{dm}}{t_{p,v} \times n_p} \quad (V.23)$$

$Q_{dm}$ : Productivité planifié par jour,

$t_{p,v}$ : Dure de poste purement de travail,  $t_{p,v} = 05.5$  h

$n_p$ : Nombre de poste par jour,  $n_p = 02$

### 2.24 Calcul l'intensité de circulation par heure

$$I_c = \frac{Q_r}{m \times t_p \times k_u} \quad (V.24)$$

### 2.25 Calcul le trafic journalier de la route

$$Q'_r = Q_r \times L \times n_p \quad (V.25)$$

L : longueur de la route, L=1.4 km ;

### 2.26 Distance total parcourus par tous les camions

$$I_{tot} = \frac{Q'_r}{m_{vide}} (I_{ch} + I_{vide}) \quad (V.26)$$

### 2.27 Consommation de carburant par poste

$$A_{car} = 0.01 \times I_{tot} \times A \times \gamma_{man} \times \gamma_{grai} \times \gamma_{hiver} \quad (V.27)$$

A: Consommation de carburant par heure, A= 135 litre/km ;

$\gamma_{man}$  : Consommation de carburant pendant le manœuvre  $\gamma_{man} = 1.1$  ;

$\gamma_{grai}$  : Consommation de carburant pendant le graissage  $\gamma_{grai} = 1.07$  ;

$\gamma_{hiver}$  : Consommation de carburant pendant hiver,  $\gamma_{hiver} = 1.1$  ;

### 2.26 Consommation des huiles et graisse

$$E_{gh} = A_{car} \times K_{conso} \quad (V.28)$$

$K_{conso}$ =coefficient de consommation (d'après l'expérience  $K_{conso} = 0.07$ )

Tableau V.5 : Détermination du nombre de camions. <sup>[1]</sup>

paramètres	U	construction	Stérile				minerai		
Production par poste	t	2040	1370	1030	2060	50	392	295	590
Distance de transport	Km	0.5	0.6	1.0	1.4	2.1	1.4	1.4	1.4
Charge utile	t	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
Temps de chargement	min	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Temps de manœuvres	min	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Temps de déchargement	min	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitesse moyenne de transport	Km/h	15	15	16	18	20	18	18	18
Temps de parcours	min	4.0	4.8	7.5	9.3	12.6	9.3	9.3	9.3
Temps de cycle	min	10.0	10.8	13.5	15.3	18.6	16.3	16.3	16.3
Durée de travail effectif	min/p	390	390	390	390	390	390	390	390
Nombre de voyage	nb	39	36	28	25	21	24	24	24

Rendement du camion	t/p	1190	1100	850	760	640	730	730	730
Nombre de camions utilisés	nb	1.72	1.25	1.21	2.71	0.08	0.54	0.4	0.81

Tableau V.6 : Le nombre nécessaire des camions est donne ci-dessous. <sup>[1]</sup>

Période Ans	Nombre des camions par poste			Nombre des camions avec réserve
	stérile	mineral	total	
construction	1.72	-	1.72	2
<b>1 + 2</b>	1.25	0.54	1.79	2
<b>3 + 5</b>	1.21	0.40	1.61	2
<b>6 + 11</b>	2.71	0.81	3.52	4
<b>12 + 15</b>	0.08	0.40	0.48	1

Chapitre VI  
Sécurité et  
Organisation  
des travaux

**Préambule.** <sup>[17]</sup>

L'objectif de la mine de BOUKHADRA est une tolérance « zéro accident » et « zéro maladie professionnelle ». La participation de tous les travailleurs présents sur le site (employés de la mine de BOUKHADRA, sous-traitants et travailleurs temporaires) est vitale pour atteindre cette cible.

Ces Consignes Générales de Santé et de Sécurité sont applicables à tous les sous-traitants qui exécutent des travaux sur un site du Groupe de la mine de BOUKHADRA qu'il s'agisse de travaux de construction bâtiment et génie civil ou encore de travaux maintenance.

Dans l'hypothèse où une entreprise effectuant des travaux sur les sites de la mine de BOUKHADRA ne s'impliquerait pas dans des programmes d'amélioration efficaces de la Santé/Sécurité au travail, de la mine de BOUKHADRA en tirerait toutes les conséquences dans le cadre de leurs relations commerciales. Les présentes Consignes Générales de Santé et de Sécurité rappellent les principales obligations en vigueur dans les sites du Groupe de la mine de BOUKHADRA, sous réserve et dans le respect des réglementations nationales. Ces consignes ont pour but d'appeler l'attention des sous-traitants sur les risques principaux rencontrés sur un site de la mine de BOUKHADRA et de les aider à mettre en œuvre les mesures et dispositifs de prévention. L'objectif étant la suppression d'accidents, ou d'incidents au cours de la réalisation des travaux. Les interventions sur un site de la mine de BOUKHADRA sont exécutées par des sous-traitants spécialistes des travaux qui leur sont confiés. Leur responsabilité demeure pleine et entière vis-à-vis de leur personnel. Elles doivent s'assurer que les entreprises en sous-traitance et le personnel intérimaire qu'elles utilisent connaissent et appliquent les Consignes Générales de Santé et de Sécurité. Les obligations que les sous-traitants ont envers leurs salariés s'étendent à tous les salariés qu'ils affectent aux travaux, notamment leurs salariés intérimaires et leurs propres sous-traitants.

Les travaux, quels qu'ils soient, doivent être réalisés dans le respect :

- Des lois ;
- De la réglementation propre à la profession à laquelle appartiennent les sous-traitants ;
- Des règles et dispositions particulières du site de la mine de BOUKHADRA ;
- De la politique Santé, Sécurité de la mine de BOUKHADRA, des standards sécurité du Groupe et de l'engagement de la Direction en matière de sécurité du site de la mine de BOUKHADRA.

Il appartient aux responsables des sous-traitants d'établir leur politique sécurité. Ils s'assurent de sa déclinaison au sein de leur entreprise et remettent annuellement cette politique aux représentants du site de la mine de BOUKHADRA.

Par ailleurs, ils s'engagent à prendre en compte, à communiquer et à faire respecter par leur personnel toutes les prescriptions des présentes conditions générales.

Le sous-traitant s'engage, tant pour le montage que pour les essais, à proposer toutes les mesures supplémentaires qui concourent à améliorer la sécurité.

### **3. Généralités**

#### **3.1 Préparation des travaux et organisation des chantiers**

- Pré-qualification des sous-traitants

Pour être sélectionné pour travailler sur un de la mine de BOUKHADRA, le sous-traitant qui doit exercer une activité à risque doit passer à travers un processus de pré-qualification. Celui-ci inclut l'examen de l'historique des performances santé, sécurité du sous-traitant ainsi que l'obligation de posséder un système de management de la santé et sécurité efficace.

- Procédure antérieure à l'offre

Chaque sous-traitant potentiel doit communiquer les risques possibles générés par le travail pour lequel il postule chez de la mine de BOUKHADRA et recevoir les consignes sécurité du site qu'il devra respecter.

- La sélection du sous-traitant

L'offre de chaque sous-traitant doit contenir un plan santé et sécurité identifiant les risques. L'examen des offres doit tenir compte du contenu de ce plan sécurité.

- La sous-traitance en cascade

Les entreprises extérieures sous-traitantes de premier niveau doivent faire approuver leurs propres sous-traitants par le site de la mine de BOUKHADRA. Tous les sous-traitants, quel que soit leur niveau, doivent suivre le processus de pré-qualification et de sélection. Toutes les spécificités contractuelles concluent entre de la mine de BOUKHADRA et le sous-traitant de premier niveau s'appliquent également aux sous-traitants de ce dernier.

- Procédure antérieure au début des travaux

De la mine de BOUKHADRA organise une réunion, avant le début des travaux, avec le sous-traitant sélectionné. L'objectif est d'étudier l'analyse des risques réalisé par ce dernier des travaux qu'il doit réaliser, en tenant compte des risques potentiels amenés par les activités du sous-traitant ainsi que du site de la mine de BOUKHADRA.

Si plusieurs sous-traitants travaillent au même moment, au même endroit ou à proximité les uns des autres, ils doivent tous assister à cette même réunion préalable aux travaux, afin de prévoir les mesures nécessaires pour gérer les risques générés par les possibles interférences entre les activités des différents sous-traitants et du dite de la mine de BOUKHADRA.

Les actions santé et sécurité nécessaires doivent être mises en place pour assurer la sécurité des personnes et des biens pendant les travaux. L'entreprise responsable de sa mise en œuvre doit être désignée pour chacune de ces actions.

En cas de changement susceptible d'affecter les conditions de santé ou de sécurité, le site de la mine de BOUKHADRA et le ou les sous-traitants concernés doivent participer à une nouvelle réunion afin d'adapter les actions santé et sécurité initialement prévues à la nouvelle situation.

- Surveillance et feedback

Le site de la mine de BOUKHADRA audite les chantiers des sous-traitants et organise avec eux des réunions de suivi de leurs performances santé et sécurité. Des plans d'actions doivent être définis et mis en œuvre par le sous-traitant pour améliorer ses résultats et corriger ses écarts. La mise en œuvre de ces plans d'actions sera suivie au cours de revues périodiques.

Toutes les données santé et sécurité doivent être conservées et entrent en ligne de compte lorsque le où le sous-traitant postulent pour une sélection ultérieure.

Le site de la mine de BOUKHADRA réalise une inspection finale ainsi qu'une évaluation des performances santé et sécurité pour les travaux réalisés par le sous-traitant. Les résultats sont formalisés et conditionnent le fait qu'il soit maintenu ou retiré de la liste des sous-traitants pré-qualifiés du site.

### **3.2 Représentant du site de la mine de BOUKHADRA**

Pour chaque sous-traitant, il doit y avoir un représentant de la mine de BOUKHADRA dont le travail consiste à s'assurer que l'entreprise concernée respecte son obligation contractuelle de posséder et mettre en œuvre un système de management de la santé et sécurité pour le travail qu'elle doit réaliser.

Le représentant de la mine de BOUKHADRA doit posséder l'autorité, les compétences et les moyens pour représenter le site. Il a en charge la coordination des sous-traitants qui eux assument la responsabilité des travaux qui leur ont été confiés.

### 3.3 Représentant du sous-traitant

Avant le début des travaux, le responsable légal du sous-traitant doit désigner la personne qui représentera son entreprise auprès du site de la mine de BOUKHADRA. Celui-ci doit en principe rester sur le site pendant les travaux qu'il supervisera.

Le représentant du sous-traitant assume, dans le cadre de sa mission, au minimum les tâches suivantes :

- Représenter le sous-traitant pour toutes les questions relatives au contrat, assumer la direction et la responsabilité des travaux dans le respect du contrat ;

- recevoir les instructions de la mine de BOUKHADRA au nom de son entreprise. Toutes les remarques, instructions ou questions écrites que de la mine de BOUKHADRA souhaite voir prendre en compte par le sous-traitant et qui sont remises à son représentant sont réputées avoir été portées à la connaissance du sous-traitant ;

- assurer, avant le début des travaux, que le personnel concerné a bien reçu les instructions et formations nécessaires en matière de santé et sécurité ;

- confirmer par écrit au représentant du site de la mine de BOUKHADRA que tous les outils et équipements que le sous-traitant utilisera sur le site de la mine de BOUKHADRA pour la réalisation des travaux qui lui sont confiés le seront conformément aux règles de sécurité ;

- prendre les mesures nécessaires pour assurer le respect des lois et de la réglementation, des consignes santé et sécurité de la mine de BOUKHADRA ainsi que du contrat qui le lie avec de la mine de BOUKHADRA ;

- prendre les mesures nécessaires pour garantir la santé et la sécurité et la bonne discipline pour tous les personnes qu'il fait pénétrer sur le site, y compris les visiteurs

- fournir à toutes les personnes qu'il fait travailler sur le site de la mine de BOUKHADRA les EPI nécessaires et s'assurer qu'ils sont correctement utilisés.

Le représentant du sous-traitant doit s'assurer que tous les salariés occupés aux travaux sur le site de la mine de BOUKHADRA comprennent les législations, règles et procédures de sécurité qu'ils doivent respecter.

Il doit veiller à leur respect par tous.

Le représentant du sous-traitant doit posséder les compétences, connaissances ainsi que l'expérience suffisante dans les activités qui ont été confiées à son entreprise.



Il doit rester sur le site de la mine de BOUKHADRA pendant toute la durée des travaux, sauf s'il est remplacé par une personne désignée par son entreprise et présentant les mêmes qualités.

### **3.4 Consignes générales du site**

Toute personne qui vient à violer l'une des règles susvisées doit faire l'objet d'une procédure disciplinaire qui peut conduire jusqu'à son exclusion du site de la mine de BOUKHADRA.

Toute personne ayant participé à une bagarre ou un quelconque chahut peut faire l'objet d'une exclusion du site de la mine de BOUKHADRA où de tels agissements sont formellement interdits. Ces comportements doivent être immédiatement rapportés au représentant de la mine de BOUKHADRA.

Il est interdit de dormir à son poste de travail ou dans les ateliers.

Toute personne dont le comportement est anormal et présente un danger pour sa sécurité ou celle des autres personnes doit être immédiatement retirée de sa situation de travail et prise en charge.

### **3.5 Mesures à mettre en place**

Tous les salariés du sous-traitant occupé sur le site de la mine de BOUKHADRA doivent avoir les compétences nécessaires pour faire leur travail et avoir reçu les formations nécessaires. Ils doivent être managés et leur travail supervisé et ils doivent avoir reçu toutes les informations nécessaires pour accomplir cette tâche en sécurité. Ils doivent être conscients des risques auxquels leur travail sur le site de la mine de BOUKHADRA est susceptible de les exposer et avoir les moyens nécessaires pour se protéger et gérer ces risques.

### **3.6 Environnement**

Le représentant du sous-traitant s'engage à informer son personnel de la réglementation en vigueur en matière d'environnement ainsi que de l'exigence du site de la mine de BOUKHADRA et à les faire respecter.

Conformément à la réglementation sur la lutte contre la pollution, aucune émission polluante (gaz ou particules solides ou liquides, corrosifs, toxiques ou odorants) dans l'atmosphère et aucun déversement d'eaux polluées et de tous produits polluants (chimiques, bactériens, mécaniques ou radioactifs) dans les canalisations, égouts, rivières et sur le sol du site, ne pourront être effectués.

Il est strictement interdit, à cause des risques d'explosion, de déposer des corps creux (bouteilles de gaz, réservoirs, bidons vides...) dans les bennes à déchets métalliques ou sur le parc à ferrailles.

Le sous-traitant doit évacuer, à sa charge, ses déchets à l'extérieur du site, dans des centres de traitement agréés.

#### **4. Circulation à l'intérieur du site**

##### **4.1 Modalités d'accès et circulation routière**

Chaque site de la mine de BOUKHADRA définit les règles de circulation sur l'ensemble du site (intérieur et extérieur des bâtiments).

Les sous-traitants doivent obtenir l'autorisation de rentrer sur le site et respectent les règles de circulation qui leur ont été communiquées. Ils ne font pénétrer sur le site que des véhicules ou engins en bon état et conformes aux réglementations en vigueur.

Les conducteurs doivent en toutes circonstances respecter :

- Les prescriptions de circulation du Code de la Route, et les autorisations spécifiques de transport si nécessaires ;
- Les prescriptions imposées par la signalisation des itinéraires empruntés dans le site, notamment les limitations de vitesse, les priorités, les interdictions de dépassement, les signaux d'arrêt... ;
- Les indications données par les agents éventuellement placés à cet effet pour régler la circulation.

Seules les voies officielles sont utilisables sur le site, ainsi que les passages et allées piétonnes autorisés.

##### **4.2 Circulation piétonne**

L'accès dans les halles se fera obligatoirement par les portes piétonnes.

Le personnel se déplaçant à pied sur le site de la mine de BOUKHADRA doit utiliser les passages spécifiques. Il ne doit pas circuler en dehors des zones et circuits autres que ceux qui lui ont été indiqués.

##### **4.3 Transport de matériaux**

Lorsque le transport de matériaux ou de marchandises est susceptible de dégager des poussières ou des particules gênantes pour les autres usagers ou de nature à polluer les voies de circulation et les autres véhicules, obligation est faite à l'entreprise de transport, soit d'utiliser des véhicules aménagés (cuves, containers, réservoirs), soit de boucher soigneusement l'orifice du véhicule provoquant les échappées de matière. Le sous-traitant assume la responsabilité des transports de matériaux au départ ou à destination du site de la mine de BOUKHADRA et s'assure qu'il n'y a pas de risque de pollution atmosphérique, ni de risque pour l'environnement ou les personnes du fait de ces activités de transport. Les

véhicules concernés doivent être en état de conformité par rapport à la réglementation et la législation.

Toute infraction à cette disposition peut entraîner l'interception et la consignation immédiate du véhicule ou de l'engin par les services de surveillance du site de la mine de BOUKHADRA. En cas de récidive, le retrait de l'autorisation de circuler du véhicule et du conducteur sera immédiat. Les nettoyages et réparations des dommages sont à la charge du sous-traitant. Tout sous-traitant surpris à contrevenir à ses dispositions verra ses véhicules expulsés et interdits de circulation sur le site de la mine de BOUKHADRA jusqu'à ce que les réparations et remises en état mises à sa charge aient été réalisées et approuvées par le site de la mine de BOUKHADRA.

Tous matériaux ou marchandises répandus accidentellement sur les voies et routes seront évacués au plus tôt par le sous-traitant qui prendra, si nécessaire, des mesures de balisage et de sécurité et avertira le service de surveillance du site de la mine de BOUKHADRA.

#### **4.4 Aires de stationnement et d'entretien**

Le stationnement des véhicules doit se faire sur les aires et parkings du site de la mine de BOUKHADRA réservés à cet effet. Le stationnement doit toujours s'effectuer le véhicule dirigé vers la sortie, notamment dans les voies sans issue.

Pour les véhicules, engins ou chariots automoteurs utilisés par le sous-traitant conformément aux règles convenues avec le site, les aires de stationnement et d'entretien seront définies avec les représentants du site de la mine de BOUKHADRA.

Sauf cas exceptionnel, le stationnement des véhicules (camionnettes, camions...etc..) est strictement interdit dans les halles. L'accès est autorisé uniquement à des fins de chargement et (ou) déchargement de matériel à vitesse lente et, dans ce cas, les feux de position doivent être allumés.

#### **4.5 Protection de revêtement des chaussées**

Les engins de chantier qui ne seraient pas munis de pneumatiques ou de bandages pleins caoutchoutés ne sont autorisés à pénétrer dans l'établissement que portés par des remorques elles-mêmes munies de pneus. C'est le cas notamment pour les engins à chenilles métalliques (pousseurs, grues, excavateurs), les rouleaux compresseurs ou compacteurs à bandages métalliques, susceptibles de dégrader la chaussée.

Toute infraction à ces dispositions entraînerait une demande d'indemnisation à l'encontre du sous-traitant.

## **4.6 Signalisation des véhicules**

### **4.6.1 Pièces de grande longueur**

Une attention particulière sera portée au transport de tôles à plat, ou de pièces de faible section visible qui pourraient ne pas être perçues par les autres usagers et les induire en erreur sur le gabarit réel de chargement (feux de déplacement obligatoires et protection des coins par coussins).

### **4.6.2 Véhicules ou engins de gabarit exceptionnel**

Lorsque des véhicules ou engins ont une largeur exceptionnelle, ils doivent se conformer à la réglementation du site de la mine de BOUKHADRA et à l'autorisation spécifique de transport.

### **4.6.3 Signalisation**

Les engins de chantier doivent être propres, équipés d'une signalisation adéquate et conformes aux règles de sécurité et à l'environnement.

### **4.6.4 Manœuvres sans visibilité**

Lorsque le conducteur d'un véhicule ou engin quelconque doit exécuter une manœuvre et notamment une manœuvre de recul dans des conditions de visibilité insuffisante, une personne doit, soit par la voix, soit par des signaux, d'une part diriger le conducteur, d'autre part avertir ou faire avertir les personnes intervenant dans la zone où évolue le véhicule. Pour éviter tout risque d'écrasement, toutes les dispositions seront prises pour garantir l'absence de personne dans les zones d'évolution situées entre le véhicule manœuvrant et les obstacles fixes.

Toute manœuvre doit être exécutée très lentement.

Les mêmes précautions doivent être prises lors du déchargement d'une benne de camion ou d'un engin de transport. L'utilisation d'une personne pour aider à la manœuvre est obligatoire, mais en mettant en œuvre toutes les dispositions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et à une distance suffisante pour éviter, à tout moment, tout danger d'écrasement. Avant d'exécuter ses opérations, il est obligatoire de s'être assuré du bon fonctionnement des systèmes lumineux et sonores de sécurité du véhicule. Ceux-ci devront être utilisés pendant les manœuvres.

### **4.6.5 Contrôles**

En cas d'infraction aux règles de circulation, les représentants du site de la mine de BOUKHADRA, ou les agents de surveillance du site sont habilités à immobiliser immédiatement tout véhicule ou engin ne satisfaisant pas aux prescriptions légales et

réglementaires de circulation ou aux présentes consignes, et à imposer les corrections nécessaires.

#### **4.6.6 Véhicules lents**

Ils sont tenus, lors de tous déplacements, d'avoir une signalisation parfaitement visible.

### **5. Secours en cas d'accident, d'incident ou d'incendie**

#### **5.1 Consignes générales en cas d'accident**

Le représentant du sous-traitant doit s'assurer que tous les accidents, incidents et presque accidents survenus dans le cadre des travaux qui ont été confiés à son entreprise, sont immédiatement rapportés au représentant du site de la mine de BOUKHADRA.

Tout témoin d'un accident de travail doit mener deux actions essentielles :

##### **5.1.1 protéger**

- Se protéger soi-même, s'il y a danger, pour pouvoir intervenir si nécessaire ;
- Supprimer la cause du danger et s'assurer de sa neutralisation, soustraire la victime si un danger la menace ;
- S'il n'y a pas de danger, ne rien toucher.

##### **5.1.2 Alerter (ou faire alerter)**

- Les secouristes les plus proches ;
- Les secours dont les coordonnées sont précisées dans les procédures et documents de sécurité (infirmerie interne ou autres) transmis aux sous-traitants.

Les règles d'alerte:

- Préciser la raison de l'appel et indiquer le lieu de l'accident. La personne ayant appelé demande de se faire répéter les renseignements ;
- Donner un point de rendez-vous facilement repérable ;
- Attendre les secours.

#### **5.2 Consignes générales en cas d'incident**

Tout « fait dangereux » survenu inopinément sur les lieux de travail et qui n'a pas eu de conséquence sur l'intégrité physique des personnes doit être déclaré et analysé afin d'engager des actions correctives. S'il y a un risque imminent, il y a lieu de prendre des mesures immédiates pour éviter l'accident.

Dans tous les cas, il faut contacter un responsable du secteur et, selon le site, remplir un imprimé spécifique permettant de gérer l'incident (ou presque accident).

Le sous-traitant doit s'assurer que chacune de ses équipes de travail possède bien le nombre de secouristes (formés et titulaire du diplôme) requis par la loi.

### **5.3 Consignes générales en cas d'incendie**

#### **5.3.1 Prévention**

Toute personne qui découvre une circonstance pouvant occasionner un incendie, doit avertir ou faire avertir le représentant du site de la mine de BOUKHADRA.

#### **5.3.2 En cas d'incendie**

Dans tous les cas, toute personne découvrant un début d'incendie et si elle ne peut seule en assurer l'extinction immédiate, doit garder son sang froid et donner l'alerte.

La personne doit indiquer clairement :

- Son nom et le numéro de téléphone du lieu d'appel ;
- La raison de l'appel, le lieu de l'incendie et la nature du combustible ;
- S'il y a des blessés ;
- De se faire répéter les renseignements.

Le personnel commencera immédiatement à combattre l'incendie à l'aide du matériel disponible à cet effet.

### **5.4 Consignes générales en cas d'évacuation**

En cas de nécessité, l'évacuation du personnel devra se faire conformément aux consignes particulières du site.

## **6. Protections collectives et individuelles**

### **6.1 Protections collectives**

Lors de l'adoption de mesures de sécurité, il faut privilégier les protections collectives. Tous les risques mis en évidence lors de la préparation des travaux doivent être éliminés ou faire l'objet de mesures préventives appropriées.

Exemples :

- Garde-corps au bord d'une ouverture ;
- Echafaudage pour les travaux en hauteur ;
- Ecran autour des soudeurs à l'arc ...

### **6.2 Equipements protection individuelle**

Le sous-traitant fournit à son personnel et à ses salariés intérimaires les articles nécessaires à leurs protections et les forme à leur utilisation, notamment :

- Le casque (avec jugulaire pour travaux de montage et les travaux en hauteur) ;
- Des chaussures de sécurité ;
- Des gants ;
- Des lunettes adaptées (soudure, meulage,...) ;

- Des harnais de sécurité pour les travaux en hauteur ;
- Du matériel de protection contre le gaz ;
- Des protections antibruit ;
- Des masques anti-poussière ;
- Et tout article nécessaire à la protection individuelle.

Le sous-traitant veille à ce que chaque équipement soit toujours adapté à la nature de l'opération envisagée, en état d'utilisation immédiate et qu'il soit effectivement porté.

En matière d'équipements de protection individuelle, les sous-traitants respecteront les consignes en vigueur dans le site de la mine de BOUKHADRA.

Les moyens de protection individuelle sont à la charge du sous-traitant, sauf matériel spécifique au site de la mine de BOUKHADRA. Auxquels cas, les modalités de mise à disposition et l'utilisation sont prévues dans les documents de sécurité établis avec le sous-traitant. Les employés du sous-traitants occupés sur le site de la mine de BOUKHADRA doivent être aisément identifiables (vêtements de travail spécifique à l'entreprise avec logo ou autre).

## **7. Organisation des travaux**

### **7.1 Implantation du chantier**

Il appartient au site de la mine de BOUKHADRA de délimiter le secteur d'intervention et de matérialiser ou faire matérialiser les zones à risques. Il sera précisé, dans les documents de sécurité établis avec le sous-traitant, ce qui doit être fait et par qui.

Dans ce secteur, le sous-traitant signale son chantier. Il place les moyens de signalisation et de protection concernant la prévention de ses risques propres (par exemple : travaux en hauteur par pancartes, travaux de fosses et fouilles entourées de protections de résistance suffisante, chantier visible de nuit ...).

Pendant toute la durée des travaux, chaque sous-traitant doit prendre toutes les dispositions pour assurer la sécurité des espaces de circulation. En particulier par la mise en place de garde-corps résistants autour des ouvertures qu'il a pratiquées.

### **7.2 Utilisation des locaux d'hygiène**

Le personnel des sous-traitants doit disposer de sanitaires, vestiaires et locaux de restauration. Ces locaux peuvent être mis à disposition par le site de la mine de BOUKHADRA ou fournis et mis en place par le sous-traitant lui-même.

S'ils sont mis à disposition par le site de la mine de BOUKHADRA, le représentant du site de la mine de BOUKHADRA précisera leur emplacement et les conditions d'utilisation dans les documents de sécurité établis avec le sous-traitant pour la réalisation des travaux.

S'ils sont fournis par le sous-traitant, ils seront implantés à l'endroit indiqué par le représentant du site de la mine de BOUKHADRA. Le représentant du sous-traitant devra fournir au représentant du site de la mine de BOUKHADRA une attestation de conformité de ces locaux vis-à-vis des exigences légales.

Ces locaux devront, de plus, répondre aux exigences spécifiques éventuelles du site de la mine de BOUKHADRA. Les documents de sécurité établis avec le sous-traitant porteront mention de cette mise en place de locaux par le sous-traitant

### **7.3 Mine en sécurité des chantiers –consignation- condamnation autorisation de travail**

Les procédures mises en place dans les sites définissent les conditions de mise en sécurité des chantiers et de délivrance d'autorisation de travail. Cette mise en œuvre est généralement effectuée par le personnel du site de la mine de BOUKHADRA. Dans le cas où cette mise en œuvre est confiée à un sous-traitant, cela doit être précisé contractuellement. Cette opération se fera dans les règles de l'art, par du personnel qualifié, sous la maîtrise et la responsabilité du sous-traitant.

Il est rappelé que la mise en sécurité d'un chantier comprend l'ensemble des mesures de sécurité nécessaires pour qu'un travail envisagé puisse être exécuté sans risque.

### **7.4 Raccordement sur les réseaux de fluides**

Tout branchement sur les réseaux de fluide d'un site de la mine de BOUKHADRA est soumis à l'autorisation préalable du représentant du site.

### **7.5 Travaux effectués de nuit, ou dans un lieu isolé, ou à un moment où l'activité du secteur d'intervention est interrompue**

Le responsable du sous-traitant doit prendre les dispositions nécessaires pour qu'aucun salarié ne travaille isolément en un point où il ne pourrait pas être secouru à bref délai en cas d'accident. Ils doivent avoir avec eux un moyen de communication efficace pour pouvoir alerter un autre employé de leur entreprise qui a été désigné.

### **7.6 Prêt et utilisation d'engins ou de matériel appartenant au site de la mine de Boukhadra**



### 7.6.1 Prêt de matériel

En sa qualité de spécialiste, le sous-traitant dispose de l'intégralité de l'outillage et/ou équipement nécessaire à sa prestation sur le site de la mine de BOUKHADRA. Cet outillage et/ou équipement doit être en parfait état de conformité avec la réglementation en vigueur et les règles de l'art. Le sous-traitant ne doit l'utiliser que conformément à sa destination technique. Cependant compte tenu du contexte industriel, le site de la mine de BOUKHADRA pourra exceptionnellement mettre à la disposition du sous-traitant certaines installations, notamment de manutention, lui permettant de réaliser la prestation sur le site de la société. Les installations mises à la disposition du sous-traitant par le site de la mine de BOUKHADRA, dans le cadre de sa prestation sur le site de la mine de BOUKHADRA, sont mentionnées dans les documents de sécurité établis avec le sous-traitant et font l'objet de clauses de mises à disposition spécifiques, précisant les modalités d'utilisation, les limites d'intervention, les conditions d'entretien et de contrôle des appareils mis à disposition.

Le site de la mine de BOUKHADRA s'engage à ce que les installations mises à disposition soient en parfait état de fonctionnement. Cependant, le sous-traitant est tenu de s'assurer, à ses frais directement ou par tiers habilité, de leur bon état de fonctionnement avant toute utilisation par son personnel. Le site de la mine de BOUKHADRA n'a aucune obligation et responsabilité relatives à la bonne utilisation des installations mises à la disposition du sous-traitant.

Le sous-traitant est tenu d'assurer l'information et la formation de son personnel relatives à l'utilisation des installations mises à disposition.

### 7.6.2 Utilisation d'engins de la mine de Boukhadra par des agents de sous-traitant

Dans les conditions prévues au contrat et dans les documents de sécurité établis avec le sous-traitant, les engins de manutention pourront exceptionnellement être mis à disposition du sous-traitant à condition que l'agent, d'au moins 18 ans du sous-traitant, soit nommé désigné par son employeur qui se sera assuré :

Qu'il est apte médicalement ;

Qu'il dispose des autorisations nécessaires ;

Qu'il a reçu une formation sur les consignes d'utilisation et sur les éventuelles particularités de l'engin de manutention de la part du site de la mine de BOUKHADRA.

Le sous-traitant désigne un chef de manœuvre formé et responsable du bon amarrage des charges et de la transmission des ordres, si nécessaire.

### **7.6.3 Utilisation d'engins de la mine de Boukhadra conduits par un agent de la mine pour le complet d'un sous-traitant**

Dans cette hypothèse, les documents de sécurité établis avec le sous-traitant doivent obligatoirement préciser qui assurera la direction des travaux ainsi réalisés.

### **7.7 Surveillance des biens du sous-traitant**

Le sous-traitant prend les dispositions de nature à assurer la surveillance de son matériel, de ses installations, lotissements, zones de travail et de stockage. Il informe le site de la mine de BOUKHADRA des mesures adoptées.

### **7.8 Rangement et évacuation**

#### **7.8.1 Pendant les travaux**

Les outils et les matériaux restant sur les chantiers sont rangés à chaque interruption journalière de travaux, à l'initiative du sous-traitant, pour qu'ils n'encombrent pas les passages ou ne risquent pas de tomber en contrebas.

#### **7.8.2 En fin de travaux**

Le sous-traitant évacue tous les matériaux et débris, nettoie et remet le chantier en état.

Il enlève ses bouteilles de gaz et tous les outillages ou matériels dangereux. Il est responsable des dommages corporels et/ou matériels notamment entraînés par l'abandon sur un chantier d'une bouteille de gaz ou d'un matériel dangereux.

Il rebouche soigneusement toutes les ouvertures pratiquées.

Dans le cas où le sous-traitant n'a pas procédé au nettoyage de ses chantiers, le site de la mine de BOUKHADRA se réserve le droit de l'exécuter ou de le faire exécuter aux frais du sous-traitant.

#### **7.8.3 Après achèvement des travaux**

Le sous-traitant doit informer le représentant du site de la mine de BOUKHADRA de l'achèvement des travaux.

Il rend le cas échéant :

L'autorisation d'accès ;

La ou les attestation(s) de consignation ou autorisation(s) de travail.

### **8. Travaux particuliers**

#### **8.1 Travaux en hauteur**

Les travaux en hauteur doivent être effectués dans le respect des prescriptions légales et réglementaires applicables.

### **8.1.1 Signalisation**

Tout travail en hauteur est signalé par des panneaux visiblement placés à la limite des zones dangereuses. Ces panneaux sont mis en place par le sous-traitant, sauf spécification contraire convenue entre le site de la mine de BOUKHADRA et le sous-traitant.

### **8.1.2 Travaux sur toiture**

Les travaux sur toiture doivent être réalisés conformément à la réglementation en vigueur, en particulier pour ce qui concerne les moyens de prévention mis en place (garde-corps des échafaudages utilisés, rambardes, mains courantes sur la toiture, échelles de couvreur, dispositifs permettant de ne pas prendre directement appui sur des matériaux de résistance insuffisante, interdiction de travailler sur des toits glissants).

L'accès aux toitures des sites de la mine de BOUKHADRA est interdit. Lorsque l'accès est nécessaire, une autorisation préalable doit être délivrée par le représentant du site de la mine de BOUKHADRA. Cette autorisation sera donnée quand les précautions particulières définies entre le site de la mine de BOUKHADRA et le sous-traitant auront été mises en œuvre.

### **8.1.3 Travaux sur ponts roulants et chemins de roulement**

Pour tous les travaux, le ou les ponts ou la section de chemin de roulement se trouvant dans le secteur d'intervention doivent être « hors exploitation ».

L'accès aux ponts roulants et aux chemins de roulement n'est autorisé par le représentant du site de la mine de BOUKHADRA qu'après accord du service exploitant les ponts.

Lorsque des travaux de construction, d'installation, de réparation ou d'entretien de quelque nature que ce soit sont effectués à proximité d'un appareil de levage, tout mouvement de cet appareil est interdit tant que des travailleurs se trouvent occupés dans la zone dangereuse.

Toutefois, lorsqu'il est absolument nécessaire de mettre l'appareil en mouvement, hors de son service, en vue d'effectuer certains travaux spéciaux, ces travaux doivent être faits sous la direction d'un surveillant qualifié.

L'intervention d'un surveillant qualifié est également obligatoire lors des travaux nécessitant l'accès au voisinage des conducteurs nus sous tension.

### **8.1.4 Echafaudage et échelles**

#### **Les échafaudages**

Les échafaudages ou tout moyen équivalent sont obligatoires lorsque la réglementation l'exige. Ils doivent être conformes à la réglementation en vigueur.

Des mesures doivent être prévues pour éviter tout risque de collision notamment par engins et ponts.

Si des appareils électriques autres que très basse tension sont utilisés sur un échafaudage, la mise à la terre de l'échafaudage est obligatoire.

### **Les échelles**

Les échelles sont utilisées conformément aux prescriptions légales et réglementaires.

Les échelles sont faites dans des matériaux non conducteurs (fibre de verre ou bois ...) dans les sous-stations électriques, métalliques ou en matériaux non conducteurs ailleurs.

Il est rappelé qu'une échelle n'est pas un poste de travail mais un moyen d'accès.

## **8.2 Transport ou élévation de personnel**

Le transport ou l'élévation de personnel ne doit se faire qu'avec des appareils spécialement conçus à cet effet et répondant aux prescriptions légales et réglementaires.

Le personnel chargé de sa mise en œuvre devra être titulaire d'une attestation de formation à la conduite de ce type d'engin et titulaire d'une autorisation de conduite délivrée par son employeur après une formation d'adaptation à la conduite de l'engin qui lui est confié.

## **8.3 Travaux de levage**

### **8.3.1 Les engins de levage**

Les appareils de levage mus mécaniquement et/ou à mains, utilisés sur les chantiers par le sous-traitant, doivent être en bon état et être régulièrement vérifiés, conformément aux prescriptions légales et réglementaires.

Le sous-traitant sera en possession des certificats de vérification initiale et de contrôles périodiques établis par un organisme agréé en ce qui concerne le matériel utilisé, qu'il soit ou non sa propriété.

Si au cours des travaux, des risques d'interférence entre différents engins existent, la présence de vigies est rendue obligatoire et la priorité entre les engins sera définie, le cas échéant, dans les documents sécurité établis entre le site de la mine de BOUKHADRA et le sous-traitant.

Les ponts roulants ont priorité sur les véhicules en mouvement à l'intérieur des ateliers. Une vigie peut être exigée si nécessaire.

Les câbles, chaînes, cordages et crochets seront en bon état et devront être régulièrement vérifiés. Notamment tout câble métallique présentant une hernie, un étranglement ou une déformation doit être retiré du service.

Il est interdit de stationner ou de passer sous les charges. Le levage au-dessus des personnes est interdit. Les zones de manutention à électro-aimant sont à accès réglementé.

### **8.3.2 Le chef de manœuvre de levage**

Le chef de manœuvre de levage est un agent désigné par son employeur.

Il est instruit :

- Des règles de base de l'élingage ;
- Des gestes et signaux conventionnels ;
- Des consignes particulières d'exploitation ;
- Des risques dus aux manœuvres, à l'environnement.
- Le chef de manœuvre a pour rôle essentiel :
- De donner les ordres de manœuvres au pontier ;
- D'assurer la sécurité du personnel au sol.

Un même agent ne peut pas être élingueur et chef de manœuvre simultanément mais par contre, il peut assurer successivement une tâche d'élingueur puis de chef de manœuvre, ou inversement.

Lorsque l'élingueur est chargé de manœuvrer lui-même l'appareil de levage, à partir du sol, à l'aide d'une boîte de commande pendante, ou par télécommande, il est chef de manœuvre sauf si la visibilité est insuffisante.

Le sous-traitant désignera nommément un chef de manœuvre à chaque fois qu'il aura en charge des opérations de levage.

### **8.3.3 Haubanage**

L'usage d'engins nécessitant un haubanage est interdit sans autorisation préalable écrite du site de la mine de BOUKHADRA. Il est interdit d'utiliser une voie ferrée comme attache de hauban. Il en est de même pour tout autre point de résistance trop faible tel que conduites aériennes, poteaux, supports de lignes, engins de travaux publics, etc...

Aucun haubanage ne doit engager le gabarit de libre passage. Au cas où les gabarits de libre passage seraient engagés, le sous-traitant doit obtenir une autorisation du site de la mine de BOUKHADRA et doit mettre en place les panneaux de signalisation nécessaires.

### **8.4 Travaux de fouille**

Les fouilles ou tranchées ne peuvent être entreprises sans l'accord écrit du bureau d'études du site de la mine de BOUKHADRA. Celui-ci signalera au sous-traitant l'existence dans le sol de câbles électriques ou de tuyauteries.

Le déplacement éventuel et non prévu de canalisations ou câbles électriques sera à la charge du site de la mine de BOUKHADRA mais le sous-traitant ne pourra se prévaloir de la gêne causée et sera responsable des détériorations et accidents provenant de son fait. L'approche des ouvrages enterrés se fera obligatoirement manuellement.

Les contraintes admissibles sur le sol et les contraintes sous les ouvrages et les fondations sont déterminées par le sous-traitant et sous sa responsabilité. Le sous-traitant renonce à tout recours contre le site de la mine de BOUKHADRA pour les renseignements fournis à ce sujet et qui sont donnés, en tout état de cause, à titre indicatif.

Les fouilles et tranchées doivent respecter les prescriptions légales et réglementaires.

### **8.5 Travaux sur plancher**

Lorsque des ouvertures sont pratiquées sur des planchers, un garde-corps résistant doit supprimer tout risque de chute. Le sous-traitant en charge des travaux veillera à ce que toutes les dispositions préventives soient mises en œuvre.

Lorsque des caillebotis sont posés ou démontés, un mode opératoire précisera les règles d'intervention. Tout risque de chute sera pris en compte et des mesures de prévention adéquates mises en œuvre par le sous-traitant chargé des travaux tels que : garde-corps résistants, interdiction d'accès, signalisation, éclairage, balisage.

### **8.6 Travaux en milieu confiné (puits, fosses, égouts, cuves, réservoirs, citernes, accumulateurs de matière,...)**

Ces travaux réputés dangereux font l'objet de prescriptions légales et réglementaires précisant les mesures de prévention à mettre en œuvre.

Ce type d'intervention doit être précédé d'une analyse permettant de définir les risques suivants susceptibles d'être rencontrés au cours des travaux :

- Insuffisance d'oxygène ;
- Présence de gaz toxique ;
- Explosion ;
- Ensevelissement ou noyade ;
- Chute de hauteur ;
- Chute d'objets ou outillages ;
- Contact avec des produits toxiques, insalubres ou agressifs ;
- Autres.

Cette analyse détermine les équipements nécessaires à la protection du personnel ainsi que les mesures de prévention et les protections collectives à mettre en place.

Ces travaux doivent toujours être exécutés sous la surveillance d'une ou plusieurs personnes, restant en permanence à l'écart de la zone de risque et munies de moyens de communication permettant un déclenchement rapide des secours en cas de nécessité.

### **8.7.7 Travaux sur voies ferrées**

Aucun travail sur voies ferrées en exploitation ou dans leur voisinage ne peut être entrepris sans accord préalable du responsable du service des voies ferrées du site de la mine de BOUKHADRA. Le responsable doit être aussi avisé de la fin des travaux.

Les prescriptions légales et réglementaires en vigueur seront respectées lors des travaux effectués sur les voies ferrées ou dans leur voisinage immédiat. La sécurité du personnel affecté à ces tâches doit être assurée soit par la consignation de la ou des voies concernées, soit par la mise en place d'une séparation matérielle entre les zones de travail et de circulation. En cas d'impossibilité, des dispositions destinées à alerter le personnel de l'approche de véhicules doivent être prises, telles que la désignation d'une vigie (annonceur) ou la mise en place d'un dispositif d'annonce automatique sûr. Le sous-traitant désignera nommément un chef de manœuvre lorsqu'il sera chargé d'opération d'exploitation de réseaux ferroviaires. Ses missions sont, notamment, de surveiller la position des agents pendant leur intervention sur les véhicules et de mettre en place les sabots et les damiers.

### **8.8 Stockage, transport, utilisation de matières inflammables ou explosives**

Les matières inflammables ou explosives employées sur les chantiers seront étiquetées visiblement et doivent faire l'objet d'un stockage particulier en un lieu soumis à l'approbation du Service de sécurité incendie du site de la mine de BOUKHADRA. Leur emploi doit être réglé d'un commun accord avec ce Service. Le transport et l'utilisation d'explosifs et la constitution ou l'exploitation des dépôts d'explosifs sont soumis à la réglementation en vigueur. Ils sont subordonnés à l'obtention d'un accord spécial à ce sujet.

L'évacuation des déchets des matières inflammables ou explosives à l'extérieur du site dans des centres de traitement agréés est à la charge du sous-traitant et sera effectuée quotidiennement. L'emploi d'explosifs doit être fait suivant les prescriptions légales et réglementaires. Les mesures suffisantes seront prises pour éviter que le personnel ou le matériel ne soit atteint par le souffle de l'explosion ou par des projections.

Des consignes écrites sont établies par le sous-traitant qui met en œuvre des explosifs.

### **8.9 Travaux a proximité de métal en fusion**

Toute intervention de personnel dans les secteurs présentant un risque de projection de métal en fusion ne pourra être exécutée que par du personnel dûment formé par son employeur.

Le sous-traitant devra prévoir des protections collectives (type écrans protecteurs), ainsi que des protections individuelles adaptées, pour son personnel.

Tout contact de l'eau et de la matière en fusion génère des risques d'explosion très graves.

## **8.10 Travaux électriques**

L'accès aux locaux et installations électriques est réservé aux électriciens dûment habilités en fonction des prescriptions légales et réglementaires du site de la mine de BOUKHADRA et sera strictement soumis à l'autorisation du Service entretien électrique du site de la mine de BOUKHADRA (habilitation électrique nécessaire).

### **8.10.1 Raccordements**

Les sous-traitants ne pourront être raccordés au réseau électrique du site de la mine de BOUKHADRA qu'après son accord. Limites de prestations et de responsabilité :

Le site de la mine de BOUKHADRA est responsable de l'alimentation électrique jusqu'au raccordement ou à la prise de courant utilisée compris. Sa prestation se limite à la fourniture de courant à partir de la prise ou du raccordement.

Toute intervention sur la prise ou le raccordement et leurs protections est interdite aux sous-traitants. En aval de la prise ou du raccordement, la fourniture et la responsabilité incombent totalement au sous-traitant. Conception des installations des sous-traitants :

Les armoires et coffrets électriques, ainsi que le matériel dont ils assurent l'alimentation, sont réalisés conformément aux règles de l'art et aux règlements en vigueur.

Les installations doivent être vérifiées périodiquement et notamment lors de leur mise en service ou après avoir subi des modifications importantes.

En cas d'incidents de matériel ou d'installations manifestement en mauvais état, le représentant du site de la mine de BOUKHADRA se réserve le droit d'interdire l'usage de tout matériel électrique en mauvais état et d'exiger un certificat de conformité établi par un organisme agréé pour remettre l'installation sous tension.

### **8.10.2 Travaux sur équipements électriques**

Le personnel exécutant doit être formé à la connaissance des risques électriques et posséder le titre d'habilitation correspondant aux travaux engagés.

Le sous-traitant n'engagera les travaux qu'après délivrance, par le chargé de consignation du site de la mine de BOUKHADRA, d'un titre de consignation ou d'une autorisation de travail, précisant la nature des travaux et la délimitation précise du chantier.

Le chargé de consignation du site de la mine de BOUKHADRA est seul habilité à réaliser ou faire réaliser les manœuvres de consignation et de déconsignation, sauf cas des installations neuves avant réception et cas spécifique ayant fait l'objet d'un contrat particulier.

Lorsque le personnel est appelé à travailler à proximité de conducteurs nus sous tension, ce personnel ne doit pas s'approcher lui-même ou approcher des outils, appareils ou engins qu'il



utilise ou une partie quelconque des matériels et matériaux qu'il manutentionne à une distance inférieure à celle respectant les prescriptions légales et réglementaires en vigueur.

## **8.11 Travaux dans zones d'utilisation de gaz et produits toxiques**

### **8.11.1 Gaz et produits toxiques produits par l'entreprise utilisatrice**

Pour les travaux dans des zones avec risques provoqués par des gaz et produits toxiques, des mesures de protection pour les personnes, les biens et l'environnement doivent être mises en œuvre, conformément aux prescriptions légales et réglementaires et aux documents de sécurité.

### **8.11.2 Gaz et produits toxiques utilisés par le sous-traitant**

Si le sous-traitant est amené à utiliser des gaz toxiques, produits toxiques ou corrosifs, il doit en faire la déclaration au donneur d'ordres, ce qui ne le décharge en rien des obligations légales et des interdictions qui en découlent.

Le sous-traitant devra détenir, sur les lieux d'utilisation, et faire connaître, avant les travaux, aux utilisateurs, aux médecins du travail en charge de son entreprise et au service médical du site de la mine de BOUKHADRA, les renseignements nécessaires à la prévention et à la sécurité par une fiche de données de sécurité concernant les gaz et produits toxiques utilisés.

### **8.11.3 Cas particuliers des CMR**

(Cancérogène, Mutagène, toxique pour la Reproduction) ET DES ACD (Agents Chimiques Dangereux)

Il est interdit d'introduire sur les sites des produits CMR ou emballages ayant contenu des produits CMR. Par contre, dans le cas particulier où les travaux nécessitent l'emploi de CMR du fait de l'absence d'autres produits moins dangereux équivalents sur le marché, le sous-traitant établira un dossier qu'il fournira au donneur d'ordre, démontrant l'extrême nécessité d'utiliser le produit, décrivant les mesures prises pour la santé de ses salariés et les protections mises en place pour éviter l'exposition des autres personnes travaillant dans le voisinage des chantiers, ceci en conformité avec la réglementation en vigueur dans chaque pays.

L'utilisation des produits ACD devra faire aussi l'objet d'une analyse de risques santé et sécurité, aussi bien pour les personnes qui les utilisent que pour celles se trouvant dans l'environnement des travaux. Les mesures prévues par les prescriptions légales et réglementaires devront être mises en œuvre. Les récipients devront avoir leur étiquetage visible et seront entreposés en des lieux ne présentant aucun danger pour les personnes, les biens et l'environnement désignés à cet effet par de la mine de BOUKHADRA.

L'évacuation à l'extérieur de l'usine des déchets de ces produits est à la charge du sous-traitant et sera effectuée quotidiennement dans des centres de traitement agréés approuvés par de la mine de BOUKHADRA.

### **8.12 Travaux en zone radioactive**

L'introduction, l'utilisation et le stockage des sources radioactives, ainsi que l'utilisation d'appareils générateurs électriques de rayonnements ionisants, ne peuvent se faire que sous la surveillance d'une personne compétente désignée par et sous la responsabilité du sous-traitant. Celui-ci est chargé spécialement de l'application des prescriptions légales et réglementaires en vigueur. Cette personne compétente du sous-traitant doit se mettre en relation avec la personne compétente du site de la mine de BOUKHADRA et ne peut introduire, utiliser et stocker les sources qu'après autorisation écrite. La personne compétente du sous-traitant signalera tout incident susceptible de créer des risques d'irradiation ou de contamination pour le personnel. L'accès aux zones "contrôlées" où des radioéléments sont utilisés ou stockés par un sous-traitant doit être strictement interdit sauf, aux personnes "compétentes" au sens de la législation et ayant reçu une autorisation expresse de la personne du site de la mine de BOUKHADRA. Ces zones doivent être signalées par panneaux réglementaires au-delà **desquels toute circulation est interdite.**

### **8.13 Travaux bruyants, moto-compresseurs et groupes électrogènes**

Les groupes moto-compresseurs de chantier et les groupes électrogènes de puissance doivent être conformes aux prescriptions légales et réglementaires en vigueur relatives à la limitation du niveau sonore.

### **8.14 Travaux de sablage et peinture**

Les travaux de sablage et de peinture sont signalés par des panneaux délimitant la zone dangereuse et portant l'inscription : "ATTENTION TRAVAUX DE SABLAGE » ou "ATTENTION TRAVAUX DE PEINTURE".

Le sous-traitant balise la zone dangereuse au sol. Les dégâts occasionnés sur les installations, bâtiments, véhicules aux alentours du chantier sont de la responsabilité du sous-traitant.

#### **8.14.1 Travaux de peinture**

Les travaux de peinture seront réalisés conformément aux prescriptions légales et réglementaires en ce qui concerne les mesures particulières relatives à la protection des travailleurs qui exécutent des travaux de peinture ou de vernissage par pulvérisation.

### **8.14.2 Sablage**

Les travaux de sablage seront réalisés conformément aux prescriptions légales et réglementaires en ce qui concerne les mesures particulières de protection des travailleurs applicables aux travaux de décapage, de dépolissage ou de sablage au jet.

### **8.15 Travaux de scellement**

Seuls les pistolets de scellement à tir indirect sont autorisés. Toutes les précautions doivent être prises contre les risques de projection pouvant atteindre des travailleurs voisins. Le personnel du sous-traitant effectuant des travaux au pistolet de scellement doit posséder les autorisations nécessaires.

### **8.16 Travaux avec charges suspendues**

L'attention des fournisseurs et monteurs de matériels comportant des charges suspendues est attirée particulièrement sur la nécessité impérative de contrôler les calculs de résistance des supports, attaches, articulations et la nécessité de contrôler l'exécution des assemblages, que ceux-ci soient exécutés par boulonnage, par rivetage, par soudure ou par emboîtement. Cette obligation s'applique notamment aux silos, trémies, réservoirs et capacités de toute nature sans pression, pour lesquels la réglementation ou le contrat n'aurait pas prévu de réception par un organisme agréé.

En outre, la première mise en charge après montage, ou la remise en charge après travaux d'entretien doit être faite, après évacuation du personnel des zones où une chute accidentelle de la charge pourrait entraîner des accidents.

### **8.17 Travaux à la chaleur**

Le sous-traitant prendra toutes dispositions pour que son personnel travaille dans de bonnes conditions, telles que protections individuelles adaptées, ventilation, organisation des rotations du personnel.

### **Essais**

Lorsqu'au cours des travaux ou à la fin de ceux-ci, on procède à des essais à vide ou en charge de machines et équipements, toutes les dispositions doivent être prises pour maintenir le personnel éloigné des zones dangereuses et pour protéger celui chargé des essais.

En particulier, le premier remplissage de silos, de trémies ou de réservoirs, la première mise sous tension d'installations électriques de puissance, la mise ou la remise en gaz toxiques ou explosifs de canalisations, et la mise sous pression de circuits hydrauliques, doivent être réalisés après évacuation du personnel des zones dangereuses. Seul, le personnel habilité,

strictement nécessaire aux essais et convenablement prévenu et protégé des risques, est autorisé à intervenir.

Dans les cas des installations neuves, les attributions respectives des responsables de consignation et des intervenants entre le sous-traitant et le site de la mine de BOUKHADRA doivent être précisées dans les documents de sécurité.

#### **10. Visites de chantier**

Les représentants du site de la mine de BOUKHADRA, les spécialistes en matière de Sécurité et tout agent du site de la mine de BOUKHADRA ayant en charge le suivi du déroulement des travaux exécutés par des sous-traitants sont habilités à exécuter des visites de sécurité de chantier et établir un compte rendu de visite de chantier. Selon la gravité des observations enregistrées au cours de cette visite, le représentant du site de la mine de BOUKHADRA pourra décider d'arrêter les travaux et n'autoriser la reprise qu'après mise en œuvre des mesures correctives nécessaires. Ces comptes rendus de visite de chantier serviront à établir une cotation des sous-traitants qui sera prise en compte lors des consultations ultérieures.

#### **11. Cotation des sous-traitants**

Pour mesurer la politique sécurité des sous-traitants intervenant sur le site de la mine de BOUKHADRA et prendre en compte les résultats sécurité, les spécialistes en matière de sécurité et les représentants du site de la mine de BOUKHADRA peuvent réaliser un audit de sécurité chez les sous-traitants et établir un compte rendu d'audit. Les cotations qui résulteront de ces audits seront prises en compte lors des consultations des sous-traitants pour de nouvelles prestations.

#### **12. Accuse de réception des consignes générales de sante et de sécurité de la mine de Boukhadra pour les entreprises extérieures**

Dès réception de ce document, le sous-traitant retournera au représentant du site de la mine de BOUKHADRA l'accusé de réception joint mentionnant qu'il a bien reçu les présentes Consignes Générales de Santé et de Sécurité pour les sous-traitants sur les sites de la mine de BOUKHADRA et s'engage à les faire connaître et respecter par son propre personnel, ses intérimaires et le personnel de ses propres sous-traitants.

## Conclusion générale

Au terme de notre projet de fin d'études « Estimation de la rentabilité de la chaîne de production, Ouverture de nouveau gisement d'Ain-Zazia dans la mine de fer Boukhadra ». Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

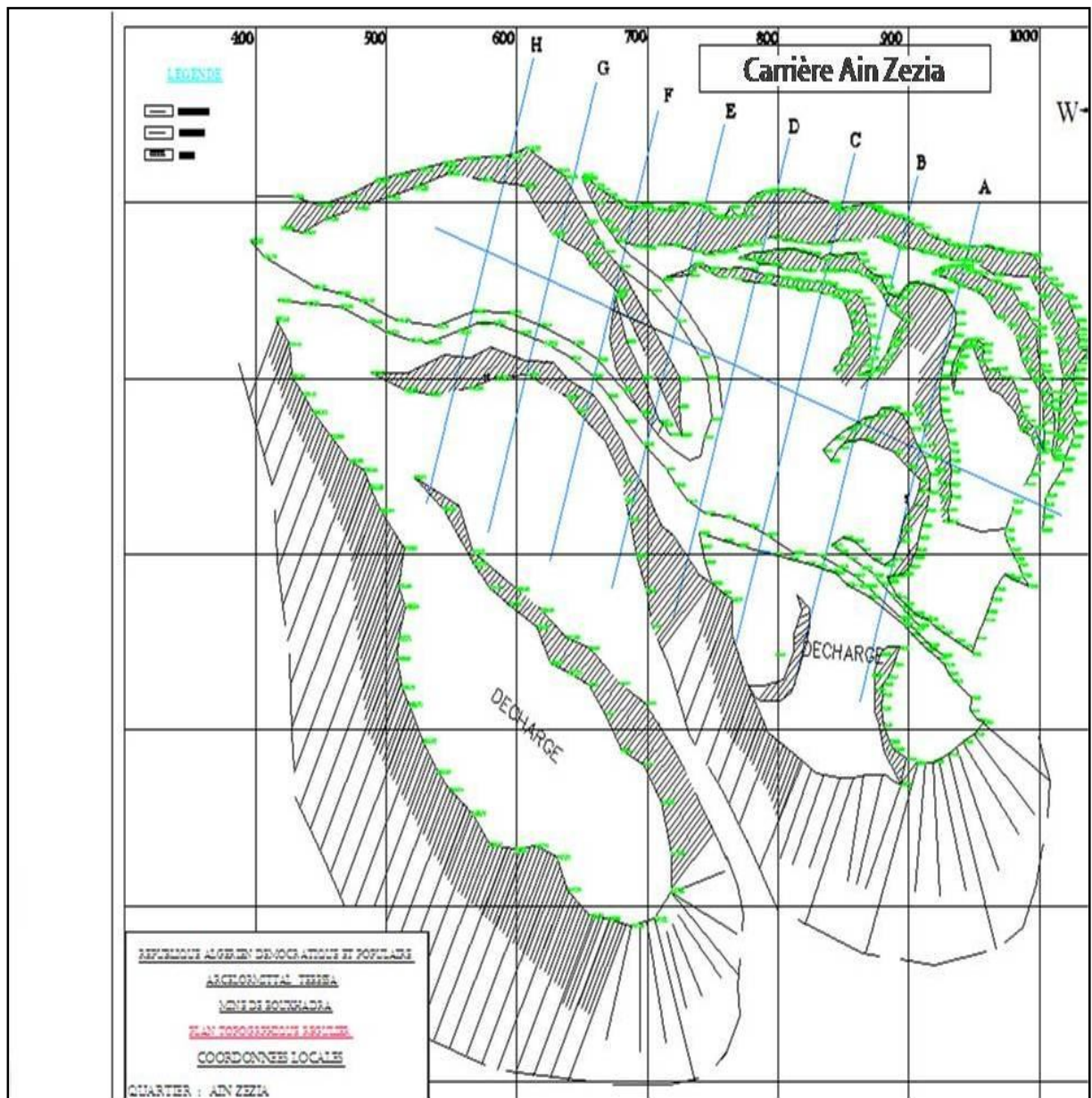
A la lumière des données recueillies et de celles produites dans ce travail; l'étude géologique et topographique du gisement d'Ain-Zazia a permis l'évaluation de ses réserves exploitables qui sont estimées à trois millions tonnes de minerai de fer, avec une production annuelle planifiée à cent cinquante mille tonnes de minerai de fer et Cinq cent vingt-cinq mille tonnes de stérile, cette production de la carrière de Ain-Zazia participera sur la production de minerai de fer pendant 15 ans dans la mine de Boukhadra.

La rentabilité de la chaîne de production, on a étudié les rendements des équipements de foration, de chargement et de transport de point de vue d'augmentation de la production et pour assurer la bonne utilisation des engins ; dans les conditions de travail la carrière Ain-Zazia ; et pour sera suivi les opérations minières suivantes :

- Déterminer les facteurs géologiques et technico-économique minières pour choisir la bonne méthode d'ouverture et d'exploitation ;
- Calculer les paramètres essentiels d'exploitation ;
- Calculer les rendements et la capacité d'engins des travaux (sondeuse, chargeur, pelle et les camions) ;
- Déterminer les paramètres essentiels d'abattage et de tir ;

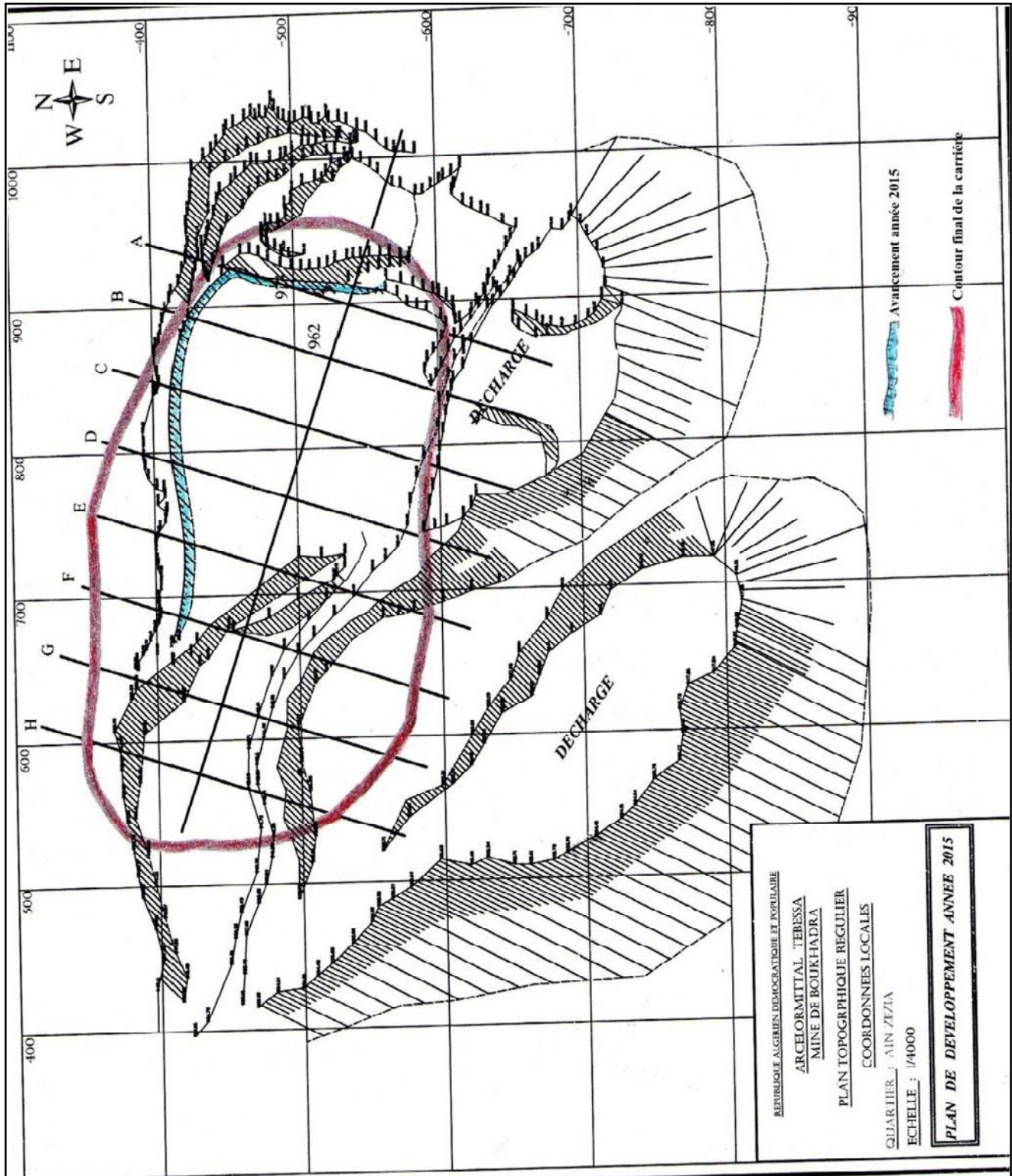
En fin pour assurer la continuité de cette chaîne de production, il faut mettre en considération la sécurité des personnes, des engins et de l'environnement. Pour l'application des consignes de travaux dans la mine de Boukhadra.

# Annexe I

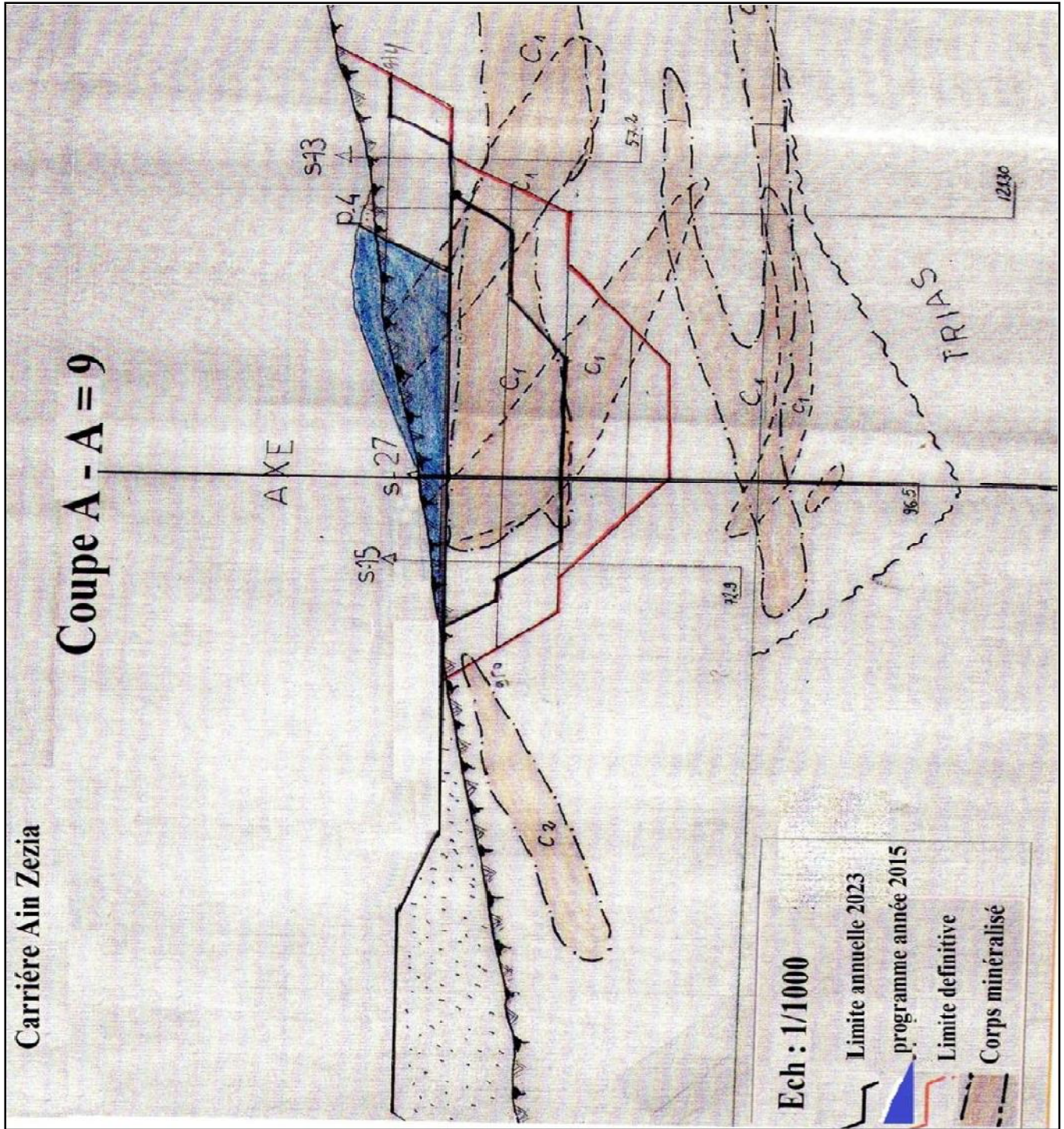




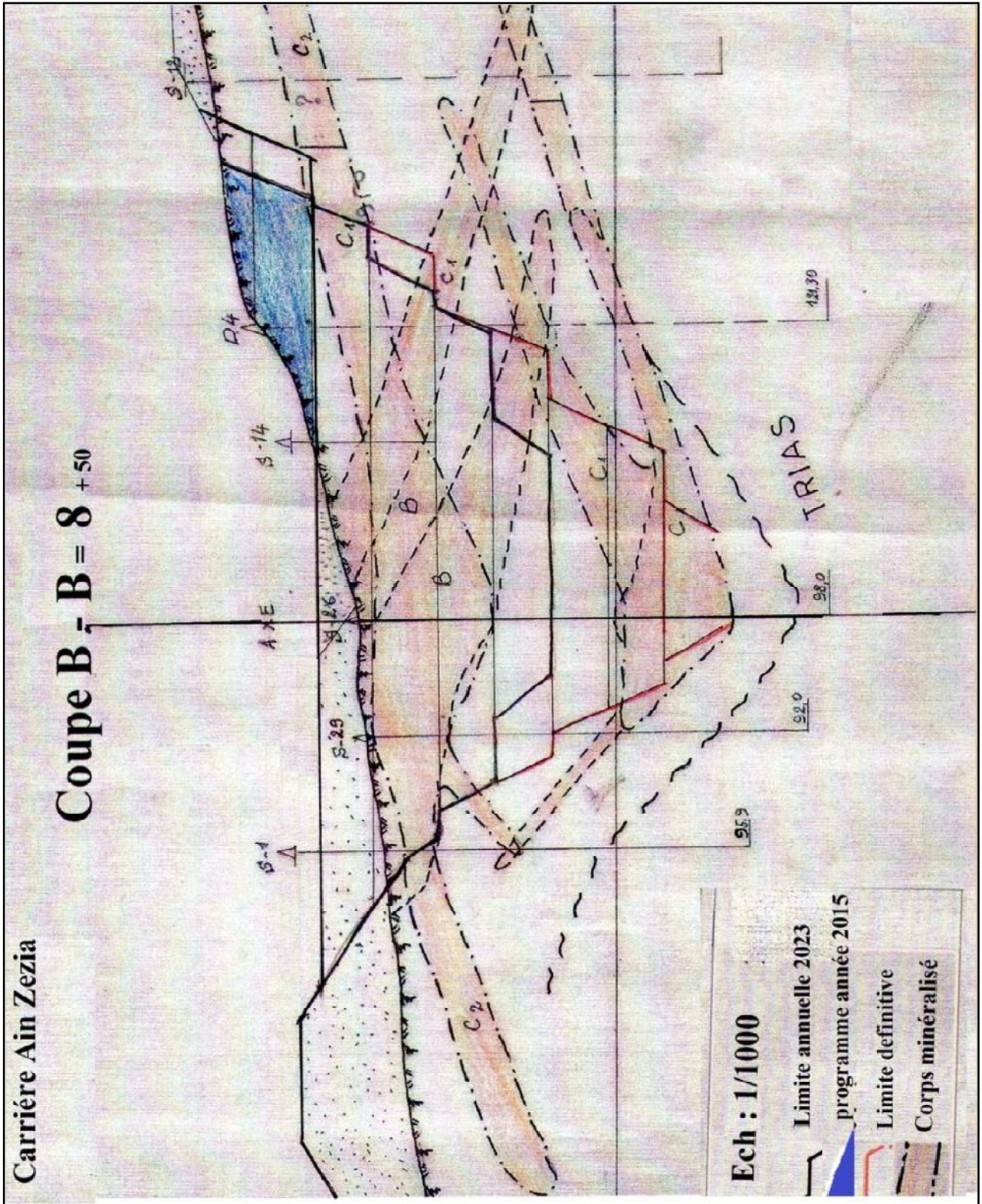
# Annexe I



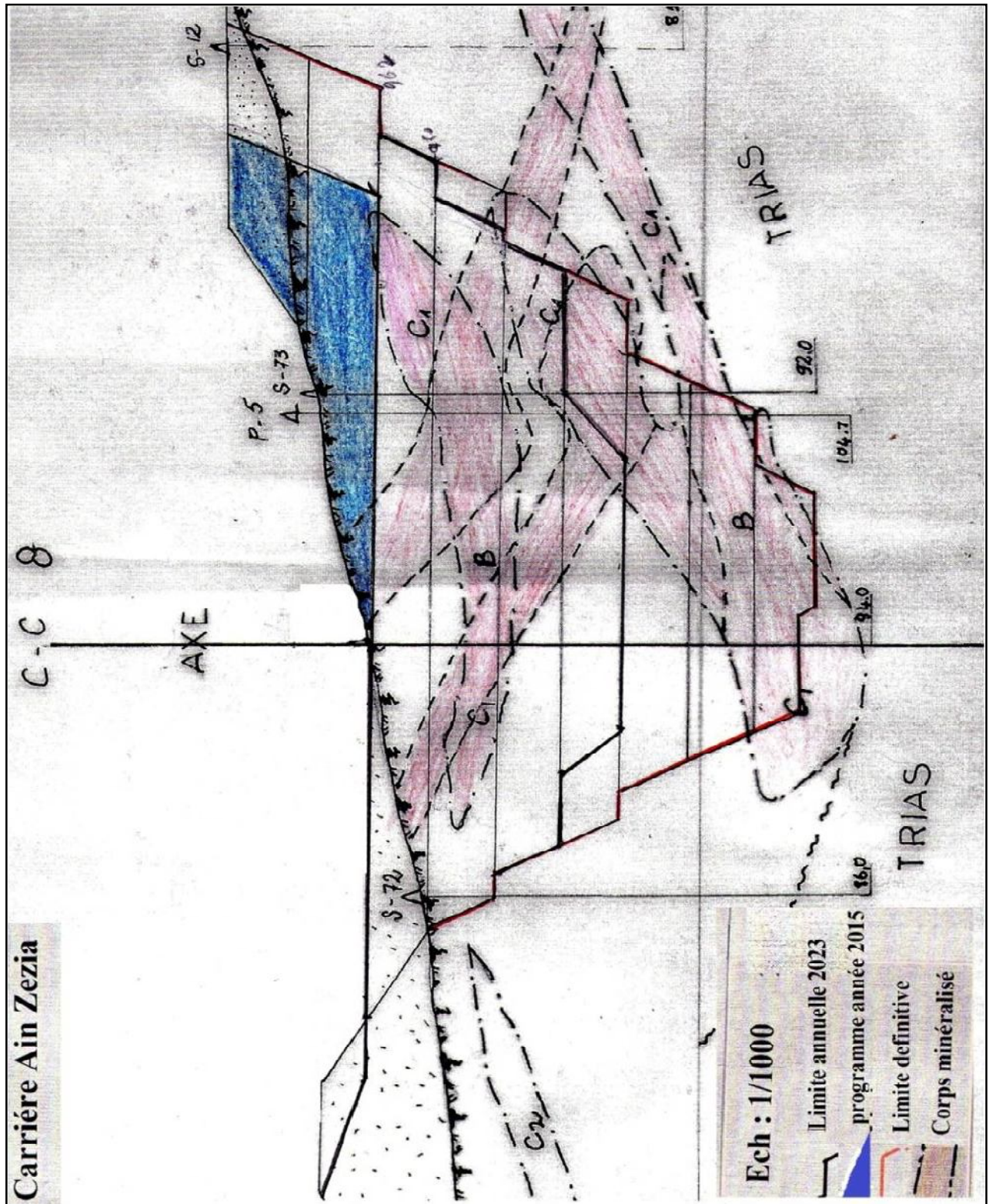




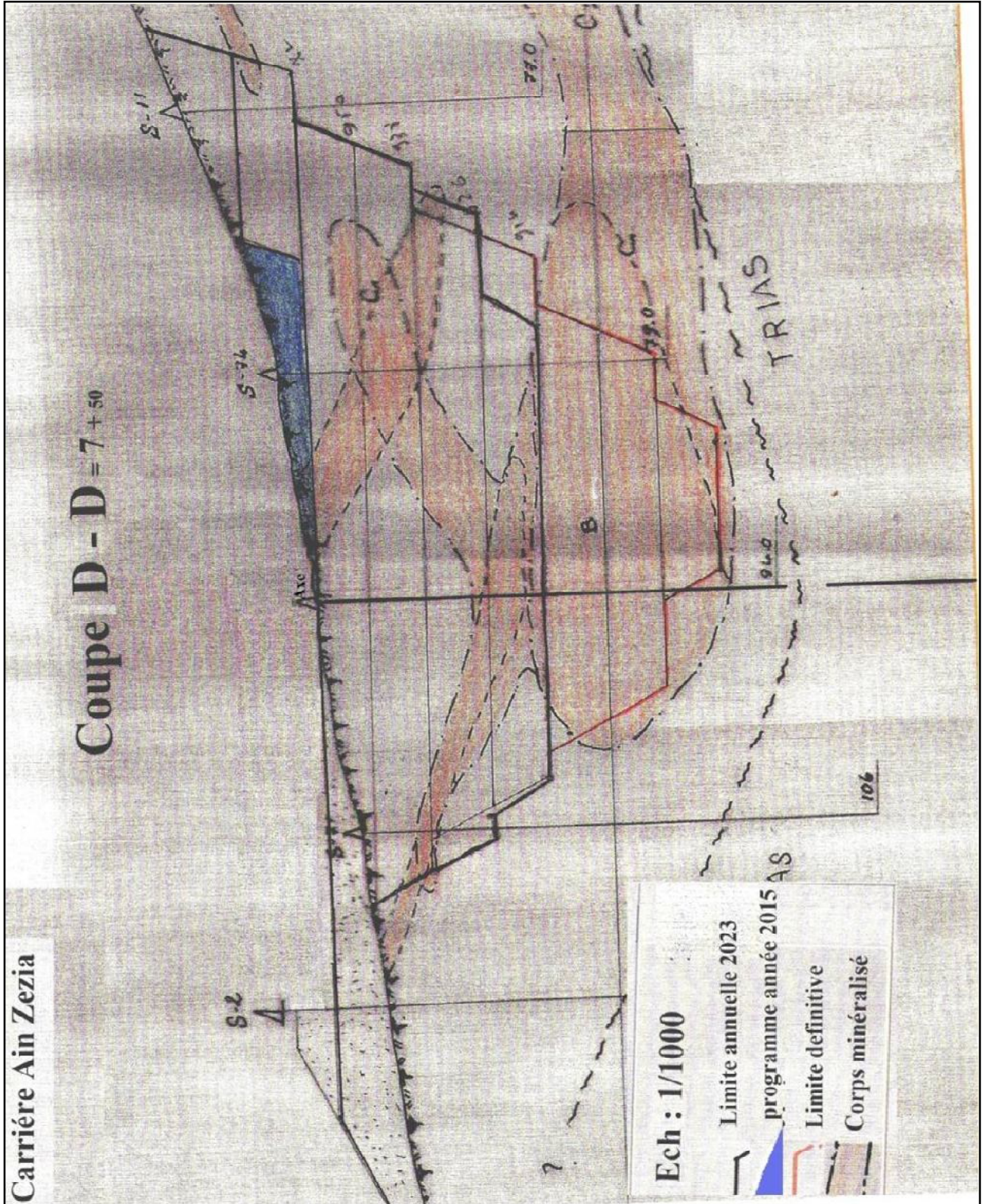




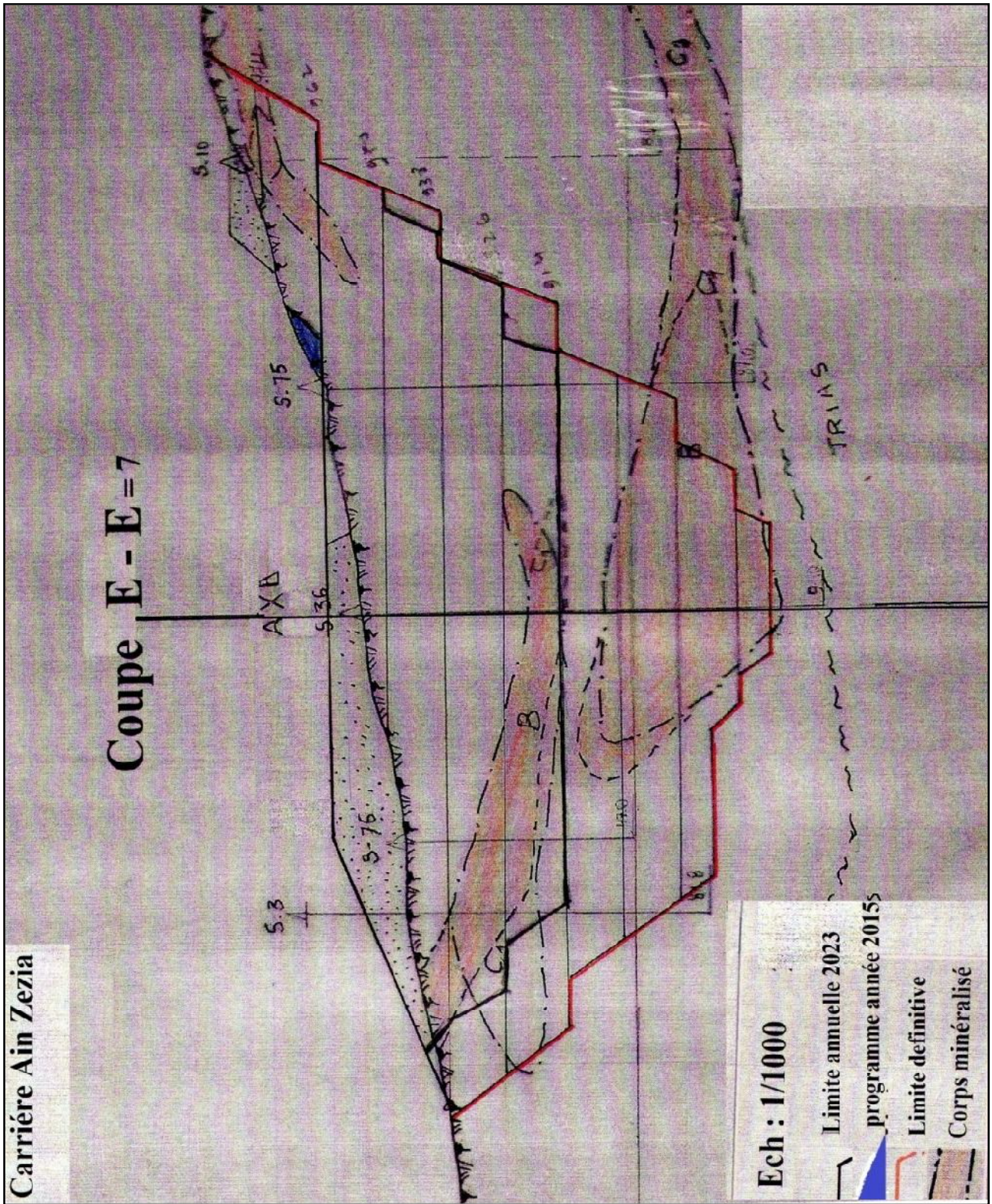




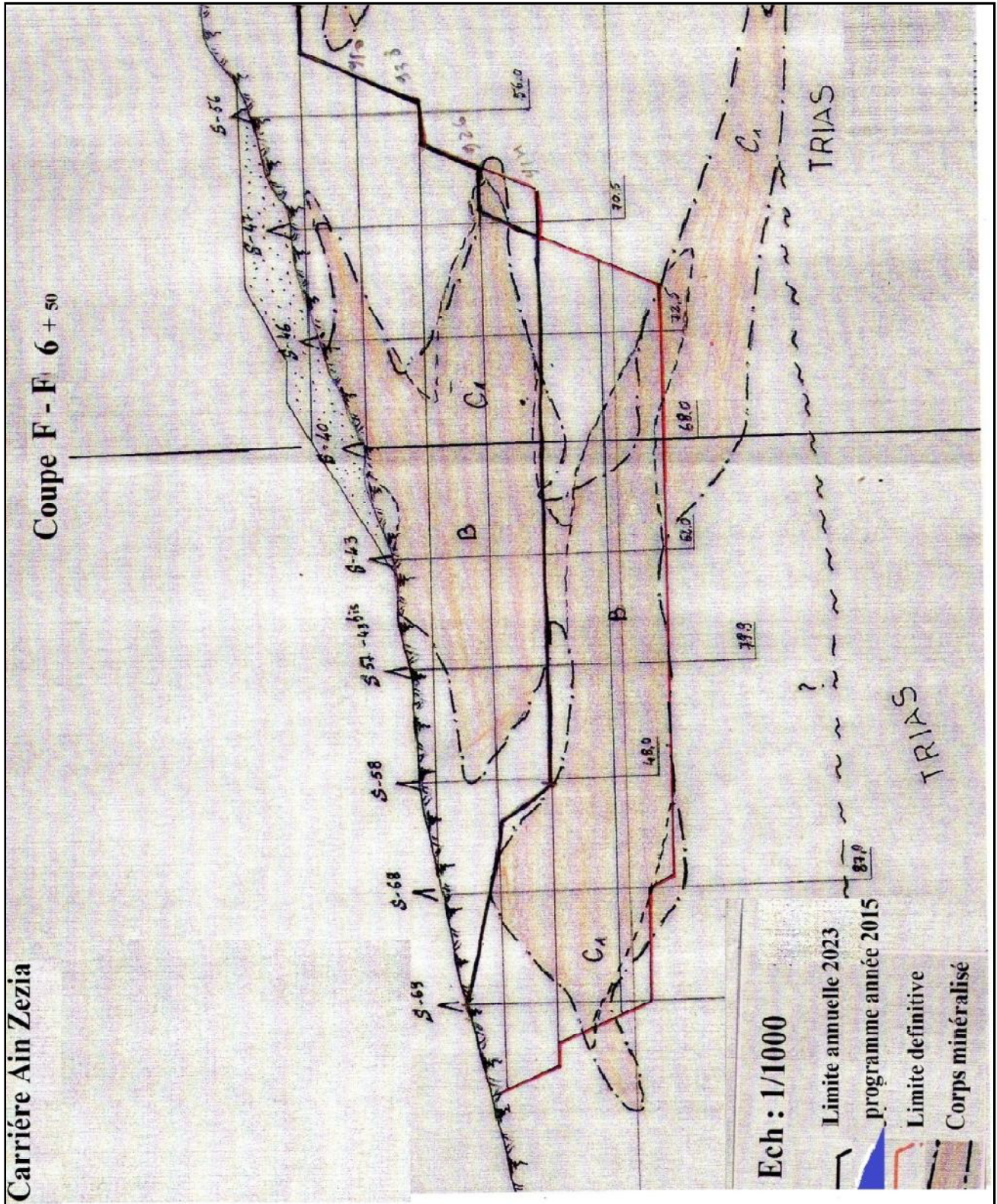




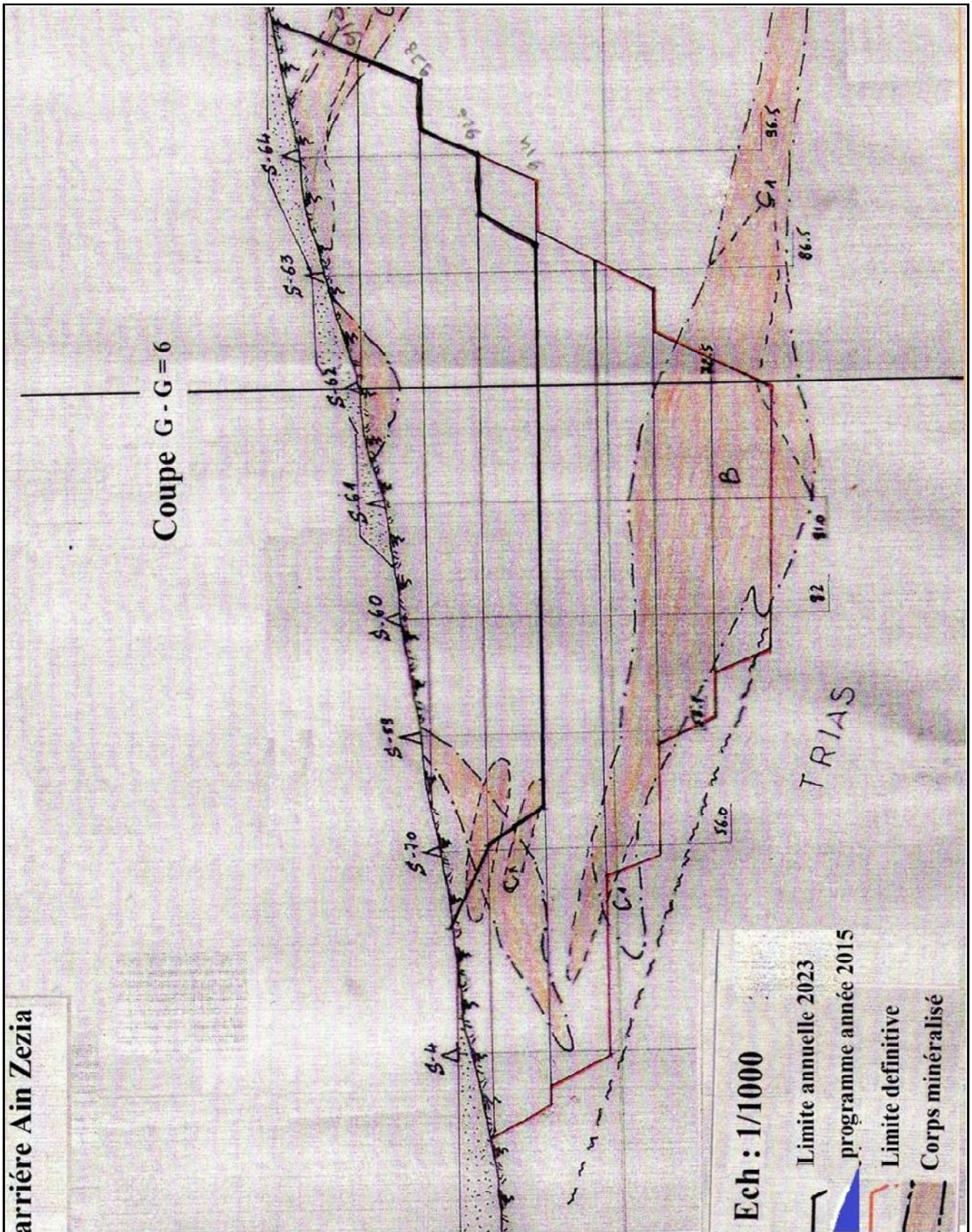




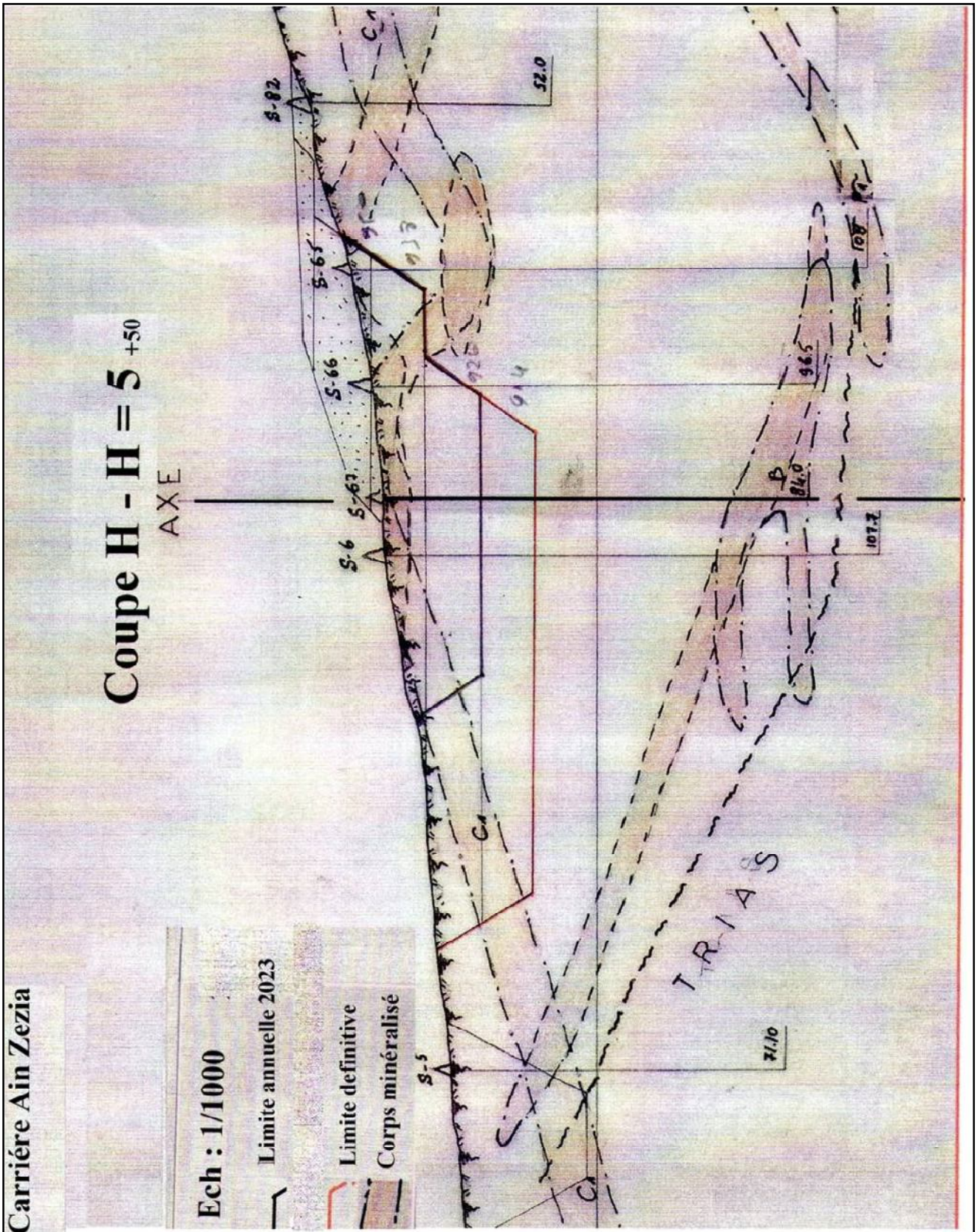




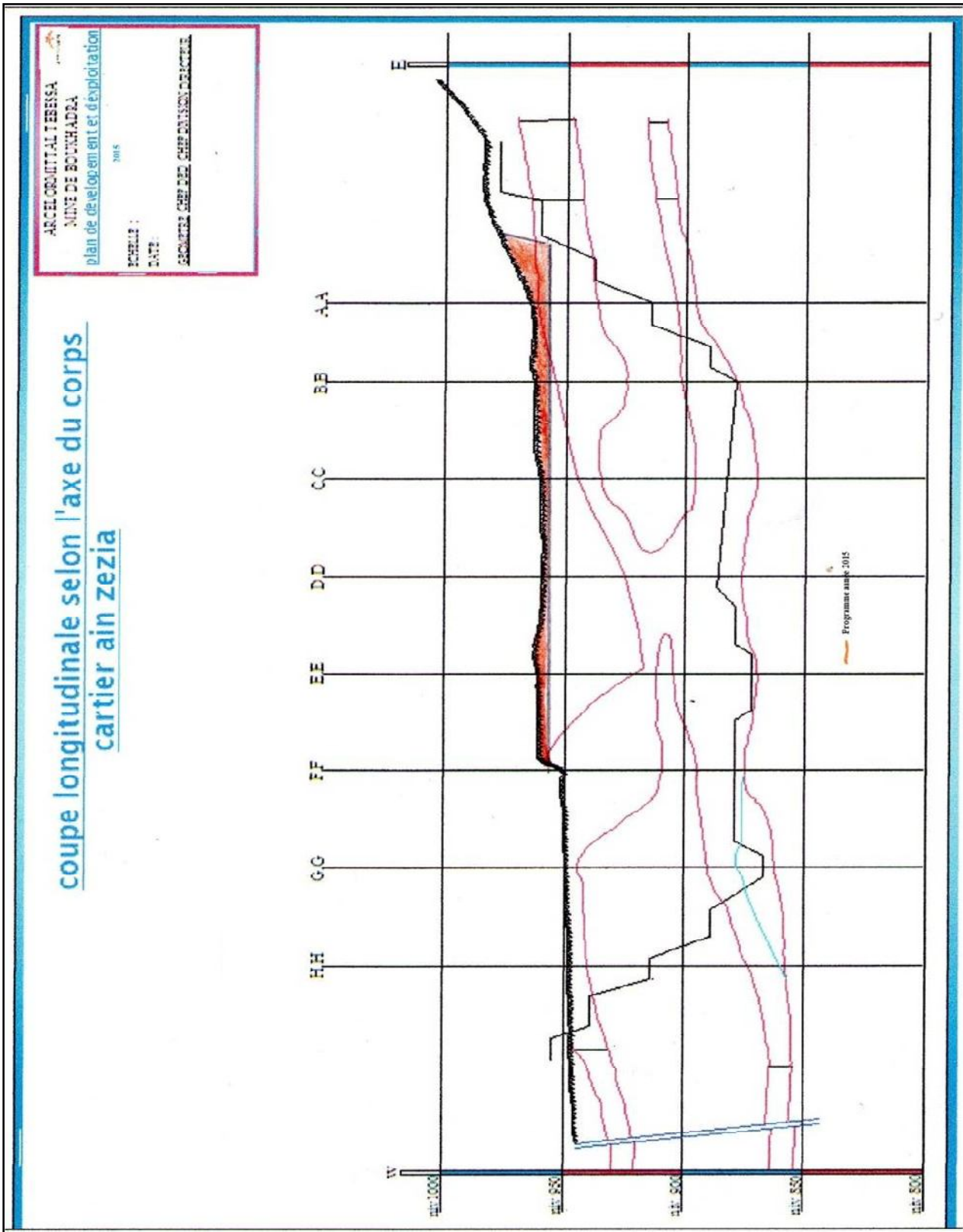














## Annexe II

### Les paramètres physiques de différentes formations dans Boukhadra

Zone	échantillon	w %	$\rho_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\rho_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$e$	$S_r$ %	$\rho_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>(1) marne jaune</b>	1	0.791	2.11	1.98	0.065	34.08	2,04
	2	1.316					
	3	1.920	2.22	1.93	0.15	34.78	1,97
	4	2.784					
	5	6.029	1.94	1.72	0.23	32.40	1,79
	6	1.697					
	1	8.558	2.05	1.84	0.59	29.52	1.99
	2	7.222	1.99	1.39	0.43	33.41	1.49
	3	12.84	2.27	1.59	0.89	32.39	1,79
<b>(3) marne jaune</b>	1	3.181	2.24	1.89	0.18	39.57	1,95
	2	3.653	2.21	1.94	0.13	32.05	2,01
	3	3.057	2.01	1.46	0.37	36.62	1,50
<b>Marne minéralisé</b>	1	2.159	2.04	1.82	0.12	37.57	1,86
	2	2.242					
	3	1.440					
	4	4.076					
	5	1.120					
	6	3.485	2.05	1.80	0.13	38.63	1,84
	7	6.597					
	8	0.943					
	9	0.582					
	10	0.669					
	11	0.614	1.96	1.67	0.061	31.25	1,68
	12	0.260					
	13	0.982					
	14	1.673					
	15	1.352					
<b>(5) Grès</b>	1	0.414	2.26	1.82	0.24	5.16	1,82
	2	0.683					
	3	1.568	2.17	1.82	0.15	37.53	1,86
	4	3.621	2.28	1.78	0.58	37.77	1,87
	5	7.877					
	6	11.343					
	1	0.773	2.54	1.62	0.14	14.02	1,61
	2	7.068	2.50	1.82	0.67	26.38	1,75
	3	5.236	2.51	1.84	0.36	36.12	1,79
<b>Marne minéralise</b>	1	16.777	2.20	1.76	0.63	37.74	1,95
	2	9.712					
	3	5.94					
	1	0.739	2.20	1.58	0.12	25.64	1,60
	5	2.590					
	6	0.868					
	7	2.326	2.25	1.41	0.59	11.53	1,43
	8	2.964					
	9	3.868					
<b>(8) conglomérat</b>	1	2.433	2.35	1.33	0.79	7.19	1,36
	2	1.000	2.28	1.44	0.58	3.91	1,45
	3	2.658	2.37	1.60	0.48	13.10	1,64

## Annexe II

<b>(9) marne jaune</b>	1	4.722	2.12	2.08	0.35	28.60	2,17
	2	3.846	2.59	2.39	0.42	23.71	2,48
	3	4.401	2.30	2.05	0.29	34.90	2,14
<b>(10) marne minéralisée</b>	1	31.816	1.73	1.20	1.02	49.22	1,54
	2	26.232					
	3	17.980	1.74	1.44	0.65	35.62	1,63
	4	8.638					
	5	15.339	1.74	1.24	0.40	48.93	1,38
	6	7.336					
<b>(11) marne jaune</b>	1	6.408	1.70	1.23	0.38	28.52	1,30
<b>(12) marne grise</b>	1	4.849	2.32	1.23	0.59	13.81	2,17
<b>(13) Marne minéralisé</b>	1	2.532	2.32	1.63	0.42	6.80	1,65
	2	0.309					
	3	0.886					
	4	11.678	2.51	1.50	0.67	28.96	1,61
	5	7.125					
	6	4.505					
	7	5.069	2.45	1.48	0.65	19.40	1,55
	8	7.432					
	9	3.074					
<b>(14) marne jaune</b>	1	32.992	1.92	1.30	1.05	55.55	
	2	33.996					
	3	30.624					
	4	26.709					1,40
	5	27.569	1.91	1.29	0.65	47.96	
	6	32.653					
	7	31.917					
	8	21.675					1,38
	9	23.431	1.99	1.41	0.41	45.61	
	10	11.199					
	11	13.492					
	12	10.673					1,46
<b>(15) marne minéralisée</b>	1	8.288	2.22	1.68	0.32	38.16	
	2	5.823					1,79
	3	3.801	2.16	1.53	0.41	40.34	
	4	1.459					1,57
	5	7.692	2.37	1.62	0.60	19.73	
	6	2.299					1,70
<b>(16) calcaire</b>	1	3.288					1,75
	2	5.823	2.55	1.68	0.51	21.19	
	3	3.801					
	4	3.459					1,78
	5	7.692	2.59	1.7	0.52	23.82	
	6	3.299					
	7	3.999					1,70
	8	2.709	2.56	1.65	0.55	15.91	
	9	3.575					
	10	4.409					1,75
	11	3.881	2.55	1.69	0.50	19.74	
	12	3.529					

## Annexe II

### Paramètres mécaniques pour les marnes

I <sub>c</sub> (%)	Ed 10 <sup>4</sup> (MPa)	R <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>t</sub> (MPa)	C 10 <sup>5</sup> (MPa)	φ (°)
42,95	1,86	12,57	3,09	0,33	23
43,25	1,92	8,14	4,03	0,35	26
56,27	3,14	10,80	5,35	0,37	23
50,73	2,52	13,88	5,71	0,32	25
48,55	2,47	10,15	2,13	0,38	28
80,12	6,81	13,92	7,26	0,40	21
27,43	0,77	9,30	2,68	0,45	23
47,08	2,15	10,75	3,86	0,37	23
45,34	2,39	6,63	3,78	0,37	23
44,30	2,05	11,46	3,23	0,43	22

### Paramètres mécaniques pour l'hématite

I <sub>c</sub> (%)	Ed 10 <sup>4</sup> (MPa)	R <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>t</sub> (MPa)	C 10 <sup>5</sup> (MPa)	φ (°)
73,56	6,19	17,58	7,63	2,6	45
67,85	5,76	15,33	4,36	2,8	44
38,14	1,72	8,18	6,23	2,5	44
57,14	3,90	15,10	6,86	2,5	46
41,14	2,20	6,03	4,09	2,9	43
33,80	1,32	6,53	3,88	2,6	48
52,63	3,85	9,76	6,65	2,6	44
40,31	1,74	6,34	4,15	2,5	45
32,28	1,30	5,15	3,51	2,6	45
49,3	2,72	8,42	6,92	2,6	45

### Paramètre mécanique pour le calcaire

I <sub>c</sub> (%)	Ed 10 <sup>4</sup> (MPa)	R <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>t</sub> (MPa)	C 10 <sup>5</sup> (MPa)	φ (°)
65,84	4,56	118,62	7,07	3,00	50
63,37	4,14	36,12	9,01	3,05	49
64,86	4,55	71,40	12,53	3,15	52
90,83	9,29	102,10	9,98	3,05	52
40,72	1,41	23,27	7,59	3,05	53
41,85	1,61	36,63	6,83	3,20	48
70,38	5,36	78,03	8,03	3,10	49
57,17	2,79	78,77	7,27	3,10	51
92,86	9,43	79,04	11,00	3,10	52
64,56	4,45	97,03	12,06	3,20	50

## Annexe II

### Paramètres mécaniques pour autres roches

Caractéristiques Roches	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	Dureté	Cohésion (bars)	Angle de frottement interne (°)	R <sub>c</sub> moyenne (Mpa)
Marnes jaunes	2.2	3	0.33	23	<b>20</b>
Marnes minéralisées	2.4	-	2.6	40	
Marnes grises	2.2	4	-	-	
Grès	2.3	4	-	-	
Calcaires	2.6	7	-	50	
Marnes bariolées	1.95	-	0.3	19	
<b>Minerai</b>	<b>2.7</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>78.4</b>

### Catégories de classification de D<sub>f</sub>

Indice de forage	Nature de la roche	D <sub>f</sub>
0.5-0.7	Basalte, diorites, silex, quartz, quartzite dure	30 - 40
0.7-0.9	Trapp, granit dur, gneiss, ryolithe, gabbros, quartzite	40 - 50
0.9-1.1	Porphyre, granit, taconite, grès, hématite, cornéenne	50 - 60
1.1-1.3	Diorite, marbre, calcaire dur, phyllades, andalousite	60 - 70
1.3-1.7	Calcaire, shistes, gypse, bauxite, marne dure, latérite	70 - 80
1.7-2.2	Calcaire marneux, marnes craie, argile, talc	80 - 100

### Classification de D<sub>f</sub> de chaque type des roches.

catégories	D <sub>f</sub>
Extrêmement lent	≤ 25
Très lent	26 - 32
Lent	33 - 42
Moyen	43 - 57
Rapide	58 - 69
Très rapide	70 - 82
Extrêmement rapide	≥ 93

### Classification de la forabilité des roches.

Types de forabilité	D <sub>f</sub>	classes	catégories
Forabilité très facile	≤ 5	1	1, 2, 3, 4, 5
Forabilité facile	5,1÷10	2	6, 7, 8, 9, 10
Forabilité moyenne	10,1÷15,1	3	11, 12, 13, 14, 15
Forabilité difficile	15,1÷20	4	16, 17, 18, 19, 20
Forabilité très difficile	20,1÷25	5	21, 22, 23, 24, 25





ONEX

# DETONATEURS

DETONATEURS ELECTRIQUES ELECTRICAL DETONATORS الصواعق الكهربائية

L'ONEX produit une gamme variée de détonateurs électriques, couvrant tous les usages courants. Ces détonateurs sont utilisés directement sous l'action de l'amorce (dits instantanés), ou indirectement par l'intermédiaire d'une charge retardatrice.

Onex produces a varied range of electrical detonators, covering all current usages. These explosives are exploding directly upon fuse action (called instantaneous) or indirectly through a delaying load (called delays).

ينتج الديوان الوطني للمواد المتفجرة مجموعة متنوعة من الصواعق الكهربائية، تغطي كل الاحتياجات الجارية. فهناك تلك التي تتفجر مباشرة تحت فعل الطعم (المسماة اللحظية)، وهناك تلك تتفجر بصفة غير مباشرة بواسطة شحنة تأخرية (المسماة ذات تأخر).



(DEI)

TYPE DE DÉTONATEURS  
- Détonateurs instantanés (DEI)

Les détonateurs instantanés permettent l'amorçage simultané de charges multiples. Ces détonateurs sont employés dans des conditions normales de travail quand il n'existe aucun risque du point de vue électricité statique et courants vagabonds.

Avec l'emploi de détonateurs instantanés, les amorçages des charges explosives sont parfaitement simultanés.

Types of detonators:  
-Instantaneous detonators:

The instantaneous detonators are used for the simultaneous fuse of multiple loads. These detonators are used under normal work conditions with the absence of any danger from the point of view of static electricity or roaming current. Due to use of instantaneous detonators, the explosive loads ignitions are perfectly simultaneous.

نوع الصواعق: نوع الصواعق:  
- الصواعق اللحظية (ص ك ل):  
تسمح الصواعق اللحظية بالتطعيم المتتابع للشحن المتعددة. وهذه الصواعق تستعمل في حالات العمل العادية أين لا يوجد أي خطر من جهة الكهرباء الساكنة والتيارات الشاردة. باستعمال الصواعق الكهربائية، إن تطعيمات الشحن المتفجرة تكون متتالية.



(DES)

- Détonateurs sismiques (DES)

Les détonateurs sismiques sont utilisés pour la recherche sismique et sont spécialement adaptés pour les tirs de sondage (régularité d'allumage, étanchéité, bonne protection)

-Seismic detonators:

The seismic detonators meet the requirement of the seismic research and are particularly used sounding shooting (ignition regularly, water proof, good protection).

- الصواعق زلزالية (ص ك ز):  
الصواعق الزلزالية مستعملة للأبحاث الزلزالية ومؤلفة خصيصا لمتطلبات رمي المسبر (انتظامية الإشعال، غير نفاذة، حماية جيدة).



(DER)

L'ONEX produit deux types de détonateurs à retard :

- Détonateurs à retard  
1- Détonateurs à retard demi- seconde (DER)

Avec l'emploi de détonateurs à retard demi- seconde, l'amorçage de la charge explosive se fait après la combustion de la composition retardatrice

Les temps de retard varient entre 0,5 s pour le N° 1 et 6,0 s pour le N°12

- Delay detonators :  
Onex produces two types of delay detonators:

1-The half-second delay detonators:

With using the half-second delay detonators, the ignition of the combustion of delaying composition delay times ranges between 0,5s for n° 1 and 6,0s for n° 12.

- الصواعق ذات تأخر:  
الديوان الوطني للمواد المتفجرة نوعان من الصواعق ذات التأخر:  
1 - صواعق ذات تأخر نصف ثانية (ص ك م):  
مع استعمال صواعق ذات تأخر نصف ثانية، تطعيم شحنة المتفجر تكون بعد اشتعال تركيبة التأخر، أوقات التأخر تتراوح ما بين 0,5 ثا للرقم 01 إلى 6,0 ثا للرقم 12.



(DMR)

2- Détonateurs à micro- retard (DMR)

Ces détonateurs diffèrent des détonateurs à retard par des temps de retard beaucoup plus courts. Les temps de retard varient entre 20 ms pour le N° 1 et 240 ms pour le N°12

2- The micro- delay detonators:

These detonators differ from the delay detonators by a much shorter delay times. The delay times ranges between 20 ms for n° 01 and 240 ms for n°12.

2 - صواعق ذات تأخر ميلي ثانية (ص ك م م):  
هذه الصواعق تختلف عن الصواعق ذات تأخر نصف ثانية بأوقات التأخر التي هي جد قصيرة، أوقات التأخر تتراوح ما بين 20 ميلي ثانية إلى 240 ميلي ثانية.



## Annexe III



**ONEX**

### Caractéristiques techniques Technicals characteristics

### المواصفات التقنية

Types de détonateurs Types of detonators	نوع الصواعق	DEI ص.ك.ل	DES ص.ك.ز	DER ص.ك.م	DMR ص.ك.م.م
Nombre de retard Number of delay	عدد التأخرات	0	0	12	12
Retard par numéro Time of delay	التأخرات حسب الرقم	0	0	0,5 s	20 ms
Résistance moyenne (ohm) Medium resistance	معدل المقاومة (ohm)	1,8	2	2	2
Résistance du pont incandescent (ohm) Resistance of incandescent bridge	مقاومة جسر الإشتعال (ohm)	1,5	1,5	1,5	1,5

Nos détonateurs sont livrés avec un fil électrique en cuivre de Ø6/10 mm et avec des longueurs standard de 2,5 m et 3 m, et peuvent aller au-delà selon le choix du client. L'ONEX produit aussi le détonateur pyrotechnique n°8.

### Caractéristiques de conditionnement et d'emballages

### Conditioning and packing characteristics

### مواصفات التوضيب

Types النوع	Nombre d'unité / caisse Number of unite / Box عدد وحدة / صندوق	Contenance / boîte Containing / Box إحتواء / علبة	Longueur de fil (m) Length of string طول الخيط ( م )
DEI ص.ك.ل	400	25	2 - 3
DES ص.ك.ز	400	10	6
DER ص.ك.م	600	25	3
DMR ص.ك.م.م	600	25	3

#### Stockage

A stocker dans des magasins d'explosifs agréés, bien aérés, en milieu sec.

**Storage:** must be stored in authorized and well ventilated explosive stores in dry areas.

التخزين: يحفظ في مخازن المتفجرات المعتمدة، المهوثة، في وسط جاف.

الديوان الوطني للمواد المتفجرة  
OFFICE NATIONAL DES SUBSTANCES EXPLOSIVES





**ONEX**

**EXPLOSIFS    EXPLOSIVES    المتفجرات**

**ANFOMIL    أنفوميل**



**ANFOMIL**

**L'anfomil est un explosif nitraté de couleur blanc rose, d'aspect fluide, contenant comme combustible du fuel oil domestique. Il est amorcé au moyen de cordeaux à penthrite.**

**Utilisation**

- Charge de bourrage en milieu sec pour des terrains à roches tendres
- Des carrières à ciel ouvert
- Projets de construction

**Avantages**

- Economique pour son bas prix et sa performance efficace
- Facile à transporter et à charger dans les trous de mine
- Explosif de sûreté peu sensible aux actions mécaniques
- Convient pour le minage en milieu sec

The anfomil is an explosive of white-pink color with a fluid aspect, containing domestic fuel-oil. It is ignited by a penthrite fuse.

**Use :**

- Tamping charge for use in dry areas and soft rocks.
- Open air works (quarries).
- Building projects.

**Advantages:**

- Cost effective owing to its low price and efficient performance.
- Easy carrying and loading in drill holes.
- Safety explosives,very low sensitive to mechanical actions.
- Suitable to mining works in dry areas.

الأنفوميل هو متفجر نيتراتي ذو لون أبيض وردي ، شكله مائع يحتوي على زيت المازوت كوقود، كما أنه يفجر بواسطة فتيل البنثريت.

**الاستعمال:**

- شحنة حشو في الأوساط الجافة للأراضي ذات الصخور ليينة.
- في المحاجر على الهواء الطلق..
- أشغال البناء.

**المميزات:**

- إقتصادي نظرا لسعره المنخفض وخصائصه الجيدة.
- سهل للنقل وحشو ثقوب المناجم..
- متفجر آمن ضعيف الحساسية للحركات الميكانيكية.
- ملائم للغم في الوسط الجاف.



Caractéristiques techniques		Technicals characteristics	المواصفات التقنية
<b>Caractéristiques</b> Characteristics	<b>Gammes d'explosifs</b> Ranges of explosives		<b>Anfomil</b> أنفوميل
<b>Densité d'encartouche (g/cm<sup>3</sup>)</b> Density of cartridge	كثافة شحنة الخرطوشة (غ / سم <sup>3</sup> )		0,85
<b>Vitesse de détonation (m/s)</b> Velocity of detonation	سرعة التفجير (م/ثا)		2600 ± 100
<b>Essai au bloc de plomb (TRAUZL) (cm<sup>3</sup>/10g)</b> Test to lead bloc (Trauzl)	تجربة كتلة الرصاص (سم <sup>3</sup> / 10 غ)		300
<b>Puissance RWS sur mortier balistique (%)</b> Power RWS on the ballistic mortar	القوة على الهاون القذفي		80 ± 1
<b>Volume de gaz (l/kg)</b> Gas volume	حجم الغازات (ل / كغ)		967
<b>Résistance à l'eau</b> Water resistance	المقاومة للماء		Médiocre Faible ضعيفة
Caractéristiques de conditionnement et d'emballages		Conditioning and packing characteristics	مواصفات التوضيب
<p>L' Anfomil est livré en sac polyéthylène de 25 kg L'anfomil is livered into polyethylene bags of 25 kg. يعبأ في أكياس من البوليثلين من وزن 25 كغ</p> <p><b>Stockage</b> A stocker dans des magasins d'explosifs agréés, bien aérés, en milieu sec. <b>Storage:</b> must be stored in authorized and well ventilated explosive stores in dry areas. التخزين: يحفظ في مخازن المتفجرات المعتمدة، المهوثة، في وسط جاف.</p>			
<p>الديوان الوطني للمواد المتفجرة OFFICE NATIONAL DES SUBSTANCES EXPLOSIVES</p>			





**ONEX**

# EXPLOSIFS

## MARMANIT

EXPLOSIVES

# المتفجرات

مرمنيت



**MARMANIT**

**La Marmanit est un explosif pulvérulent de couleur grise, constituée de nitrate d'ammonium et d'un explosif brisant comme le TNT.**

**Utilisation**

- Utilisable dans les terrains secs ou faiblement humides
- Elle est adaptée aux terrains à roches tendres à mi-dures, travaux de carrières et souterrains

**Avantages**

- Explosif de sûreté, du fait de l'insensibilité du nitrate d'ammonium aux actions mécaniques
- Sensible à l'eau

The marmanit has a pulverulent aspect with a grey color and consistency mainly of ammonium nitrate and high explosive such the TNT.

**Use :**

- Suitable to dry or weakly humid areas.
- Suitable to areas of soft rocks or medium hard rocks, open mining (quarries) and underground mining.

**Advantages:**

- Safety explosive because of the insensivity of ammonium nitrate to mechanical actions.
- Water sensitive.

المرمنيت هو متفجر ذروي ذو لون رمادي ، يتكون أساساً من نترات الأمونيوم و متفجر مدمر مثل ثلاثي الطوليان .

**الاستعمال:**

- ستعمل في الأراضى الجافة أو ذات رطوبة ضعيفة.
- ملائمة للأراضى ذات صخور لينة إلى نصف صلبة، لأشغال المحاجر و الباطنية.

**المميزات:**

- متفجر آمن نظراً لعدم حساسية نترات الأمونيوم للحركات الميكانيكية.
- حساس للماء.



## Annexe III



### Caractéristiques techniques    Technical characteristics    المواصفات التقنية

Caractéristiques Characteristics	Gammes d'explosifs Ranges of explosives المواصفات أنواع المتفجرات	Marmanit I	Marmanit II	Marmanit III
		مرمنيت 1	مرمنيت 2	مرمنيت 3
Nature	الطبيعية	Pulvérulent Powder ذروي	Pulvérulent Powder ذروي	Pulvérulent Powder ذروي
Densité d'encartouche (g/cm <sup>3</sup> ) Density of cartridge (غ / سم <sup>3</sup> )	كثافة شحنة الخرطوش (غ / سم <sup>3</sup> )	0,96	1,05	1,00
Résistance à l'eau Water resistance	المقاومة للماء	Moyenne Medium متوسطة	Moyenne Medium متوسطة	Moyenne Medium متوسطة
Vitesse de détonation sous confinement Velocity of detonation with confining Ø = 40 mm (m/s)	سرعة التفجير تحت ضغط Ø = 40 مم	4 400	4 500	4 200
Transmission de détonation à l'air libre Transmission of detonation in open air Ø = 32 mm (mm)	تحويل الانفجار في الهواء الطلق / Ø = 32 مم	100	40	30
Puissance RWS sur mortier balistique (%) Power RWS on the ballistic mortar	القوة على الهاون القذفي	88	85	75
Essai au bloc de plomb (TRAUZL) (cm <sup>3</sup> /10g) Test to lead bloc (Trauzl) (غ / 10 سم <sup>3</sup> )	تجربة كتلة الرصاص (غ / 10 سم <sup>3</sup> )	405	370	360

### Caractéristiques de conditionnement et d'emballages    Conditioning and packing characteristics    مواصفات التوضيب

Gammes d'explosifs Ranges of explosives أنواع المتفجرات	Caractéristiques Characteristics المواصفات	Couleur Colour اللون	Types d'encartouche Type of cartridge نوع الخرطوشة	Dimensions (mm) أبعاد (مم)	Poids Weight (g) (الوزن (غ))	Emballage Packing التوضيب
Marmanit I مرمنيت 1		Gris Grey رمادي	Cartouches en papier paper cartridges أ- خرطوش ورقية	25 x 135 30 x 135	70 100	Caisse en carton renforcé de 25 kg. Normes internationales pour le transport. Reinforced case of 25kg International norms for transport صندوق من الورق المقوى سعته 25 كغ. مقاييس عالمية للنقل.
			Gaine en polyéthylène cover in polyéthylène ب- غمد من البوليأثيلان	50 x 610 65 x 750 80 x 500 135 x 360	1 250 2 500 2 500 5 000	
Marmanit II مرمنيت 2		Gris	Cartouches en papier paper cartridges أ- خرطوش ورقية	25 x 135 30 x 135	70 100	Caisse en carton renforcé de 25 kg. Normes internationales pour le transport. Reinforced case of 25kg International norms for transport صندوق من الورق المقوى سعته 25 كغ. مقاييس عالمية للنقل.
			Gaine en polyéthylène cover in polyéthylène ب- غمد من البوليأثيلان	50 x 610 65 x 750 80 x 500 135 x 360	1 250 2 500 2 500 5 000	
Marmanit III مرمنيت 3		Gris	Cartouches en papier paper cartridges أ- خرطوش ورقية	30 x 135	100	Caisse en carton renforcé de 25 kg. Normes internationales pour le transport. Reinforced case of 25kg International norms for transport صندوق من الورق المقوى سعته 25 كغ. مقاييس عالمية للنقل.
			Gaine en polyéthylène cover in polyéthylène ب- غمد من البوليأثيلان	50 x 610 65 x 750 80 x 500 135 x 360	1 250 2 500 2 500 5 000	

**Stockage** A stocker dans des magasins d'explosifs agréés, bien aérés, en milieu sec.

**Storage:** must be stored in authorized and well ventilated explosive stores in dry areas.

التخزين: يحفظ في مخازن المتفجرات المعتمدة، المهوئة، في وسط جاف.

الديوان الوطني للمواد المتفجرة  
OFFICE NATIONAL DES SUBSTANCES EXPLOSIVES

### Références bibliographiques

- [1]. Etude de projet final de gisement **AIN-ZAZIA** mine boukhadra. Entreprise national du Fer et du phosphate.1992.
- [2]. Plan d'exploitation de la mine de **BOUKHADRA 2015**.
- [3].Arcelor-Mittal Ouenza et Boukhadra. Estimation de ressources et planification minière. Novembre 2011.
- [4]. Ecole des mines de DOUAI formation TIM **le forage des roches**. Ceficem .2010.
- [5]. **V. KOVALENKO**. Exploitation des carrières ; OPU, 1986 ;
- [6]. **B.BOKY**, Exploitation des mines, Mir Moscou. 1968.
- [7]. **A.CHIBKA**. Exploitation des gisements métallifères.OPU.1989 ;
- [8]. **L.TARASSOV**. Exploitation des mines. Mir Moscou.1970 ;
- [9].**M.OUADI ; I.ASSENOV**. Machine minières 1<sup>er</sup> parte Machine de forage. Alger.1993.
- [10].**K.HARMANN**, précis de forage des roches; DUNOD, 1971 ;
- [11]. **O.N.E.X.** : Guide technique des explosifs et accessoires de tir.
- [12]. **M.DABOUZ**, Cours de machine des transportes par camion, TEBESSA 2004/2005;
- [13].**M<sup>elle</sup>. OMARI F-Zahra**, Cours d'opération minier, Ecole des mines AL-ABAD. Tlemcen 2015.
- [14].**GHARBL.KOUIDER**.L'adaptation du plan de tir à la blocométrie: Un enjeu capital pour un haut rendement minier. Mémoire d'ingénieur –Génie Minier Polytechnique- 2006/2007.
- [15]. **FREDJ Mohamed**. Etude du régime de forage dans les conditions de la carrière de calcaire (Chouf-Amar M'SILA). Mémoire Magister en Mines. Génie Minier. Annaba.2012.
- [16]. **LOUNIS Fatah**. Projet d'ouverture et d'exploitation du gisement de calcaire de Kef Batha (Tissemsilt). Mémoire d'ingénieur –Génie Minier Polytechnique- 2006/2007.
- [17]. **ARCELOR MITTAL**. Consignes Générales Santé & Sécurité Arcelor Mittal pour les Entreprises Extérieures. Réf : AM Safety ST008-A1 ; Octobre 2008.

## المخلص

أهمية قطاع الصناعة المعدنية أمر حاسم لتطوير الاقتصاد الوطني ، منبع من جميع الصناعات المشتقة من الموارد الطبيعية. مع العلم أن الصناعة الجزائرية تركز أساسا على الصناعات الثقيلة ، مما اضطرها لتطوير صناعة التعدين من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة لمختلف الصناعات من بينها الاستغلال المناجم الموجه لصناعة الفولاذ ومشتقاته. ومن خلال هذا المشروع لاستغلال محجرة عين الزازية منجم بوخضرة ، المكمل للمشروع لرئيسي للمنجم، وان مشروع عين الزازية تقدر قاعدة إنتاجه ب 150.000 طن سنويا، ولهذا الاحتياط المعتبر اكسب المشروع أهمية اقتصادية معتبرة.

وهذا المشروع المكمل لمشروع استغلال منجم بوخضرة وفق مخطط الاستغلال المبرمج.

◀ دراسة مختلف مراحل الاستغلال، وكذلك دراسة مختلفة لمشاكل المتعلقة جيولوجيا المنطقة.

◀ منجم بوخضرة قام الاستثمار من أجل اقتناء وكسب الآلات ومعدات جديدة من أجل استغلال هذه المحجرة.

◀ ومن خلال هذه الدراسة نهدف إلى دراسة وتحسين استغلال الآلات الإنتاجية وفق قواعد علمية وتقنية.

وهدف من هذه المذكرة هو محاكاة وتوقع دراسة سلسلة الإنتاج الخاص بضمان الإنتاج المخطط له والمتوقع من محجرة عين الزازية وفق خطة العمل المقترحة مما يتوافق مع خصائص الجيولوجيا والتشكيلة لجسم المنجم، واستغلال الآلات الموجودة في المنجم أحسن استغلال.

**مفتاح الكلمات:** محجرة، محاكاة، الجيولوجيا، التشكيلة، سلسلة الإنتاج.

## ABSTRACT

The importance of the mineral industry is crucial to the development of the national economy; it is upstream of all industries derived from natural resources. As the Algerian industry is focused mainly on heavy industry, forced the mining industry to develop in order to face the ever increasing needs of different industries, among them the iron mining industry.

This detailed project presents an inseparable annex of the project and main which was taking an annual production career 150 000 t / year, which was also studied the economic sensitivity of the project to the various annual productions.

The project is presented again at the base of annual production determined by the multi-year action plan Boukhadra.

- The study states benefit all the details of the initial operating period. It also drew attention to the problem of the prior geological exploration of the land determined for heaps.
- The Boukhadra mine must invest to acquire all materials necessary for the construction and production of the Ain-Zazia career regardless of existing equipment to Boukhadra unit.
- The aim of this work is estimated profitability of the production chain to ensure the planned production and organized the work of exploitation According to the geological characteristics and morphology of deposit, plus the gear used.

**KEYWORDS:** quarry, bing, quarry Ain- Zazia, the production chain.